Analiza ljudske greške kao uzroka zrakoplovnih nesreća

Dulikravić, Igor

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:296942

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Igor Dulikravić

ANALIZA LJUDSKE GREŠKE KAO UZROKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA LJUDSKE GREŠKE KAO UZROKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

ANALYSIS OF HUMAN ERROR AS THE CAUSE OF AIRCRAFT ACCIDENTS

Mentor: mr. sc. Miroslav Borković

Student: Igor Dulikravić

JMBAG: 0135222713

Zagreb, rujan 2016.

ANALIZA LJUDSKE GREŠKE KAO UZROKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

SAŽETAK

Pojavnost zrakoplovnih nesreća u današnjem suvremenom svijetu izaziva sve veći strah kod ljudi da koriste upravo taj oblik prijevoza. Iako je statistički najsigurniji oblik prijevoza, zračni promet spaja mnogo zasebnih čimbenika i uzročnika koji djeluju uzajamno, a u slučaju otkaza samo jednog od njih, može doći do katastrofe. Ljudski faktor u najvećoj je mjeri uzročnik zrakoplovnih nesreća, što po pitanju upravljanja zrakoplovom, ali i održavanja zrakoplova. Mnoge razvojne metode, nova i stroža pravila, medicinska i psihološka asistencija samo su neke od pomoćnih grana koje se danas koriste kako bi se pitanje ljudskog faktora i ljudske pogreške, kao uzroka nesreća, što više smanjilo, a sigurnost povećala. Sigurnost zračnog prijevoza je bilo i ostalo najvažnije poglavlje u razvoju zračnog prometa.

KLJUČNE RIJEČI: zračni promet; zrakoplovna nesreća; sigurnost; ljudski čimbenik

ANALYSIS OF HUMAN ERROR AS THE CAUSE OF AIRCRAFT ACCIDENTS

SUMMARY

The incidence of aircraft accidents in today's modern world is now of great fear to people that use this particular form of transport. Although, it is statistically the safest form of transport, air transport combines many individual factors and causes that interact and in case of failure only one of them, it could lead to disaster. The human factor is for the most part the cause of aircraft accidents, in terms of control the aircraft and aircraft maintenance. Many development methods, new and more stringent rules, medical and psychological assistance are just some of helpful branches that are now used so the question of human factors and human error as the cause of accidents, reduce as much as possible and safety increase. Safety of air transport was and still is the most important chapter in the development of air traffic.

KEYWORDS: air transport; aircraft accident; safety; human factor

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. LJUDSKI ČIMBENICI U ZRAKOPLOVSTVU 3
2.1. SHELL model 4
2.2. Ljudska pogreška 8
2.3. Cockpit Resource Management (CRM) 10
2.4. Safety Management System (SMS) 13
3. PREVENCIJA I PROAKTIVNO DJELOVANJE ZA SLUČAJ ZRAKOPLOVNIH NESREĆA 17
3.1. Prevencija rizika nesreća – matrica rizika 17
3.2. Reaktivno vs proaktivno djelovanje 19
3.3. Heinrichova piramida 24
3.4. Safety Culture 25
3.4.1. Nacionalna kultura 28
3.4.2. Profesionalna kultura 28
3.4.3. Organizacijska kultura 28
4. STATISTIKA NESREĆA ČIJI PRIMARAN UZROK JE LJUDSKI FAKTOR 30
5. KLASIFIKACIJA LJUDSKIH GREŠAKA 37
5.1. Psihofizičke pojave 37
5.1.1. Stres 38
5.1.2. Starenje 39
5.1.3. Umor 41
5.2. Pogreške u vizualnoj percepciji 43
5.3. Pogreške u komunikaciji 46
5.4. Pogreške u održavanju zrakoplova 49
6. KORIŠTENJE METODA U PREVENTIVNOM DJELOVANJU 52
6.1. Opće mjere 52
6.2. Posebne mjere 53
6.3. Upravljanje pogreškama – Reasonov model 55
6.4. Tehnički modeli prevencije grešaka 56
7. ANALIZA ZRAKOPLOVNE NESREĆE GERMANWINGS-a 59
7.1. Kronologija nesreće 59
7.2. Okolnosti nesreće 62

8. ZAKLJUČAK 65
Literatura 67
Popis slika 70
Popis tablica 71
Popis grafikona 72
Popis kratica 73

1. UVOD

Zračni promet je relativno mlada prometna grana koja je najveću ekspanziju u putničkom prijevozu doživljela sredinom 20. stoljeća. Danas slovi kao jedna od najbrže rastućih i najsigurnijih grana prijevoza u svijetu. Zbog velikog rasta i karakteristika koje obuhvaća ovakav oblik prijevoza, velika se pažnja i ulaganja ulažu u pravcu sigurnosti. Nadalje, radi se o dinamičkom i tehnološki vrlo naprednom sustavu koji u svakom svom dijelu sadrži određenu razinu rizika pojave neželjenih događaja. Unatoč strožim pravilima i zahtjevnijim regulativama koja su se primjenjivala, broj nesreća 70-ih godina prošlog stoljeća je počeo rasti. Prisutnost ljudskog faktora, statistički primarnog uzroka zrakoplovnih nesreća, nije bilo moguće izbaciti jer je čovjek bio prisutan kod izrade i operative tehničkih sustava, te se počela primjenjivati nova metodologija pristupa zrakoplovnim nesrećama, proaktivna metoda, kojom se nastoji utjecati na neželjene događaje prije nego se isti dogode. Modernim zrakoplovima i modernim sustavima upravljanja, praćenja i navigiranja te održavanja zrakoplova nastoji se svesti razina grešaka na minimum, no ljudska greška još je uvijek prisutna u velikim razmjerima.

Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo zajedno sa Europskom agencijom za sigurnost zračnog prometa predlaže niz pravila i programa usavršavanja koji se temelje na dobivenim informacijama, statistikama i analizama podataka vezanih za sigurnost. Kontinuiran i ubrzan rast zrakoplovne industrije ostavlja posljedice na pilote i ostale zaposlenike u zrakoplovnoj industriji što kod pilota vrlo često zahtijeva brze reakcije koje moraju biti sigurne i pravodobne, no velika psihička i fizička opterećenost velikim brojem operacija vrlo često ne garantira njihovu brzu reakciju. Svi sudionici i sustavi u zračnom prometu jednako su uključeni u funkcioniranje tog opsežnog sustava što zahtijeva njihovu međusobnu koordinaciju, a čimbenik čovjek prisutan je u svakom od tih karika lanca. Ljudska greška u zrakoplovstvu danas se sve više analizira i potiče razvoj modernih sustava i postavljanje strožih granica kako bi se razina sigurnosti održala na prihvatljivoj razini.

Kroz ovaj diplomski rad bit će prikazana analiza pojavnosti i uzročnosti ljudske greške kao primarnog uzroka nesreća te načela koja se primjenjuju u cilju eliminacije iste. Rad je koncipiran u osam cjelina:

1. Uvod
2. Ljudski čimbenici u zrakoplovstvu
3. Prevencija i proaktivno djelovanje za slučaj zrakoplovnih nesreća
4. Statistika nesreća čiji primarni uzrok je ljudski faktor
5. Klasifikacija ljudskih grešaka
6. Korištenje metoda u preventivnom djelovanju
7. Analiza zrakoplovne nesreće Germanwings-a
8. Zaključak

U drugom poglavlju su opisani ljudski čimbenici u zrakoplovstvu, njihova interakcija sa sustavima te definicija ljudske greške. Zatim slijede modeli upravljanja radom u skupinama i sustavom sigurnosti koji su danas glavna okosnica za razvoj i modernizaciju zračnog prometa.

Zatim slijedi treća cjelina u kojem je opisan proaktivni pristup prevencije grešaka u zrakoplovstvu koji je zamijenio dosadašnji reaktivni model. Treće poglavlje obuhvaća vizualizaciju modela nastanka grešaka Heinrichovom metodom te čimbenike kulture ponašanja kako bi se izbjeglo nastajanje pogrešaka.

U četvrtom poglavlju iznesena je statistika nesreća čiji primaran uzrok je ljudski faktor. Statistika se temelji na Boeing-ovim analizama koje se danas uzimaju kao referentne vrijednosti i prihvaćene su od svih važnih svjetskih organizacija zračnog prometa.

Peto poglavlje definira klasifikaciju ljudskih grešaka koje opisuju psihofizičke promjene starenja, stresa i umora kao najčešćih uzročnika nesreća. Zatim pogreške u komunikaciji i vizualnoj percepciji s kojima se letačko osoblje sve više suočava te pogreške u održavanju zrakoplova koje su krucijalni problem današnjice.

U šestom poglavlju predočene su jasne mjere preventivnog djelovanja sprječavanja nastanka nesreća te Reasonov model radi lakše vizualizacije modela nastanka nesreće. Ukratko su navedeni tehnički sustavi zrakoplova koji se također koriste za prevenciju nastanka nesreća.

U sedmom poglavlju prikazana je analiza zrakoplovne nesreće putničkog zrakoplova niskotarifne kompanije Germanwings čiji primaran i jedini uzrok je ljudskih faktor, odnosno psihološki problemi kopilota zrakoplova.

2. LJUDSKI ČIMBENICI U ZRAKOPLOVSTVU

Pojam ergonomije ili poznatiji pod nazivom "ljudski čimbenici", je znanstvena disciplina koja se bavi razumijevanjem interakcija između ljudi i drugih elemenata sustava u kojem se nalaze. Pokriva niz pitanja, uključujući preceptivne, fizičke i mentalne sposobnosti, interkacije i učinke pojedinaca na posao i radno okruženje, zatim utjecaj opreme i dizajna sustava na ponašanje ljudi te organizacijske karakteristike koje utječu na sigurno obavljanje zadataka. Također to je profesija koja primjenjuje teoriju, načela, podatke i metode za dizajniranje i optimiziranje cijelog sustava. Upravo ta disciplina doprinosi projektiranju i vrednovanju zadataka, radnih mjesta, proizvoda, okruženja i sustava kako bi bili u skladu s potrebama, sposobnostima i ograničenjima ljudi.

U zrakoplovstvu se izraz „ljudski čimbenik“ koristiti na različite načine. Taj se izraz često smatra sinonimom za upravljanje resursima posade (CRM[1]) ili za upravljanje resursima za održavanje zrakoplova (MRM[2]). Međutim, te aktivnosti su samo mali dio zrakoplovstva u svezi ljudskih čimbenika i, općenito govoreći, pokrivaju sve aspekte ljudskog angažmana u zrakoplovstvu, prikazano slikom 1. [1]



Slika 1. Ljudski čimbenici u zrakoplovnom sustavu [2]

Upotreba termina "ljudski čimbenik" u inženjerstvu održavanja zrakoplovstva je nešto novo i sve se više primjenjuje. Sve je više zrakoplovnih nesreća, čiji uzroci usmjeravaju pozornost istrage prema ljudskim greškama. Zabilježeno je da je ljudska

[1] CRM (Cockpit Resource Management) – upravljanje resusrima posade
[2] MRM (Mainteance Resource Management)– upravljanje resursima održavanja

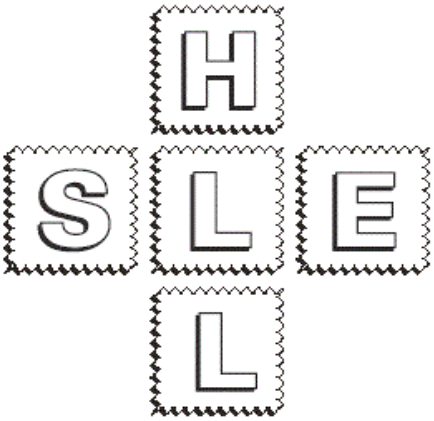
pogreška glavni uzročnik više od 70% nesreća komercijalnih zrakoplova. Iako se obično povezuje s letačkim operacijama zrakoplova, ljudska pogreška je nedavno postala glavna briga u praksi održavanja zrakoplova i upravljanja zračnim prometom. Profesionalno osoblje iz odjela ljudskih resursa u tvornici Boeing, radi s inženjerima, pilotima i mehaničarima u cilju primjene najnovijih spoznaja o granici između ljudskog rada i komercijalnih zrakoplova kako bi operateri povećali razinu sigurnosti i učinkovitosti u svakodnevnom poslovanju. Izraz ljudski čimbenik je sve više popularan u zrakoplovnoj industriji i zračnom prometu nakon što su članovi komercijalne zrakoplovne industrije shvatili da je ljudska greška, a ne mehanički kvar, u pozadini većine zrakoplovnih nesreća i nezgoda. U zrakoplovstvu, pojam ljudski čimbenik je posvećen boljem razumijevanju kako ljude i tehnologiju sigurno i učinkovito integrirati s tehnikom, a zatim to razumijevanje prenjeti na učinkovitije projektiranje, obuku i politiku. Unatoč brzim usavršavanjima u tehnologiji, ljudi su u konačnici odgovorni za osiguravanje uspjeha i sigurnost zrakoplovne industrije. Stoga moraju i dalje biti obrazovani, fleksibilni, posvećeni i učinkoviti u radu. U međuvremenu, zrakoplovna industrija i dalje uvelike ulaže u obuku, opremu i sustave koji su dugoročni. Budući da se tehnologija nastavlja razvijati brže nego sposobnost predviđanja kako će ljudi komunicirati sa njom, industrija se više ne može oslanjati na iskustvo i intuiciju za vođenje odluka vezanih za ljudsku izvedbu. Umjesto toga, znanstvena osnova je nužna za procjenu ljudskih implikacija o uspješnosti u projektiranju, obuci i postupcima, kao što razvoj novog krila zrakoplova zahtijeva aerodinamičan inženjering. [3]

Unatoč značajnim napretcima u tehnici i tehnologiji projektiranja, proizvodnje i eksploatacije zrakoplova, što doprinosi smanjenjem broja zrakoplovnih nesreća, glavna zadaća budućeg civilnog zrakoplovstva je postići što bolju vezu i komunikaciju na relaciji zrakoplov, letačko osoblje i okolina. Obzirom da se radi o povezanom sustavu, svaki član ovog lanca svojim doprinosom pridodaje povećanju pouzdanosti sustava. Tako proizvođači zrakoplova i zrakoplovnih komponenti ulažu svoje napore u razvoj i proizvodnju zrakoplovnih struktura i komponenti, dok nadležne službe osim što zakonski propisuju određene potrebne standarde, reguliraju i nacionalne sustave kontrole letenja i operative.

2.1. SHELL model

Jednostavan, ali vizualno snažan, konceptualni alat za analizu elemenata i obilježja radnih konteksta i njihovih mogućih interakcija s ljudima je Shel model. Prvi ga je razvio Edwards 1972. godine, a 1975. godine Hawkins ga je modificirao dijagramom kako bi ilustracija istog bila lakša. Shel model može se koristiti kako bi se vizualizirali međuodnosi između različitih komponenti i značajki u zrakoplovnom sustavu. Ovaj model stavlja naglasak na pojedinca i čovjekovo sučeljavanje s ostalim komponentama i značajkama zrakoplovnog sustava. Ime Shell modela proizlazi iz početnih slova četiri komponente: [4]

- Software (S) - postupci održavanja, priručnika održavanja, izgled liste provjere, itd.
- Hardware (H) - alati, oprema za ispitivanje, fizička struktura zrakoplova, dizajn razina letenja, pozicioniranje i operativna uloga kontrola i instrumenata, itd.
- Okoliš (E) - fizičko okruženje kao što su uvjeti u hangaru, uvjetima na letu i slično, radna okolina kao što je način rada, upravljanje objektima, percepcija javnosti o industriji, itd.
- Liveware (L) - tj, osoba ili ljudi u središtu modela, uključujući i tehničara



Slika 2. Shematski prikaz SHELL modela [5]

Slika 2 prikazuje Shell model. Cilj ove slike, sastavljene od 5 blokova je pružiti osnovno razumijevanje odnosa pojedinaca prema komponenti i značajki na radnom mjestu. U središtu Shell modela su ljudi *Liveware* na prvoj liniji poslovanja. Iako su ljudi izuzetno prilagodljivi, predmet su velike varijacije u performansama. Ljudi nisu standardizirani u istoj mjeri kao i hardver, tako da rubovi ovog bloka nisu ravni. Također, ne slažu se savršeno u različitim dijelovima svijeta u kojima rade. Da bi izbjegli tenzije koje mogu ugroziti ljudske izvedbe, efekti nepravilnosti na granicama između različitih Shel blokova i središnjeg bloka Liveware mora biti uočljiva. Druge komponente sustava moraju se pažljivo uskladiti s ljudima kako bi se neslaganja u sustavu izbjegla. [4]

Nekoliko različitih čimbenika utječe na neravne rubove bloka u središtu modela (L). Neki od važnijih čimbenika koji utječu na pojedinačnu izvedbu navedeni su u nastavku: [4]

- Fizički čimbenici - uključuju čovjekovu fizičku spremnost kao što su snaga, visina, vid i sluh, za obavljanje traženih fizičkih poslova.
- Fiziološki faktori - to su oni čimbenici koji utječu na unutarnje tjelesne procese u čovjeku, a mogu ugroziti fizičke i kognitivne procese kao što su dostupnost

kisika, opće zdravlje, zaraze ili bolesti, konzumacija duhana, droge ili alkohola, osobni stres i umor.

- Psihološki faktori – uključuju čimbenike koji utječu na psihičku spremnost čovjeka da zadovolji sve okolnosti koje bi mogle nastati, primjerice adekvatnost obuke, znanja i iskustva i radno opterećenje.
- Psiho-socijalni faktori - podrazumijevaju sve one vanjske faktore u socijalnom sustavu ljudi koji donose pritisak na njih u njihovom poslu i neradnim okruženjima, npr. prepiranje s mentorom, upravljanje radom sporova, smrt u obitelji, osobni financijski problemi ili druge napetosti.

Shel model je posebno koristan u vizualizaciji sučelja između različitih komponenti sustava u zrakoplovstvu. To uključuje:

- Liveware - Hardware (L-H)



Slika 3. Liveware – Hardware [6]

Sučelje između čovjeka i tehnologije, prikazano slikom 3, se najčešće uzima u obzir kada se govori o ljudskoj izvedbi. Ono određuje kako se čovjek suočava s radnom okolinom. Međutim, postoji prirodna ljudska tendencija prilagode na nepodudarnosti između L-H. Ova tendencija može prikriti ozbiljne nedostatke koji mogu postati vidljivi tek nakon pojave. Dizajn pilotske kabine - hoće li ikada biti savršene pilotske kabine? Ovo sučelje je područje koje se uzima u obzir pri projektiranju zrakoplova - iako piloti i dalje imaju problema s izgledom i korištenjem opreme. Mnogi elementi i vještine mogu utjecati na L-H sučelje, kao što su: [4]

- upravljački mehanizmi i ekrani
- dizajn (kretanje, veličina, boja, mjerilo, osvjetljenje itd.)
- sustav za uzbunjivanje i upozoravanje (lažni pokazatelji)

- Liveware - Software (L-S)



Slika 4. Liveware – Software [6]

Slika 4 prikazuje odnos između čovjeka i potpornih sustava na radnom mjestu, na primjer propisi, priručnici, podsjetnici, publikacije, standardni postupci za uporabu i računalni softveri. Vještine uključene u Liveware-Software sučelje su: [4]

- informatička pismenost
- samodisciplina i procesno ponašanje
- raspodjela vremena
- tumačenje
- samostalno motiviranje
- raspodjela zadataka

- Liveware - Liveware (L-L)



Slika 5. Liveware – Liveware [6]

Sučelje na slici 5 između ljudi i drugih osoba na radnom mjestu. Posade zrakoplova, kontrolori zračnog prometa, inženjeri za održavanje zrakoplova i druge operativne funkcije osoblja kao grupe stoga grupni utjecaji igraju ulogu u određivanju ljudskog ponašanja. Pojava upravljanja resursima posade rezultirala je znatnim naglaskom na ovo sučelje. CRM obuka i njezin utjecaj na službu zračnog prometa ATS[3] te na službu održavanja (MRM) fokusira se na upravljanje operativnim greškama. Odnosi osoblje - upravljanje su također u okviru ovog sučelja, kao što su korporativne

[3] ATS – Air Traffic Services – Služba zračnog prometa

kulture, korporativno okruženje što sve može značajno utjecati na ljudsku izvedbu. Slijedi nekoliko primjera važnih Liveware-Liveware vještina: [4]

- komunikacijske vještine
- vještine slušanja
- vještine promatranja
- operativne vještine upravljanja
- rješavanje problema
- odlučivanje
- percepcija
- samodisciplina i kontrola
- prosuđivanje

- Liveware – Environment (L-E)



Slika 6. Liveware – Environment [6]

Sučelje na slici 6 prikazuje odnos čovjeka sa unutarnjim i vanjskim uvjetima. Unutarnje radno okruženje uključuje fizičke okolnosti kao što su temperatura, ambijentalno svjetlo, buka, vibracije i kvaliteta zraka. Vanjsko okruženje uključuje takve stvari kao što su vidljivost, turbulencija i teren. Dvadeset i četiri sata dnevno, sedam dana u tjednu, zrakoplovno radno okruženje uključuje smetnje normalnih bioloških ritmova, npr. ritam spavanja. Osim toga, zrakoplovni sustav djeluje unutar političkih i ekonomskih ograničenja, što pak utječe na cjelokupno korporativno okruženje. Baš kao što neposredna radna okolina može stvoriti pritiske za kratke rezove, neadekvatna infrastruktura također može ugroziti kvalitetu odlučivanja. [4]

2.2. Ljudska pogreška

Vrlo je važno da oni koji sudjeluju u radu i upravljanju zrakoplovnim sustavom prepoznaju neizbježnost ljudske pogreške. Niti jedna osoba, bilo dizajner, inženjer, menadžer, kontrolor ili pilot, može svoj posao obavljati savršeno u svakom trenutku. Također, ono što bi se moglo smatrati savršenom izvedbom u jednom skupu okolnosti može biti neprihvatljivo u drugim okolnostima.

Neslaganje sučelja u Shell modelu dokazuju kako nijedan čovjek nije savršen. Iako su se zrakoplovi tehnološki više razvili tijekom posljednjih 50 godina, ljudsko biće nije evoluiralo po istoj stopi. Nova oprema može nadmašiti ljudsku sposobnost tako da djeluju učinkovito. Svi ljudi griješe; uključujući sve pilote, ali treba imati na umu da nisu sve zrakoplovne nesreće posljedica ljudske greške. Jednostavan model greška u nastavku prikazuje koji učinak pilot može imati na letu: [7]

PILOT ~ POGREŠKA" ~ KATASTROFA

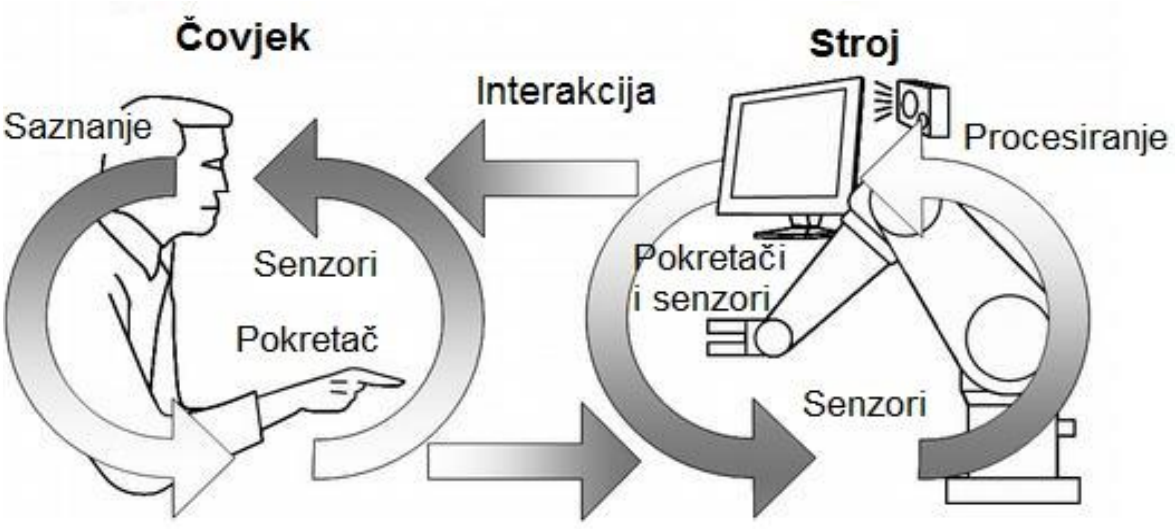
Svaki slijed ovog modela zahtijeva pozornost gdje je pogreška" niz od više pogrešaka.
PILOT ~ POGREŠKA "

- Lijek
  - ~ Trening (priručnici, simulator letenja)
  - ~ Međusobni nadzor, operacije pilota i kopilota
  - ~ Umora posade i stres

POGREŠKA "~ KATASTROFA

- Lijek
  - ~ Tehnologija (upravljanje računalom)
  - ~ Dizajn kokpita / zrakoplova [7]

U današnjem modernom i tehnloški vrlo naprednom svijetu, ljudska se pogreška nastoji kontrolirati, s ciljem njezinog smanjenja. Stoga se koriste dva različita pristupa. Kao najvažniji je smanjenje broja pogrešaka i njihovih pojava, iako ih je nemoguće u potpunosti ukloniti, jer na temelju njih učimo, unaprijeđujemo sustave i normalan su dio svakodnevnice. Korištenjem drugog pristupa uz što se veže nadzor, preventivno djelovanje, suradnja i sigurnost, nastoji se smanjiti utjecaj same pogreške na cjelokupan sustav i eventualne posljedice.



Slika 7. Sučelje čovjek i stroj [8]

Slika 7 prikazuje sučelje čovjeka i stroja koji se sastoji od odnosa čovjeka sa softverom i hadrverom. Čovjek najviše informacija iz stroja prima vizualno putem monitora, dok stroj informacije od čovjeka dobiva preko ulaznih uređaja i kontrola. Upravo u tom dijelu dolazi do najviše pogrešaka. Automatizacija mijenja ono što se prenosi putem sučelja čovjeka i stroja, bilo da dođe do toga da se neke informacije ne prenesu uopće ili da se promjeni format prenijete informacije, kao što je to slučaj kod prenošenja ljudskog govora na tipkovnicu, što mijenja vrstu ljudske pogreške, koje su moguće unosom bilo koje poruke. Jedna od najvažnijih primjena ljudskih čimbenika na bilo koji oblik automatiziranih pomagala je identifikacija novih vrsta ljudske pogreške, pogotovo onih koje bi mogu biti opasne i koje mogu nastati kao posljedica promjena. [9]

2.3. Cockpit Resource Management (CRM)

Obzirom da je zrakoplovni sustav zapravo singerija od mnoštva različitih sustava koji djeluju povezano, pozitivna radna okolina ljudi koji u njoj rade potrebita je za uspješno odvijanje ovakvog složenog sustava. Gradnja samog zrakoplova, koja traje određeno vrijeme, a odvija se u segmentima, u kojima ljudi, radeći u skupinama, pojedincu olakšavaju rad. Pojedinci okupljeni u skupine zajedničkim radom povećavaju razinu sigurnosti i međusobno si olakšavaju rad. Svi ti radnici moraju proći određeno školovanje kako bi bili obučeni za određene poslove, a sustav koji objedinjuje rad pojedinca u skupinama letačkog osoblja, i osoblja u održavanju zrakoplova, naziva se Cockpit Resource Management. Ovim sustavom promovira se rad u skupinama, ali isto tako naglašavaju greške do kojih dolazi prilikom rada u skupinama. Također, do grešaka operativnog osoblja može doći usljed lošeg odnosa s nadređenima, čime se broj ljudskih grešaka povećava i radne performanse su mu smanjene. Važno ime u razvoju CRM sustava je profesora Earl Wienera koji je 80-ih godina prošlog stoljeća proučavao problematiku rada letačkog osoblja u skupini, donošenja odluka i provođenja procedura u takvom okruženju i surađivao je s NASA-om. [10]

U posljednjih deset godina, sve veći broj dokaza upućuje na to da oko 70% zrakoplovnih nezgoda i nesreća su uzrokovane, barem djelomično, greškom letačke posade. Programi istraživanja su pokazali da ove vrste događaja imaju mnoge zajedničke karakteristike. Jedan od najsnažnijih promatranja tih programa je, da često problemi s kojima se susreću posade su povezani s lošim upravljanjem. Osim toga, mnogi tradicionalni programi obuke isključivo naglašavaju tehničke aspekte letenja, a nedovoljno učinkovito se bave različitim vrstama strategija upravljanja posade i tehnike koje su također bitne za sigurnost leta. Ova zapažanja su dovela do konsenzusa između zrakoplovne industrije i vlade da veći naglasak treba staviti na faktore koji utječu na koordinaciju posade i upravljanje resursima posade, tj opremu, postupke i ljude, s ciljem postizanja sigurnog i učinkovitog leta. Preventivna koncepcija na kojoj se zasniva CRM može se definirati kao djelotvorna uporaba svih raspoloživih

sredstava, to jest opreme, procedura i ljudi u svrhu sigurnih i efikasnih letnih operacija. Trenaža je usmjerena na funkcioniranje posade kao nedjeljivog tima, a ne kao skupina tehnički usavršenih pojedinaca, pri čemu se posebno naglašavaju sljedeći elementi: svjesnost situacije, vođenje, uporaba normiranih procedura i provjera, delegacija zadaća, raspodjela odgovornosti, postavljanje prioriteta, uporaba podataka, komunikacija, praćenje i provjera pozicije, ocjena problema i menadžment „odsutnosti“. [11] Prilikom implementacije CRM sustava, mora se proći kroz tri osnovne faze kako bi sustav bio učinkovit. To su: [10]

1. Svjesnost - je bitna prva faza, a obično se sastoji od nastavnih prezentacija s naglaskom na uloge međuljudskih i grupnih faktora u održavanju koordinacije posade. To je važno jer pruža zajedničku terminologiju i konceptualni okvir za članove posade da počnu razmišljati o koordinacijskim problemima posade i kako su takvi faktori doprinijeli nesrećama i incidentima u prošlosti. Svijest promiče kredibilitet i pomaže u mijenjanju stavova; međutim, važno je prepoznati da je to tek prvi korak.

2. Uvježbavanje i usavršavanje – druga faza CRM treninga je praksa i povratne informacije. Neki programi koriste tehnike igranja uloga čime osiguraju proaktivne grupne vještine, kao i osobnost i stav - mjerenjem upitnika kao sredstvo pružanja povratne informacije pojedincima na svojim međuljudskim stilovima, neki aspekti koje vjerojatno ranije nisu ocijenjeni. Uvid u osobnost i stav omogućuju pojedincima da prepoznaju neke od svojih snaga i slabosti. Igranje uloga ili skupna tjelovježba mogu pružiti korisne prakse u područjima odlučivanja posade i drugih vještina.

3. Nadogradnja – treći korak koji se nastavlja na prethodni. CRM program konstantno je potrebno nadograđivati i obnavljati kako bi bio učinkovit. Također, članove programa potrebno je educirati, kako bi se opseg njihova znanja povećao. CRM program zahtijeva konstantno promatranje, kako bi se u slučaju oslabljivanja, to onemogućilo.

Tematiku CRM-a i uključivanje aktivnog rada s pilotima određuje se od strane specijalizirane faze pripreme. Sudjelovanjem članova iz različitih posada odnosno različitih regija i kultura, kroz ukazivanje pojedinačnog rada svakog pojedinca uz vježbe, radionice te rada u skupinama, upoznaju se karakteristični primjeri u praksi i demonstraju simuliranja pogreške u skupinama. Kroz radionice i pripreme, piloti se uključuju u donošenje vlastitih zapažanja, zaključaka i kritika, a njihov napredak se prati od strane nadređenih uz dobivene rezultate. Karakteristično je da se CRM menadžment za ovakav oblik pripreme pilota služi sa: [10]

- seminarima i radionicama;

- uvježbavanjem različitih posada istovremeno;
- tribinama;
- testovima sposobnosti;
- pojedinačnim konzultacijama i usavršavanjem;
- posebnim educiranjem kapetana zrakoplova;
- vrednovanjem sigurnosti posade u svrhu poboljšanja;
- analizom pojedinih nesreća i nezgoda;
- računalnim simulacijama;
- vrednovanjem sustava sigurnosti;
- uvježbavanjem specifičnih grupa.

Kako bi se ljudske greške svele na minimum razvijen je još jedan oblik trenaže letačkog osoblja uz CRM metodu. Testiranje posade u realno simuliranoj okolini osigurava program uvježbavanja cjelokupne letne operacije u visoko realnim simulatorima LOFT[4]. Postepeno se uvodi u kompanijsku obuku pilota ovakav oblik obuke letačkog osoblja. Sustav se koristi za simulaciju programiranih opasnosti određenih unutar sustava. Ugrađen sustav videonadzora omogućava ponovnu reprodukciju snimaka eventualnih grešaka posade tijekom leta. Sustav LOFT adaptira specifične zahtjeve, odnosno korisnike, te se prema programiranom scenariju definiraju ciljevi koji se žele ispuniti ovakvim sustavom, a to su: [10]

- različiti oblici trenaže (početna, prijelazna i popravna);
- upoznavanje određenih aerodroma;
- problemi vezani za „odraz vjetra“;
- istraživanje nesreća i nezgoda;
- upoznavanje novih pilota s komunikacijama, dopuštenjima, *check* listama i najčešćim letovima;
- razvoj kontrolnih i letnih instrumenata i ocjena ljudskog čimbenika u kokpitu;
- VFR[5] prilaz;
- menadžment goriva;
- razvoj operativnih tehnika i procedura;
- usavršavanje vještina slijetanja i polijetanja;
- uvježbavanje za slučaj otkaza motora;
- analiza evaluacije okolnosti nesreće ili nezgode;
- specijalna trenaža osoblja.

Unatoč tome što se LOSA[6] sustav smatra samostalnim sustavom, u samoj praksi se rijetko koristi. Najveću primjeru pronalazi u sklopu CRM-a pri uvježbavanju članova posade kako bi se postiglo smanjenje pogreške ljudskog čimbenika. Korištenje

[4] LOFT (Line Oriented flight Training) – Letenje na simulatoru u realnom okruženju
[5] VFR (Visual Flight Rules) – Letenje po pravilima vizualnog letenja
[6] LOSA (Line Operations Safety Audit) – Obućeni promatrači za praćenje pogrešaka

ovog sustava nije namjenjeno za ocjenjivanje sposobnosti pilota ili za pojedinačno uvježbavanje pilota. Rad sustava usmjeren je na uvježbavanje funkcioniranja posade kao cjeline u normalnim operacijama i izvanrednim događajima. Osoblje koje koristi ovaj sustav ne treba tijekom uvježbavanja posadi dati instrukcije, nego isključivo voditi bilješke o njihovom radu, kako bi ih mogli kasnije zajednički prokomentirati. Programirani scenariji u sustavu ne trebaju biti nerealni ili prezahtjevni, jer se time gubi smisao sustava. Sustav treba sadržavati opasnosti s kojima se posada često susreće i time uvježbati posadu na poteškoće s kojima bi se mogla sustresti.

2.4. Safety Management System (SMS)

Sustav upravljanja sigurnošću se može usporediti s kutijom za alat. To je kutija koja sadrži alate koje zrakoplovne organizacije koriste kako bi mogli kontrolirati sigurnosne rizike kao posljedice opasnosti kojima se suočavaju tijekom pružanja usluga. Sustav upravljanja sigurnošću organizaciji pruža odgovarajuće alate, po veličini i složenosti, sukladno veličini i složenosti organizacije. Kao kutija za alat, SMS[7] osigurava posebne alate potrebne za identifikaciju opasnosti i upravljanja rizicima sigurnosti. Jedna važna karakteristika je da se upravljanje sigurnošću ne odnosi samo na jednu specifičnu aktivnost organizacije, već ponajviše na izraženije, koje bi mogle generirati opasnosti. Upravljanje sigurnošću rješava sve operativne aktivnosti u cijeloj organizaciji. Cilj SMS-a je kontinuirani napredak ukupne razine sigurnosti organizacije. U skladu s prirodom upravljanja sigurnošću, kao osnovna funkcija djelatnosti, SMS uključuje neprestanu dnevnu identifikaciju opasnosti, prikupljanje i analizu, procjenu rizika sigurnosti i provedbe strategije ublažavanja. SMS se duboko razlikuje od tradicionalnog pojma istraživanja nesreće, koji čeka da se nesreće dogodi, onda izdvoji i distribuira onoliko lekcija sigurnosti koje je moguće naučiti iz istrage kako bi se spriječile slične nesreće. Svi sudionici u zrakoplovstvu imaju ulogu u SMS-u. Slijedi popis sudionika koji mogu pomoći ili pružaju ulaz, procesu odlučivanja o sigurnosnim rizicima: [4]

- profesionalci u zrakoplovstvu;
- vlasnici zrakoplova i operatori;
- proizvođači;
- regulatorna tijela u zrakoplovstvu;
- udruženja strukovnih industrija;
- regionalni pružatelji usluga u zračnom prometu;
- profesionalne udruge i savezi;
- međunarodne zrakoplovne organizacije;
- istražne agencije; i
- ostala javnost u zračnom prometu.

[7] SMS (Safety Management System) – Sustav upravljanja sigurnošću

Tri osobine karakteriziraju SMS. To su sistematičnnost, proaktivnost i eksplicitnost. Sustav upravljanja sigurnošću je sistematičan jer aktivnosti upravljanja sigurnošću su u skladu s unaprijed utvrđenim planom i primjenjive na dosljedan način u cijeloj organizaciji. SMS je proaktivan jer stvara pristup koji naglašava identifikaciju opasnosti i sigurnosnu kontrolu rizika i ublažavanje, prije no što se događaji koji utječu na sigurnost dogode. SMS je eksplicitna aktivnost jer se sve aktivnosti upravljanja sigurnošću dokumentiraju, vidljive su i imaju karakteristiku branjenja.

Opis sustava je prvi uvjet za razvoj SMS-a. Potencijalna sigurnosna ranjivosti, kao posljedica interakcije između ljudi i drugih komponenti operativnog sadržaja, može biti naznačena u smislu opasnosti. Opasnosti su jedinstvene komponente, a većina opasnosti oslobađa svoje štetne potencijale kao posljedica operativnih interakcija s različitim komponentama sustava. Jednostavan primjer je gorivo. Iako je pohranjena u podzemnim spremnicima, netaknuta, potencijalna opasnost od onečišćenja gorivom je niska. Ljudi moraju zrakoplove puniti gorivom. Tijekom operacija punjenja, znano se povećava štetni potencijal goriva. Postupci se zatim provode tako da doprinesu pod kontrolu sigurnosne rizike operacije punjenja. Obzirom da se izvor sigurnosne ranjivosti posebno karakterizira kao opasnosti koje se mogu naći u nepodudarnosti sučelja između ljudi i drugih komponenti operativnog konteksta u kojem ljudi provode svoje aktivnosti za isporuku usluge, prvi korak u otkrivanju takvih neusklađenosti je opisati sustav u smislu njegovih komponenti i njihovih interakcija. U formalnim ili tehničkim uvjetima, opis sustava u zrakoplovstvu treba sadržavati sljedeće: [4]

- interakcije sustava s ostalim sustavima u zrakoplovnom transportnom sustavu;
- funkcioniranje sustava;
- potrebna ljudska razmatranja uspješnosti rada sustava;
- hardverske komponente sustava;
- softverske komponente sustava, uključujući povezane procedure koje definiraju smjernice za rad i korištenje sustava;
- operativno okruženje; i
- ugovorene i kupljene proizvode i usluge.

Sustav upravljanja kvalitetom je uspostavljen u mnogim segmentima zrakoplovnog sustava već dugo vremena. Mnoge zrakoplovne organizacije provedene i rade kontrolu kvalitete i / ili osiguranje kvalitete za nekoliko godina. To osigurava da organizacija ima na mjestu one elemente potrebne za poboljšanje učinkovitosti i smanjenja rizika usluge. Ako se pravilno provodi, program kvalitete osigurava da se postupci provode dosljedno i u skladu s primjenjivim zahtjevima, da su problemi identificirani i riješeni, te da organizacija neprestano revidira i unapređuje svoje postupke, proizvode i usluge. Načela programa kvalitete uključuju postupke za praćenje učinkovitosti svih aspekata organizacije, uključujući i takve elemente kao što su: [4]

- projektiranje i dokumentiranje postupaka;
- metode nadzora i ispitivanja;
- nadzor opreme i poslovanja;
- unutarnje i vanjske revizije;
- praćenje poduzetih korektivnih mjera; i
- uporaba odgovarajuće statističke analize, kada je potrebno.

Nekoliko zrakoplovnih organizacija je integriralo svoje programe kontrole kvalitete i osiguranja kvalitete u ono što se zove sustav upravljanja kvalitetom QMS[8]. S obzirom na dugu povijest osiguranja i kontrole kvalitete u zrakoplovstvu, relativna mladost SMS-a i činjenica da su određeni SMS procesi rađeni po načelima kvalitete, potencijal za pogrešne procjene i nesporazume o odnosu SMS-a i sustava upravljanja kvalitetom je stvaran. SMS se fokusira na ljudsku snagu, ljudske čimbenike i organizacijske faktore, i integrira ih u, prema potrebi, tehnike upravljanja kvalitetom i postupke koji doprinose postizanju zadovoljstva sigurnosti. Cilj SMS-a je identificirati sigurnosne opasnosti kojima se organizacija mora suočiti, a to je u mnogim slučajevi u pružanju usluga, te donijeti sigurnosne rizike posljedica tih opasnosti pod organizacijskom kontrolom. U suštini, dakle, SMS se razlikuje od sustava upravljanja kvalitetom u: [4]

- SMS se usredotočuje na sigurnost, ljudske i organizacijske aspekte organizacije;
- sustav upravljanja kvalitetom QMS, fokusira se na proizvodima i uslugama organizacije.

Uspostavljanje komplementarnog odnosa između sustava upravljanja sigurnošću i sustava upravljanja kvalitetom vodi do komplementarnih doprinosa svakog sustava za postizanje sigurnosnih ciljeva organizacije; SMS rezultira u osmišljavanju i provedbi organizacijskih procesa i postupaka za identifikaciju sigurnosnih opasnosti i njihove, a integracija sustava upravljanja kvalitetom u SMS nudi strukturirani pristup za praćenje procesa i procedura za identifikaciju sigurnosnih opasnosti i njihovih posljedica. Dvije osnovne operativne aktivnosti SMS-a su upravljanje rizikom i sigurnošću te osiguravanje sigurnosti. Upravljanje rizikom i sigurnošću treba biti jedna od osnovnih aktivnosti prilikom dizajniranja i planiranja SMS-a usmjerena na početnu analizu i identifikaciju opasnosti. Osiguranje sigurnosti mora biti konstantna aktivnost usmjerena na: [4]

- osiguranje da početna identifikacija opasnosti i pretpostavke u odnosu na procjenu posljedica sigurnosnih rizika i obrane koje postoje u sustavu kao sredstvo kontrole, ostanu važeće i primjenjive jer se sustav razvija tijekom vremena; i/ili

[8] QMS (Quality Management System) – Sustav upravljanja kvalitetom

- provođenje promjena u mjerama obrane u slučaju potrebe

Identifikacija opasnosti se smatra ključnom aktivnosti prilikom planiranja i dizajna sustava ili prilikom značajnijih ažuriranja sustava. Jednostavno rečeno identifikacija opasnosti postavlja temelj i okvir za osiguravanje sigurnosti na dnevnoj bazi. Svaka komponenta je podijeljena na niz elemenata koje obuhvaćaju specifične podprocese, specifične zadatke ili sredstva koje sustav upravljanja sigurnošću mora upotrebljavati kako sproveo sigurnosnu politiku.

Upravljanje rizikom i sigurnošću se sastoji od dva elementa: [4]

- identifikacija opasnosti; i
- procjena i reduciranje rizika.

Osiguravanje sigurnosti se sastoji od tri elementa: [4]

- praćenje i mjerenje sigurnosnih aktivnosti;
- upravljanje promjenama; i
- kontinuirano unaprjeđivanje SMS-a.

Unaprjeđivanje sigurnosti se sastoji od dva elementa: [4]

- obuka i educiranje; i
- komunikacija sigurnosti.

U svakoj organizaciji menadžment je zadužen za koordinaciju aktivnosti osoblja te uporabu sredstava koja su izravno vezana ili neophodna za pružanje usluga. Kroz specifične aktivnosti osoblja i alokaciju sredstava menadžment može aktivno kontrolirati razine rizika povezane s opasnostima. Menadžment je zadužen za selekciju, obuku, educiranje i nadgledanje osoblja kako bi osigurao visoku razinu kvalitete i sigurnosti pružanja usluge. Također menadžment osigurava ispitivanja osoblja i opreme radi preventivnih razloga. Početna točka osiguravanja efektivnosti i efikasnosti SMS-a je sigurnosna politika organizacije. Viša uprava mora razviti sigurnosnu politiku organizacije, koju odobrava odgovorni administrator. Generalno govoreći sigurnosna politika mora: [4]

- osigurati postizanje najviših sigurnosnih standarda;
- osigurati pridržavanje svih mjerodavnih pravnih propisa, međunarodnih standarda i najbolje učinkovite prakse;
- osigurati sva potrebna sredstva;
- provoditi sigurnost kao primarnu odgovornost svih rukovoditelja; i
- osigurati da se politika razumije, provodi i održava na svim razinama.

3. PREVENCIJA I PROAKTIVNO DJELOVANJE ZA SLUČAJ ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

Zračni promet kao jedan opsežan sustav, svakim danom sve više napreduje i povećava broj članova koji sudjeluju u lancu zrakoplovstva. Sve većim napretkom i razvojem, javalja se i veći rizik od nesreća ili nezgoda, što samim time zahtijeva i unaprijeđenje metoda za smanjenje rizika i njihovo osuvremenjavanje. Upravljanje sigurnošću rješava sve operativne aktivnosti u cijeloj organizaciji. Cilj SMS-a je kontinuirani napredak ukupne razine sigurnosti organizacije. U skladu s prirodom upravljanja sigurnošću, kao osnovna funkcija djelatnosti, SMS uključuje neprestanu dnevnu identifikaciju opasnosti, prikupljanje i analizu, procjenu rizika sigurnosti i provedbe strategije ublažavanja. SMS se duboko razlikuje od tradicionalnog pojma istraživanja nesreće, koji čeka da se nesreća dogodi, onda izdvoji i distribuira onoliko lekcija sigurnosti koje je moguće naučiti iz istrage kako bi se spriječile slične nesreće.

3.1. Prevencija rizika nesreća – matrica rizika

Nesreća je događaj koji je pokazatelj da je došlo do greške u sustavu. U tradicionalnom sustavu istraživanja nesreća, istražitelji su slagali lanac događaja ili okolnosti koji su doveli do pogreške koja je uzrokovala nesreću. Nastala greška, kao uzrok nesreće, može biti posljedica pogrešne procjene, krive interpretacije pravila ili nejasnog zadatka. Tradicionalni pristup svojim je djelovanjem najčešće otkrivao uzročnika, odnosno krivca nesreće, dok se današnjim proaktivnim metodama nastoji spriječiti nastajanje grešaka i nesreća kao posljedica grešaka. Nesreće nastaju akomuliranjem pogrešaka kroz vrijeme. Prema modernom shvaćanju sigurnosti za nesreću potrebno je preklapanje više čimenika. Za ugrožavanje sustava sigurnosti nije dovoljan samo jedan čimbenik, nego niz pogrešaka, najčešće onih ljudskih, koje se pojavljuju pri procesu odlučivanja i slijede jedna za drugom. One mogu uzrokovati na operativnoj razini otkaze različitih sustava sigurnosti te stvoriti i povećati rizik za otkazivanje nekog drugog sustava. U slučaju dolaska do nesreće otkrije se da su u otkazivanju sutava sigurnosti koje je dovelo do nesreće zapravo predhodile pogreške koje su povećale rizik i ubrzale proces dolaska do otkaza. Samu nesreću ne može prouzročiti pogreška samo jedne od razina, nego se mora dogoditi na sve tri razine istovremeno. Potreno je uzeti u obzir kako većina prijevoznika koristi više sustava na operativnoj razini, posebno kada je u pitanju rad letačkog osoblja (razvijeniji prijevoznici imaju implementirane FDA[9] i LOSA sustave). [4] Najčešće greške rade se na operativnoj razini, međutim nije nužan dolazak do pogreške zbog smanjenja sigurnosti. Ovakvi postupci kod letačkog osoblja ili nekog drugog operativnog osoblja najčešće ostanu nezabilježeni, čime se stvaraju rupe u sustavima koje je osmislio menadžment sigurnosti i nadležni državni organi. Rezultat tome može biti kriva praksa,

[9] FDA (Flight Data Analysis) – Sustav za analiziranje podataka o letu

dvoznačajnost ili nedovoljno razumljiva pravila. Događaju se kako kod pojedinaca, tako i u radnim skupinama. Današnje sustave sigurnosti koji se zasnivaju na preventivnoj metodologiji, nužno je provesti evidentiranje svih akcija koje za posljedicu imaju smanjenje sigurnosti u vremenu odvijanja, a ne nakon što je nastupila nesreća. Kao bi se to postiglo, potrebno je osigurati zahtjeve od strane menadžmenta kroz organizaciju i temeljne analize rizika. Uz to je potrebno provoditi stalnu istragu o potencijalno opasnim situacijama, a ne istraživati nastale nesreće. Kroz to se vidi jedini način da ih se na vrijeme detektira i pravovremeno intervenira u svrhu povećanja razine sigurnosti.

Pojam rizika se može definirati kao vjerojatnost da će doći do izvaredne situacije ili događaja, nezgode ili nesreće. Što je manja vjerojatnost pojave rizika, manja je razina rizika. Matrica rizika je koristan alat za procjenu opasnosti. Sustav upravljanja sigurnošću ima za cilj upravljati sigurnošću i svesti razinu rizika na minimum, no rizik je gotovo nemoguće ukloniti. Sigurnost je stanje u kojem je rizik od mogućeg stradanja ljudi smanjen, odnosno u prihvatljivim granicama određenim konstantnim motrenjem opasnosti. Prema tim granicama izrađena je matrica rizika koja je i prikazana tablicom 3.1. [4]

Tablica 3.1. Tablica matrice rizika

Vjerojatnost rizika	Ozbiljnost rizika				
	Katastrofalna A	Opasna B	Znatna C	Mala D	Neznatna E
Učestalo 5	5A	5B	5B	5D	5E
Povremeno 4	4A	4B	4C	4D	4E
Rijetko 3	3A	3B	3C	3D	3E
Neznatno 2	2A	2B	2C	2D	2E
Izuzetno neznatno 1	1A	1B	1C	1D	1E

Izvor: [4]

Ova matrica, izdana od strane ICAO[10]-a u Priručniku sigurnosnog upravljanja Doc 9859, služi za određivanje indeksa i procjene sigurnosnog rizika. Sastoji se od redaka koji predstavljaju vjerojatnost pojave rizika, a stupci matrice predstavlja ozbiljnost nastale štete. Isto tako polja matrice su obojana sa tri različite boje. Crvena polja predstavljaju neprihvatljivo područje, odnosno neprihvatljivo prema postojećim uvjetima, žuta polja predstavljaju područje koje se tolerira, odnosno prihvatljivo na temelju procjene rizika, a zelena polja predstavljaju prihvatljivo područje. [4]

3.2. Reaktivno vs proaktivno djelovanje

Do sada upotrebljavane reaktivne metode i strategije, kako bi se osigurala sigurnost operacija zrakoplova, fokusirane su na certifikaciji kao univerzalna (i zakonski obavezna) praktična procjena stupnja ispunjavanja uvjeta i održavanje stalne sposobnost za rad u okviru sigurnosnih zahtjeva. Kroz godine napretka, razina sigurnosti se povećavala donošenjem novijih, modernih standarada, pravila i zakonskih propisa. Također se koristi tradicionalna metoda prevencije na području opasnih događaja, na temelju kojih je ležalo objašnjenje "dijagnoze" nakon toga: na mjesto nesreće odlazi posebna komisija, koja donosi moguće uzroke nesreće. Porast zahtjeva kako bi se osigurao siguran let, fundamentalno potiče potpuno novi pristup s ciljem otkrića čimbenika koji prethode samom neželjenom događaju, razvoj preventivne mjere dovodi do smanjivanja broja opasnih događaja kroz prikupljanje i analizu podataka iz sustava informiranja. Još u povijesti i samim počecima zrakoplovne industrije, unaprijeđivanjem i donošenjem novih standarda i pravila, ujedno se povećavala razina sigurnosti. Slika 8 prikazuje transformaciju iz reaktivnog na proaktivno te prediktivno djelovanje.



Slika 8. Prelazak sa reaktivnog na proaktivno te prediktivno djelovanje [12]

[10] ICAO (International Civil Aviation Organization) – Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo

Reaktivna metoda uključuje analizu prošlih rezultata i događaja, a koristila se do 70-ih godina prošlog stoljeća te se pridržavala postojećih standarada i zakona. Opasnosti su identificirane kroz istraživanja sigurnosnih pojava. Incidenti i nezgode su jasni pokazatelji nedostatka sustava i stoga se mogu koristiti za određivanje opasnosti koje pridonose neželjenom događaju ili su skrivene. Reaktivna metoda prakticirala je, u slučaju nastanka novog problema koji do tada nije bio evidentiran, uvođenje novog propisa kako bi se taj problem riješio. Dakle, reaktivna metoda čekala je da se nesreća ili nezgoda dogodi, te nakon toga bi se djelovalo uvođenjem novih propisa koje bi spriječili iste pogreške u budućnosti. [4] Reaktivna metoda identifikacije opasnosti sastoji se od sljedećih koraka: [12]

- odabrati proces istrage, kao što je Boeing-ov pomoćni program odlučivanja o pogreškama u održavanju (MEDA[11]), koji sustavno određuje opasnosti ili faktore koji pridonose neželjenom događaju, a na temelju tih nalaza, omogućuje organizaciji da razvije i promatra sveobuhvatne popravke;
- odabrati i trenirati sve istražitelje, upravljanje, kao i rad na dosljedan način kako bi se kasnije smanjila razlika u interpretaciji. Pozvati / potaknuti regulatorne inspektore da pohađaju takve treninge;
- odrediti prikazane kriterije kako bi se utvrdilo koji će događaji biti istražen;
- uspostaviti tim koji će pregledati rezultate istrage i odabrati područja za poboljšanje;
- informirati sve osoblje o statusu poboljšanja u tijeku. Koristiti biltene, web stranice tvrtke, sastanke posade i postere koji pokazuju i podsjećaju da proces funkcionira, a netko zapravo prati napredak;
- stvoriti baze podataka za dokumentiranje informacija o istrazi i mjerama promjene.

Proaktivna metoda uključuje analizu postojećih ili trenutnih situacija, što je primarni posao za sigurnosne funkcije u obliku revizija, procjena, izvješćivanja zaposlenika, povezanih analiza i procjena procesa. To uključuje aktivno traženje opasnosti u postojećim procesima. Stoga proaktivna metoda nastoji djelovati prije nego što se pogreška dogodi. [4] Proaktivna metoda identifikacije opasnosti sastoji se od: [12]

- razviti dobrovoljni proces izvješćivanja opasnosti u kojem se opasnosti mogu prijaviti preko papira i olovke, telefonskim pozivom i putem intraneta tvrtke;
- garancija povjerljivog ili anonimnog izvješćivanja;
- koristiti povratne pozive kako bi dobili više informacija o opasnosti od reportera;
- neka reporter zna što se radi na rješavanju opasnost koja je prijavljena;

[11] MEDA (Maintenance Error Decision Aid) – Boeing-ov pomoćni program u donšenju odluka kod grešaka u održavanju

- u izvješću savjetovati primjenjive smjernice; inžinjerskim sustavima kao što je FAA[12]-ov Zrakoplovni akcijski program sigurnosti ASAP[13] i primjenjivati sustav.

Metoda predviđanja uključuje prikupljanje podataka kako bi se utvrdili mogući negativni budući ishodi ili događaji, analizom procesa sustava i okoliša identificirati potencijalne opasnosti u budućnosti i iniciranje olakotne radnje. Prediktivna metoda identifikacije opasnosti sastoji se od: [12]

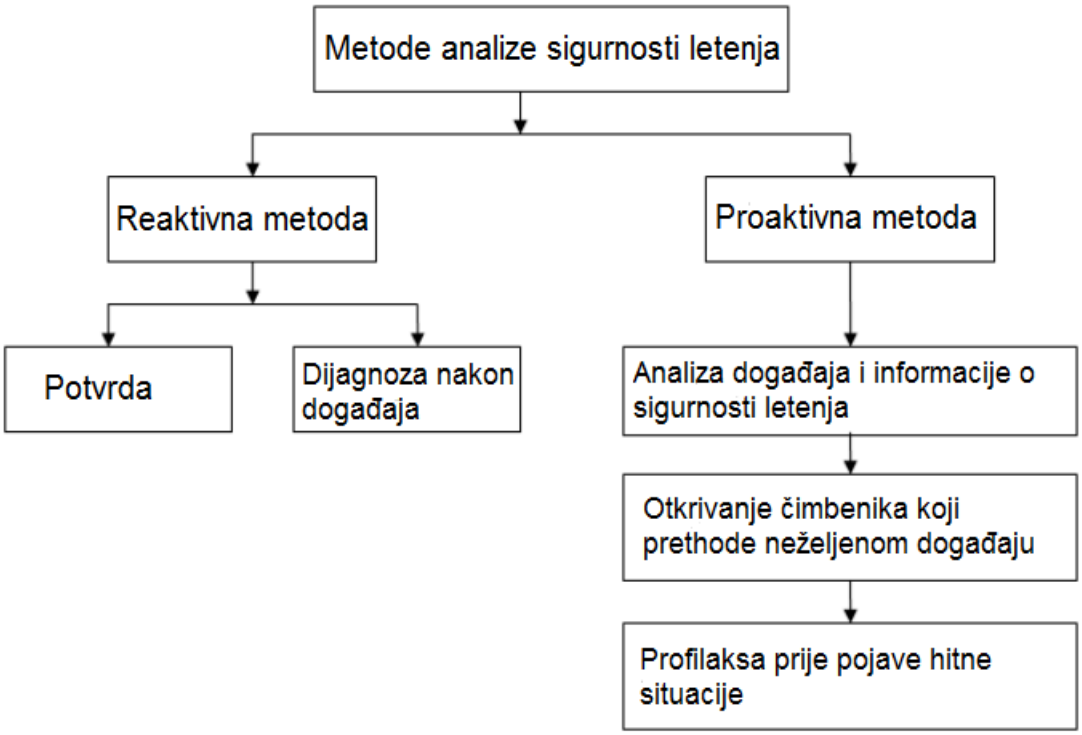
- organizacije za održavanje i inženjering već koriste neke predvidljive pristupe za identifikaciju opasnosti, uključujući praćenje stanja motora i program pouzdanosti. Međutim, organizacije za održavanje i inženjering potiču provođenje prediktivnog programa za promatranje ponašanja kao linijsko održavanje operacija procjene sigurnosti (LOSA);
- odrediti potrebita područja za ciljana LOSA opažanja te ih provoditi;
- iz promatranja, odabrati ponašanja koje treba poboljšati korištenjem kalibrirane opreme;
- provoditi intervencije zbog promjene odabranog ponašanja;
- provoditi više zapažanja kako bi se utvrdilo jesu li se ponašanja promijenilo;
- ponoviti proces.

U današnje moderno vrijeme, gdje se zračni promet sve više razvija i povećava, razina rizika od pojave neželjenih događaja i ljudskih grešaka mora ostati na što manjoj razini, te se stoga prešlo s reaktivne na proaktivnu metodu menadžmenta sigurnosti. Takva metodologija uzima u obzir puno više faktora, zahtjeva i parametara, a sastoji se od nadopunjenja ICAO-ove preporučene prakse i standardne prakse, te je potrebno: [12]

- uvođenje metoda za upravljanje rizikom koje su znanstveno utvrđene;
- menadžment sigurnosti treba imati snažnu potporu vrhovnog menadžmenta;
- uvođenje kulture sigurnosti u svakodnevnu praksu, poduprijeti svaku aktivnost i svaku komunikaciju koja može dovest do povećanja sigurnosti;
- praktično uvođenje standardnih operacijskih procedura, što uključuje i checkliste i konzultacije u skupinama (*briefings*);
- radnu atmosferu kod koje se prikupljaju podaci i parametri, a ne dolazi do sankcija;
- sustave za prikupljanje, obradu i dijeljenje povjerljivih podataka sakupljenih tijekom rutinskih operacija;
- sustavno istraživanje nesreća i nezgoda koje se temelji na objektivnosti i nema za jedini cilj utvrđivanje krivca;
- uvođenje sigurnosnog treninga za operativno osoblje, kao i upoznavanje osoblja s ljudskim čimbenikom;

[12] FAA (Federal Aviation Administration) – Američka uprava za civilno zrakoplovstvo
[13] ASAP (Aviation Safety Action Program) – Zrakoplovni akcijski program sigurnosti kod FAA

- razmjenu podataka o metodama i procedurama u sigurnosnom menadžmentu između operatera i država;
- sustavno motrenje svih sustava uključenih u menadžment sigurnosti radi što boljeg uvođenja i praćenja sigurnosnih parametara.



Slika 9. Grafički prikaz analize sigurnosti leta uključujući proaktivne metode [13]

Cilj novog pristupa je da se analizom prikupljenih podataka i informacija prikažu događaji koji su prethodili opasnim zračnim događajima i poduzmu preventivna ulaganja i prije nastanka izvanredne situacije. Osiguranje prijelaza iz dijagnostičke, reaktivne na proaktivnu, odnosno prediktivnu metoda analize zračnih događaja može se postići pomoću odgovarajućeg programa, metode, tehnike i alata za analizu i razvoj podataka o rizicima sigurnosti leta što prikazuje slika 9. U okviru tog programa se skupljaju podatci i informacije o: [13]

- incidentima u zraku/ zrakoplovne priredbe;
- od pasivnog sustava informiranja o opasnim događajima (ciljani sustav kontrole zračnog prometa);
- od dobrovoljnog sustava informiranja o svim proizlazećim rizicima sigurnosti letenja;
- od sustava obuke na simulatoru letenja;
- od revizije i inspekcije.

Osnova za proaktivno upravljanje sigurnošću je kontinuirana i sustavna formula za poduzimanje radnji u sljedećim područjima: [13]

- identifikaciju opasnosti,
- analiza rizika
- da su dostatne za dobivene rezultate popravnih i / ili preventivnih radnji.

Povijest napretka u sigurnosti zračnog prometa može se podijeliti u tri razdoblja: [4]

- Tehnička era - od ranih 1900-ih do kraja 1960-ih. Zrakoplovstvo je nastalo kao oblik masovnog prijevoza u kojem su identificirani sigurnosni nedostaci u vezi s tehničkim čimbenicima i tehnološkim promašajima. Fokus sigurnosnih nastojanja stoga je stavljen na istraživanje i poboljšanje tehničkih čimbenika. Do 1950-ih, tehnološka poboljšanja dovela su do postupnog pada učestalosti nesreća i sigurnosni procesi su prošireni kako bi bili obuhvaćeni propisima i nadzorom.

- Era ljudskog faktora - od ranih 1970-ih do sredine 1990-ih. U ranim 1970-im, učestalost zrakoplovnih nesreća znatno je smanjena zbog velikih tehnoloških dostignuća i poboljšanja sigurnosnih propisa. Zrakoplovstvo je postalo sigurniji način prijevoza, a fokus sigurnosnih nastojanja je bio proširen i na pitanja ljudskog faktora, uključujući sučeljavanje čovjek/stroj. To je dovelo do potrage za informacijama o sigurnosti izvan istražnog postupka onoga što je generiralo ranije nezgode. Unatoč uloženim sredstvima u ublažavanju pogreške, ljudska izvedba i dalje se navodi kao ponavljajući faktor u nesrećama (Slika 2-1). Primjena znanosti ljudskih čimbenika sklona je usredotočiti na pojedinca, ne u potpunosti na operativan i organizacijski kontekst. Tek početkom 1990-ih prvi put je priznato da pojedinci djeluju u složenom okruženju, koji uključuje više faktora koji imaju potencijal da utječu na ponašanje.

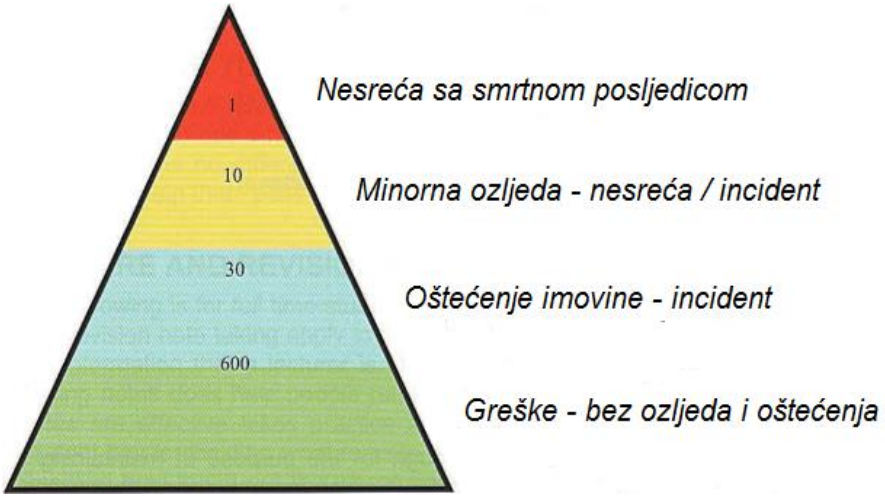
- Organizacijska era - od sredine 1990-ih do danas. Tijekom organizacijske ere, sigurnost se počela gledati iz sustavne perspektive, što obuhvaća organizacijske faktore osim ljudskih i tehničkih čimbenika. Kao rezultat toga, uveden je pojam – organizacija nesreće s obzirom na utjecaj organizacijske kulture i politike o učinkovitosti kontrola sigurnosnog rizika. Osim toga, tradicionalno prikupljanje i analiza podataka stvara napore koji su bili ograničeni na korištenje podataka prikupljenih istraživanjem nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova, te su dopunjeni sa novim proaktivnim pristupom sigurnosti. Ovaj novi pristup temelji se na rutinskom prikupljanju i analizi podataka pomoću proaktivne i reaktivne metodologije za praćenje poznatih sigurnosnih rizika i otkrivanje sigurnosnih problema u nastajanju. Ta poboljšanja formulirala su načela za kretanje prema pristupu upravljanja sigurnošću.

3.3. Heinrichova piramida

Zrakoplovna nesreća i/ili nezgoda, kao i svaka druga, gotovo je nemoguće predvidiva. Takve nesreće rijetko rezultiraju iz jednog neuspjeha, već iz kombinacije više njih. Greška u održavanju uzrokuje kvar u letu te član posade koji na kraju reagira na pogrešan način. Drugim riječima, nesreća proizlazi iz lanca događaja koje je teško analizirati, ali isto tako pruža više mogućnosti da ih spriječi. Ako se neka od karika u lancu pravovremeno odstrani ili ispravi, nesreća se može izbjeći.

Izraz „greška pilota“ je svojstvena zrakoplovstvu; ne postoji ekvivalent u civilnom svijetu – liječnička pogreška, greška inžinjera i slično. To je fraza koja se sve rijeđe upotrebljava, pogotovo s boljom uvježbanošću ljudskih čimbenika. Međutim, postoji potreba za procjenu čovjekove odgovornosti u slučaju napretka pogreške. Menadžment za upravljanje resursima posade, suradnja među posadama i vježbe ljudskih čimbenika, svi imaju ulogu u osiguravanju sigurnosti zrakoplova, posade i putnika. U zrakoplovnoj terminologiji, incident je opasan događaj koji nema ozbiljne posljedice. Istraživanje sigurnosti koje je provedeno u industrijskoj djelatnosti u Sjedinjenim Američkim Državama 1969. godine pokazalo je da nakon 600 izvarednih događaja kod kojih nije došlo ni do ozljeda niti do materijalnih šteta slijedi: [4]

- 30 nezgoda;
- 10 ozbiljnih nezgoda;
- 1 nesreća.



Slika 10. Heinrichova piramida [4]

Ova statistika može se prikazati i u obliku piramide kao što je prikazano na slici 10. Tada se ta piramida naziva Heinrichova piramida. Prema ovoj statistici može se smatrati da su ovim izvarednim događajima prethodile stotine situacija kod kojih je došlo do smanjenja sigurnosti, ali zbog njihovog neevidentiranja nije ništa napravljeno da se izbjegnu budući izvaredni događaji. Moderna metodologija zahtijeva od

operativnog osoblja i od menadžmenta da identificiraju potencijalno opasne situacije prije nego one evoluiraju u nesreću. [11]

3.4. Safety Culture

Zračni prijevoz kao sustav velikog opsega objedinjava mnoge različite kulture koje se međusobno isprepliću. Zbog toga se razvijaju standardi jednaki među svim članovima ovog sustava po pitanju sgurnosti. Ljudi različito reagiraju na promjene i na različite načine rješavaju iste probleme. Na globalnoj razini moderne zrakplovne operative i sustava sve se više spominje pojam sigurnosne kulture. Pojam je razvio prof. Robert Helmreich sa Sveučilišta u Teksasu svojim istraživanjima razvoja operativnih programa sigurnosti zrakoplovne operative, te danas ima sve veći utjecaj u zrakoplovstvu. To je sustav vrijednosti, pravila ponašanja i djelovanja karakterističnih za određeni sustav. Ona određuje pravila ponašanja u sustavu, u ovom slučaju zrakoplovstvu, te pojedincu nalaže kako se ponasašti u tom opsežnom sustavu. Kulturu karakteriziraju uvjerenja, vrijednosti, predrasude i rezultati njihova ponašanja koji su zajednički za sve članova društva, grupe ili organizacije. Razumijevanje tih kulturnih komponenti, te interakcija između njih, važno je za upravljanje sigurnošću. Tri najutjecajnije kulturne komponente su organizacijska, profesionalna i nacionalna kultura. Kultura izvješćivanja je ključna komponenta tih različitih kultura. Mješavina kulturnih komponenti može znatno varirati među organizacijama i može negativno utjecati na učinkovito izvještavanje opasnosti, zajedničku analizu uzroka i prihvatljivo smanjenje rizika. Kontinuirano poboljšanje sigurnosti izvedbe je moguće kada sigurnost postaje vrijednost unutar organizacije, kao i prioritet na nacionalnoj ili profesionalnoj razini. Sigurnosna kultura obuhvaća percepcije i uvjerenja članova jedne organizacije koja se odnose na javnu sigurnost i može biti ovisno o ponašanju članova. Zdrava kultura sigurnosti oslanja se na visok stupanj povjerenja i poštovanja između osoblja i menadžmenta te stoga mora biti izrađena uz potporu na višoj razini upravljanja.

Kultura je složeni socijalni dinamički sustav koji određuje i utječe na naše osobne odluke i razmišljanja. Budući da kultura ima veliki utjecaj i na osobne odluke ljudi i budući da su ljudi skloni tome da pri donošenju svih odluka uzimaju u obzir što im njihova kultura govori o njihovim postupcima, za sigurnosni menadžment vrlo je bitno razumijevanje kulturološkog čimbenika. Na temelju ovih činjenica profesor Helmreich pokrenuo je projekt *Human facture project.* U sklopu ovog projekta radio je na definiranju ljudskog čimbenika i u sklopu ovog znanstvenog područja izvršio analizu te utvrdio utjecaj kulture pojedinca na sigurnost u pilotskoj kabini. Smatra da bi se u zrakoplovstvu posebna pažnja trebala posvetiti ovom problemu te uvodi pojam *Safety Culture*. [14]

Zdrava kultura sigurnosti aktivno traži poboljšanja, budno ostaje svjesna opasnosti i koristi sustave i alate za kontinuirano praćenje, analizu i istraživanje. Mora

postojati u državnim zrakoplovnim organizacijama, kao i u organizacijama pružatelja usluga i proizvoda. Ostale karakteristike zdrave kulture sigurnosti uključuju zajedničku predanost osoblja i upravljanje osobnim sigurnosnim odgovornostima, povjerenje u sigurnosni sustav i dokumentirani skup pravila i politike. Odgovornost za uspostavljanje i poštivanje sigurnosne prakse leži u upravljanju organizacijom. Sigurnosni kultura ne može biti učinkovita ukoliko nije ugrađena unutar vlastite kulture organizacije. [4]

Kod prelaska na proaktivnu metodologiju i moderno shvaćanje sigurnosti koje uključuje kulturnu sigurnost, svi u lancu odlučivanja snose odgovornost za pogrešku nastalu u operativnom djelu. Ovim se dio odgovornosti prebacuje na menadžment, a time menadžment mora još veću pozornost posvediti da ne dođe do pogreške, jer izravno za pogreške odgovaraju kod nadležnih državnih organa. Važan je odnos svih koji imaju utjecaj na sigurnost. Svi koji sudjeluju u prijevoznom procesu moraju surađivati na razini sigurnosti, dakle između davaoca usluge u zrakoplovstvu i nadležnih organa vlasti. Među svim sudionicima trebao bi postojati dijalog koji za glavnu svrhu ima razmjenu informacija. Ovim dijalogom trebaju se izmjenjivati sve informacije vezane za sigurnost, bez formalnosti, jer tada se najčešće razmjenjuju osnovne informacije dok se oni pravi problemi zanemaruju. Danas se definiraju tri različita oblika kulture koji različito utječu na pojedinca i sustav, a to su nacionalna, profesionalna i organizacijska kultura, prikazane slikom 11. [4]



Slika 11. Prikaz međusobne povezanosti tri oblika sigurnosne kulture [4]

Tablica 3.2. prikazuje kako bi se reagiralo na pojedine akcije u organizacijama koje imaju razvijenu, slabo razvijenu i nerazvijenu kulturu sigurnosti.

Tablica 3.2. Karakteristike kulture sigurnosti prema razvijenosti

Karakteristike	**Kultura sigurnosti**		
	Loša	**Birokratska**	**Pozitivna**
Informacija o grešci je:	Zataškivana	Ignorirana	Aktivno zabilježena
Donositelji informacije su:	Obeshrabrivani ili kažnjeni	Tolerirani	Ohrabrivani i doškolovani
Odgovornost za sigurnost se:	Izbjegava	Razdijeljena	Dijeli
Širenje sigurnosnih informacija se:	Obeshrabruje	Dozvoljava ali obeshrabruje	Nagrađuje
Greške dovode do:	Zataškivanja	Ispravljanja pogreške	Ispravljanje štete u sustavu i nadogradnje sustava
Nove ideje su:	Neostvarive	Tretiraju kao novi problem	Dobrodošle

Izvor: [11]

Obično nakon što se pronađe uzrok izvarednog događaja, traži se tko je odgovoran za pogrešku koja je do događaja dovela. Tako je još i sad u većini svjetskih država pa tako i kod nas da je sankcija osnovno oružje protiv ljudske pogreške u sustavu. Psihofizički sankcija bi trebala djelovati tako da:

1. ruši povjerenje u osobu kojoj je nametnuta;
2. štiti sustav da se greška ne ponovi;
3. mijenja ponašanje osobe kojoj je nametnuta;
4. pokazuje ostalima do čega dolazi ako se ne slijede pravila. [4]

3.4.1. Nacionalna kultura

Nacionalna kultura razlikuje karakteristike pojedinih zemalja, uključujući i ulogu pojedinca u društvu, na način na koji se distribuira tijelo i nacionalnih prioriteta s obzirom na resurse, odgovornosti, moralnosti, ciljeve i različitie pravne sustave. Iz perspektive upravljanja sigurnošću, nacionalna kultura igra veliku ulogu u određivanju prirode i opsega regulatorne politike za provedbu, uključujući i odnos između regulatornog tijela i industrijskog osoblja, te u kojoj mjeri je informacija o sigurnosti zaštićena. Nacionalna kultura čini suštinsku komponentu osobnih uvjerenja koja sama po sebi oblikuje sigurnosne perspektive pojedinaca prije njihovog članstva unutar organizacije. To može značajno utjecati na organizacijsku kulturu prisutnu među članovima. Neki aspekti, kao što su udaljavanje od autoriteta, individualizam, odnos prema pravilima i radu, kolektivizam, obuhvaćeni nacionalnom kulturom, su identificirani kao kritični u zrakoplovstvu. [4]

3.4.2. Profesionalna kultura

Profesionalna kultura razlikuje karakteristike pojedinih stručnih skupina kao na primjer ponašanje pilota i odnosu na ponašanje kontrolora zračnog prometa, osoblja civilnog zrakoplovstva ili inženjera održavanja. Kroz odabir kadrova, obrazovanje, trening, iskusto na radnom mjestu, profesionalci imaju tendenciju da usvoje sustav vrijednosti i razviju obrasce ponašanja u skladu sa svojim vršnjacima ili prethodnicima. Učinkovita profesionalna kultura odražava sposobnost profesionalnih skupina da razlikuju probleme izvođenja sigurnosti i ugovornih ili industrijskih problema. Zdrava profesionalna kultura može se okarakterizirati kao sposobnost za sve profesionalne skupine unutar organizacije da zajednički rješavaju probleme u izvođenju sigurnosti. [4]

Pozitivni aspekt profsionalne kulture je ponos i pristupačnost pilota prema profesiji što ih motivira da dobro obave posao, čime je i sam let sigurniji. No negativna komponenta profesionalne kulture je osjećaj profesionalne neranjivosti i zanemarivanje tima. Većina pilota smatra da je njihovo donošenje odluka jednako ispravno u izvanrednim kao i normalnim situacijama, te da osobni problemi ne utječu na njihovu učinkovitost.

3.4.3. Organizacijska kultura

Organizacijska kultura odnosi se na karakteristike i sigurnosne percepcije među interakcijama članova unutar određenog subjekta. Organizacijski vrijednosni sustavi uključuju postavljanje prioriteta ili balansiranje politike pritom pokrivajući područja kao što su produktivnost u odnosu na kvalitetu, sigurnost u odnosu na učinkovitost, područje financija naspram stručnosti i provedbe u odnosu na korektivne mjere. Najveći potencijal za stvaranje i održavanje učinkovite, samoodržive kulture za upravljanje sigurnošću je organizacijska razina. Organizacijska kultura postavlja

granice za prihvaćene izvršne i operativne izvedbe uspostavljanjem norme i ograničenja. Javlja se kao posljedica dugogodišnjeg rada i pripadnosti u određenoj organizaciji. To je vidljivo kod letačkog osoblja jer piloti pojedine zrakoplovne kompanije mogu dolaziti iz više država (različitih nacionalnih kultura) i iz različitih sustava školovanja (bivši vojni piloti, piloti s doškolovanjem, profesionalni piloti itd.) pa ipak, nakon određenog vremena, svi poprime neka zajednička svojstva koja su karakteristična za tu organizaciju: koliko se poštuje rad zaposlenika, toleriraju njihove greške, pazi na njihovu sigurnost, itd. [4]

4. STATISTIKA NESREĆA ČIJI PRIMARAN UZROK JE LJUDSKI FAKTOR

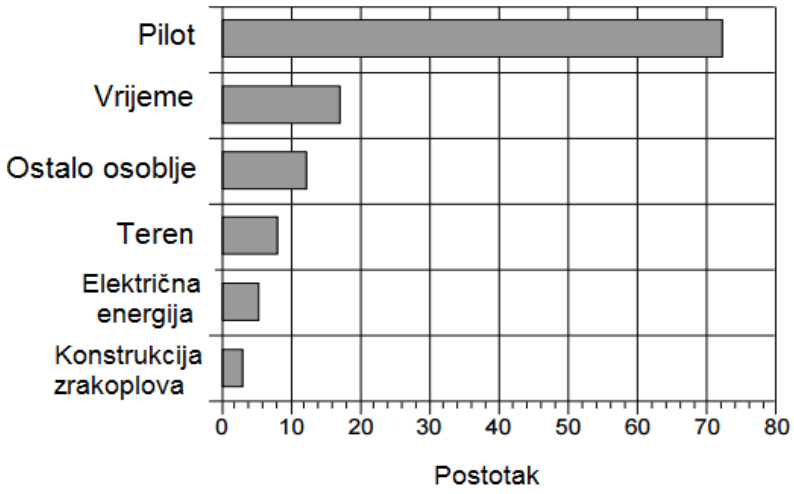
U počecima letenja i zračnog prijevoza, otprilike 80 % nesreća uzrokovano je stroj, a 20 % su uzrokovane ljudskom pogreškom što prikazuje slika 12. Danas ta statistika je obrnuta. Oko 80 % zrakoplovnih nesreća nastaje zbog ljudske pogreške (pilota, kontrolora zračnog prometa, mehaničara, itd), a 20 % su zbog neuspjeha ili greške uređaja. Pilotska greška nije ograničena na regionalnoj zrakoplovnoj industriji. Iako kapetani i stariji piloti zrakoplova imaju više iskustva, automatizirani sustavi u kokpitu zrakoplova i ostali članovi posade, također su osjetljivi na ljudske pogreške.



Slika 12. Grafički prikaz postotka uzročnosti zrakolovnih nsreća [15]

Rast zrakoplovne industrije tijekom posljednjih par desetljeća ne bi bio moguć da napredna tehnologija nije bila dostupna da podupire povećanu potražnju za uslugama u zračnom prijevozu. Uvođenje moderne tehnologije nema primiran cilj poboljšanje sigurnosti; uvođenje tehnologije u prvom redu usmjereno je na zadovoljavanje potreba za povećanjem isporuke usluga, uz zadržavanje postojećih granica sigurnosti. Prema psihloški baziranoj perspektivi, izvor pogreške "prebiva" u osobi, i posljedica je specifičnih psiho-socijalnih mehanizmima koje istražuju i objašnjavaju različitie grane istraživanja i primijenjene psihologije. Statistička je činjenica da u zrakoplovstvu milijuni operativnih pogrešaka su na dnevnoj bazi, što prethodi glavnom kvaru. Osim manjih godišnjih fluktuacija, statistike industrije dosljedno prikazuju broj nezgoda manji od jedne kobne nesreće na milijun odstupanja u posljednjem desetljeću. U različitim uvjetima komercijalnih zrakoplovnih operacija u svijetu, svakih milijun proizvodnih ciklusa počinjena je operativna greška koja razvija štetan potencijal dovoljno jak da prodre u sustavu obrane i generira veliki sigurnosni

slom. Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva ICAO daje pregled u analize zrakoplovnih nesreća u svijetu. Podatci koje uzimaju u obzir statistički se obrađuju na globalnoj razini, a temelje se na nacionalnim izvješćima. Vođenje statističkih podataka vrlo je važno u ovakvom segmentu prometovanja, jer se temeljem praćenja statistika zrakoplovnih nesreća i nezgoda dobiva pregled događanja istih u određenom vremenskom periodu i prema određenim segementima leta. Detaljim analizama dobivenih podataka može se odrediti postojeća razina sigurnosti i pouzdanosti u zračnom prometu te kako bi se postojeća razina povećala. Kao što je već prije spomenuto, nesreća ili nezgoda u zrakoplovstvu najčešće je prouzročena nizom različitih čimbenika. U današnjem modernom i tehnički vrlo naprednom vremenu za zrakoplovstvo, razvijen je pristup kojim se broj nesreća i nezgoda nastoji smanjiti identificiranjem i pravovremenim otklanjanjem pogrešaka. Slika 13 pokazuje da je 72% nesreća prouzročeno pilotskom greškom. Vrijeme je presudni faktor u 17% nesreća. Ostale osobe pridonose 12% nesreća, a tu se podrazumijevaju, osim pilota zrakoplova, kontrolori zračnog prometa, ostali članovi posade i radnici održavanja zrakoplova. [16]



Slika 13. Uzročnost nesreća [16]

Iako je zračni promet danas u svijetu okarakteriziran kao najsigurniji oblik prijevoza, određena stopa nesreća i nezgoda je prisutna. Prema današnjim statistikama, 70-80% zrakoplovnih nesreća civilnog i vojnog zrakoplovstva, posljedica je ljudske pogreške. Uz ljudsku pogrešku, tj. čimbenik čovjek, utjecaj imaju okolina i sam zrakoplov. Obzirom da najveći postotak uzročnosti ima ljudska pogreška, većina istraživanja, rezultata, propisanih zakona i regulativa odnosi se upravo na to. Zrakoplovni sustav je kompleksan sustav koji se sastoji od mnogo faktora, a u svakom od njih prisutan je čovjek te se izrađuju razne studije o razumijevanju ovog čimbenika kako bi se moglo na njega pozitivno i pravovremeno djelovati. Tako kod analize ljudske pogreške, uz analizu letačkog osoblja koje je direktno vezano za izvršavanje različitih faza leta, na faktor sigurnosti i moguće pogreške treba pratiti i kod samog projektiranja, konstrukcije, održavanja i eksploatacije zrakoplova. Usavršavanje tehnike i tehnologije izrade zrakoplova, primjenom novih materijala, zrakoplovi su postali savršeniji i

otporniji na oštećenja, čime se broj nesreća uzrokovanih samim zrakoplovom smanjio. No ljudska pogreška postala je sve veći uzročnik nesreća.

Današnje statistike zrakoplovnih nesreća i uzroka znatno variraju od zemlje do zemlje, poglavito po pitanju Amerike i Europe, stoga se na međunarodnoj razini referentnima smatraju statistička izvješća Međunarodne organizacije za civilno zrakoplovstvo ICAO i izvješća američke tvrtke *Boeing*. Tablica 4.1. pokazuje ukupan broj zrakoplovnih nesreća u razdoblju od 1959. – 2015. godine, podijeljeno na prijevoz putnika redovitim linijama i charter prijevozom, te broj nesreća cargo zrakoplova. Promatrajući tablicu 4.1., može se primjetiti da nije dolazilo do znatnijih odstupanja u broju nesreća. Međutim, zbog povećanja obujma zračnog pormeta, uvođenjem novih linija, većom kilometražom i vremenima letenja, ovi podatci nisu u potpunosti referentni. Zapravo se može reći da se promet s predispozicijom umnožavanja kolizijskih momenata intenzivirao. Moderna tehnologija razvijena kroz to vrijeme omogućuje razvoj i primjenu mnogih modernih sustava koji uvelike pomažu pri konstrukciji i eksploataciji zrakoplova, a prosječna starosna dob svjetske flote zrakoplova također je smanjena. Temeljem ovog može se zaključiti da se broj zrakoplovnih nesreća smanjio, ali obzirom na rast broja putnika i sve veću potražnju za prijevozom, broj smrtno stradalih ostao je približno isti. [17]

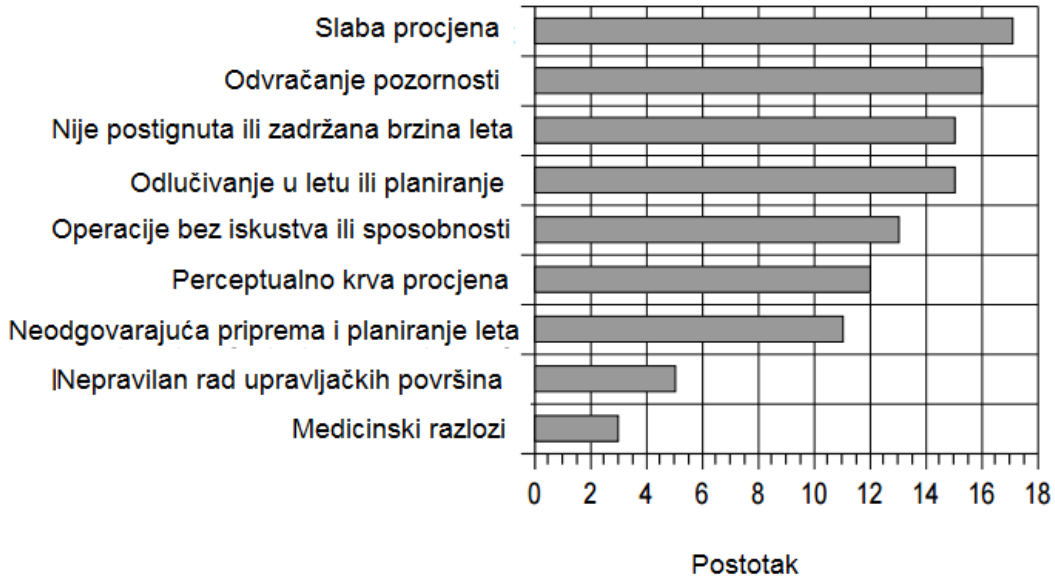
Tablica 4.1. Broj zrakoplovnih nesreća i smrtnosti putnika u svijetu

Vrste operacija	Nezgode		Nesreće		Smrtno stradali	
	1959-2015	2006-2015	1959-2015	2006-2015	1959-2015	2006-2015
Prijevoz putnika: • Redovite linije • Charter prijevoz	1,525 1,404 121	312 288 24	495 449 46	48 45 3	29,165 25,039 4,126	3,133 3,117 16
Prijevoz tereta	269	63	80	14	273	41
Testovi održavanja, pozicioniranje treninzi, demonstracije...	124	11	44	3	208	17
Ukupno	1,918	386	619	65	29,646	3,191

Izvor: [17]

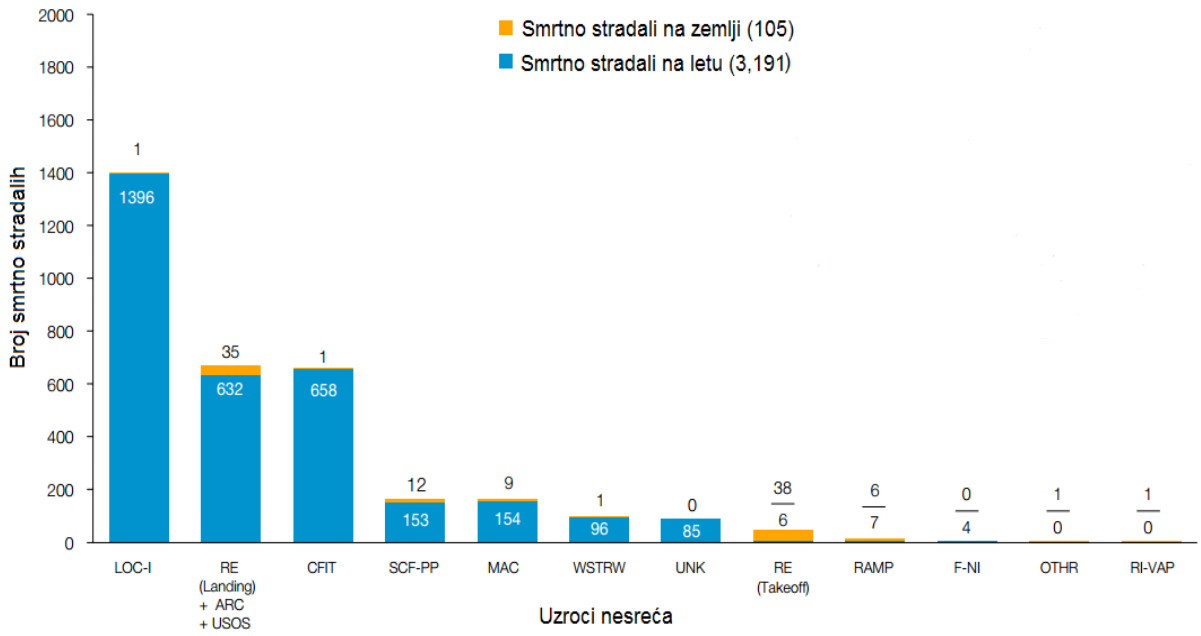
Uzrok razlikama između statističkih izvješća pojedinih zemalja su razlike u interpretaciji čimbenika čovjek i nejedinstveni kriteriji određivanja utjecaja čovjeka.

Čovjek projektira, gradi i eksploatira zrakoplov pa bi se moglo zaključiti da je za sve pogreške u zrakoplovstvu kriv čovjek, pa dolazi do toga da različite zemlje dodjeljuju čovjeku različitu odgovornost za iste pogreške. Kod vođenja statističkih analiza ICAO i *Boeing* ne uzimaju podatke iz zemalja takozvanog bivšeg istočnog bloka zbog nevjerodostojnosti podataka, također se ne uzimaju podaci o nesrećama vojnih zrakoplova i civilnih zrakoplova koji su obavljali prijevoz za vojne potrebe, ali su uzete nesreće u kojima su sudjelovali vojni zrakoplovi kod prijevoza za civilne potrebe. Slika 14 pokazuje najčešće pilotske faktore kao uzorke nesreća. Najčešće dodijeljen faktor je loša procjena. Drugi zajednički faktori su brzo donesene odluke u letu ili loše planiranje, rad bez iskustva ili sposobnosti. Ovi rezultati su u skladu s općim nalazima širom svijeta da neadekvatno donošenje odluka pridonosi velikim udjelom u zrakoplovnim nesrećama i zrakoplovnim operacijama. Primjeri neadekvatnog odlučivanja ili loše prosudbe svjesno nastavljaju let u nepovoljnim vremenskim uvjetima, nedopuštenom niskom letu i niskom razinom goriva. Medicinski faktori su relativno rijetki. [16]



Slika 14. Najčešći uzroci nesreća [16]

Sljedeći grafički prikaz prikazuje smrtnost putnika u razdoblju od 2006. – 2015. godine raspodjeljene prema uzrocima nesreća. Tako najveći broj smrtno stradalih je posljedica gubitka kontrole nad zrakoplovom u letu, što je u većini slučajeva greška pilota. Sljedeći uzrok je izlijetanje zrakoplova sa piste prilikom slijetanja usljed nepravilnog dodira ili promašaja. Treći najzastupljeniji uzrok je kriva procjena posade zrakoplova prilikom prilaženja za slijetanje ili prelaženje prepreka, te takav kontrolirani let završava udarom zrakoplova u teren. [17]



Slika 15. Grafikon broja fatalnih nesreće u svijetu u razdoblju 2006-2015. [17]

Legenda: [17]

LOC-I	Loss of Control – In Flight	Gubitak kontrole u letu
RE	Runway Excursion (Takeoff or Lnading	Izlijetanje sa USS-e
CFTI	Controlled flight Into or Toward Terrain	Kontrolirani let koji završava u terenu
SCF-PP	System/Component Failure or Malfunction	Kvar u sistemu ili komponente
MAC	Midar/Near Midair Collision	Sudar u zraku
WSTRW	Wind Shear or Thunderstorm	Oluja i smicanje vjetra
UNK	Unknown or Undetermined	Nepoznat uzrok
RAMP	Ground Handling	Sudar prilikom prihvata i otpreme
F-NI	Fire/Smoke (Non impact)	Požar/dim bez udara
OTHR	Other	Ostalo
RI-VAP	Runway Incursion – Vehicle, Aircraft or Person	Udar drugog stranog predmeta; FOD
ARC	Abnormal Runway Contact	Tvrdo slijetanje
USOS	Undershoot/Overshoot	Udar prije ili poslije USS-e

Također treba obratiti pažnju da nesreće nisu uvijek uzrokovane greškama pilota i zanemarivanjem propisanih pravila i postupaka, dakle nisu posljedice individualaca. Mnogi zrakoplovni analitčari i istražitelji nesreća, uzroke sve više traže u fazama projektiranja, proizvodnje i održavanja zrakoplova. Današnju sustav automatizacije omogućio je čovjeku više slobode i manje napora kod izrade i održavanja, ali dolazi se do pitanja pouzdanosti takvog sustava. U održavanju zrakoplova, automatizacija je trenutno u uporabi, ali se ne upotrebljava u velikoj mjeri, jer tehničari obavljaju fizički rad na zrakoplovu. Primjeri alata automatizacije su: IMIS[14] (Integrated Maintenance Information System), BITE[15] (Built-In Test Equipment), i

[14] IMIS (Integrated Maintenance Information System) - Integrirani informacijski sustav za održavanje
[15] BITE (Built-In Test Equipment) – Ugrađena oprema za testiranje

SHM[16] (Structural Health Monitoring). IMIS utjelovljuje veliki udio računalno izvedene tehnologije koja pomaže tehničarima u dijagnosticiranju zrakoplovnih i sustavnih kvarova i otkaza i obavljanju potrebnog održavanja. Sustav je vrlo prenosiv i može se ponijeti do zrakoplova s kvarom baš kao bilo koji drugi alat koji tehničar može zatrebati. Sustav čak može biti priključen na specijalizirano mjesto na zrakoplovu i automatski dobivati podatke o stanju sustava zrakoplova. Velik dio vremena dijagnoze ili testiranja može biti spašen, kod zrakoplova koji imaju ugrađenu opremu za testiranje BITE. Najvažnije prednosti i isplativost takvog sustava je u tome što su problemi održavanja identificirani i ispravljeni u svom ranom stadiju razvoja. Prednost je da članovi posade mogu biti upozoreni i konzultirati se o problemu u održavanju, čime povećavaju svoje sposobnosti donošenja odluka u svrhu osiguranja nastavka sigurnih operacija zrakoplova na temelju stvarnih i pravovremenih činjenica. Sustav za praćenje tehničkog stanja strukture zrakoplova SHM (Structural Health Monitoring) je koncept tehnološkog sustava koji omogućuje praćenje tehničkog stanja strukture zrakoplova. SHM je ključna tehnologija za održavanje integriteta strukture zrakoplova u budućnosti. Osnovni princip leži u stvaranju pouzdane tehnologije bez razaranja koja je sastavni dio strukture zrakoplova. Cilj sustava praćenja tehničkog stanja strukture zrakoplova je pratiti stanje strukture zrakoplova pomoću ugrađenih ili priključenih senzora bez razaranja i koristiti podatke u svrhu procjene stanja strukture. [1]

Ljudska pogreška u održavanju obično se manifestira kao nenamjerna pogreška (fizička razgradnje ili otkaz) koja se može pripisati aktivnostima ili neaktivnostima tehničara za održavanje zrakoplova. Statistike pokazuju da se organizacijske ili sustavne pogreške unutar organizacije za održavanje zrakoplova ne ograničavaju na samo jednu organizaciju ili jednu regiju. U analiziranim nesrećama, ponašanje organizacija i pojedinaca unutar organizacija prije nesreće su vrlo slična. Na primjer: [12] i [18]

- osoblje održavanja nije u skladu s utvrđenim postupcima i procedurama (aktivni propust);
- oni koji su odgovorni za osiguranje poštivanja utvrđenih postupaka i procedura nisu uspjeli u nadzoru tajnih događanja, i to ne ‘jednokratno’, nego u dužem vremenskom razdoblju (aktivni i latentni propusti);
- visoka razina upravljanja za održavanje propustila je poduzeti konkretne korake u zahtijevanju sukladnosti s postupcima kako je propisano od strane nadležnih organizacija (latentni propusti);
- radovi održavanja koji su provedeni od strane osoba koje nisu dodijeljene obaviti takav posao, ali koje su, u dobroj namjeri, započeli rad na vlastitu inicijativu (aktivni propust potaknut s prethodna dva latentna propusta); i
- nedostatak odgovarajuće i/ili pozitivne komunikacije je bio očit, što je proširilo niz pogreški koje je tada dovele do nesreće (latentni propusti).

[16] SHM (Structural Health Monitoring) - Sustav za praćenje tehničkog stanja strukture zrakoplova

Složenost pogreške u održavanja može biti u rasponu od jednostavne pogreške kao kada zrakoplovni tehničar za održavanje zaboravi zategnuti vijak do fatalnih pogreški koje uzrokuju katastrofalne nesreće. Kako bi se poduzeo sljedeći značajan korak u smanjenju pogreške u održavanje, treba riješiti tri pitanja: [12] i [18]

- podaci o održavanju trebaju biti organizirani u obliku koji omogućuje proučavanje aspekata ljudskih performansi u uspješnosti održavanja;
- smanjiti jaz između zajednice za održavanje i psihologije jer se ipak psihologija uvelike primjenjuje u zrakoplovstvu; i
- metode i alati treba razvijati kako bi se zrakoplovni dizajneri i menadžeri održavanja bavili pitanjima ljudske pogreške na analitički način.

5. KLASIFIKACIJA LJUDSKIH GREŠAKA

Do današnjeg dana većina zrakoplovnih nesreća pripisuje se na neki način u neki oblik ljudske pogreške. Začuđuje kada uzmete u obzir sav trud i trošak i razmatrate u obliku upravljanja, istraživanja, treninga i razvoja novih tehnologija kao što je automatizacija. Da, sigurnost u zračnom prometu znatno je poboljšana u posljednjih 50 godina, što čini zračni promet jedan od najsigurnijih oblika prijevoza u svijetu. [19] No, još uvijek ljudske pogreške uzrokuju nesreće u zrakoplovstvu. Obzirom da se sustav zračnog prometa bazira na relaciji čovjek-sustav-okolina, najčešći uzrok većine zrakoplovnih nesreća je upravo čovjek i njegovo djelovanje. Razvojem tehnologije i povećanjem obujma zračnog prijevoza, dolazi do povećanja učestalosti zrakplovnih nesreća, što za sobom, sa aspekta sigurnosti, povlači veću pažnju ka samom čovjeku kao dominantnom uzročniku. Važna karakteristika čovjekovog djelovanja jest to da se čovjek najlakše prilagodi okolini za razliku od sustava, ali isto tako i najranjivija karika u sustavu. Isto tako, ljudsku pogrešku gotovo je nemoguće isključiti pošto u svakoj fazi zračnog prometa; planiranje, projektiranje, izrada i djelovanje je prisutno čovjekovo djelovanje. U ranim danima razvoja zrakopovstva, najviše pažnje usmjeravano je na projektiranje, izgradnju i kontrolu upravljanja zrakoplova. Glavni atributi prvih pilota bili su hrabrost i majstorstvo kontrole novog seta vještina u borbi za kontrolu nove letjelice. Kada su prevladali tehničke aspekte leta, veza između ljudi i aviona postala je još više važna. U početku su piloti mehanički upravljali zrakoplovima i površinama za stabilizaciju zrakoplova, a kasnije se uvode elektronički automatizirani sustavi za upravljanje i pomoć posadi u navigaciji i komunikaciji. Uvođenjem ovih vrlo složenih sustava, sučelje između pilota i tehničara i međusobnih učinaka, postalo je vrlo važno. [20] i [21]

5.1. Psihofizičke pojave

Psihofizičke značajke pilota i ostalog letačkog osoblja, mehaničara i konstruktora zrakoplova uvelike utječu na sigurnu konstrukciju i nadasve odvijanje zračnog pormeta. Već dugi niz godina postoje mnoge znanstvene metode i pravila kojima se prati radi ljudi i njihovo ponašanje u tom vremenu. Upravo ta istraživanja ponašanja ljudi u radnom okruženju i doneseni zaključci uvelike su pomogli mnogim aktualnim pravilima i propisima prilikom zapošljavanja, planiranja posada zrakoplova i određivanja radnog opterećenja letačkog osoblja i osoblja održavanja zrakoplova koje se za pojedinu osobu određuje u skladu sa težinom zadatka i vremenom trajanja. Obzirom da se ovdje radi o ljudskim osjetilima i psihičkim funkcijama koja se s vremenom mijenjaju, uz pravne znanosti, važnu ulogu imaju medicina te društvene grane psihologije i sociologije.

Zrakoplov je moderan i složen sustav, spoj napredne tehnologije i čovjeka, koji svojim znanjem i naporima čini taj sustav funkcionalnim. Tako piloti u letu ponekad

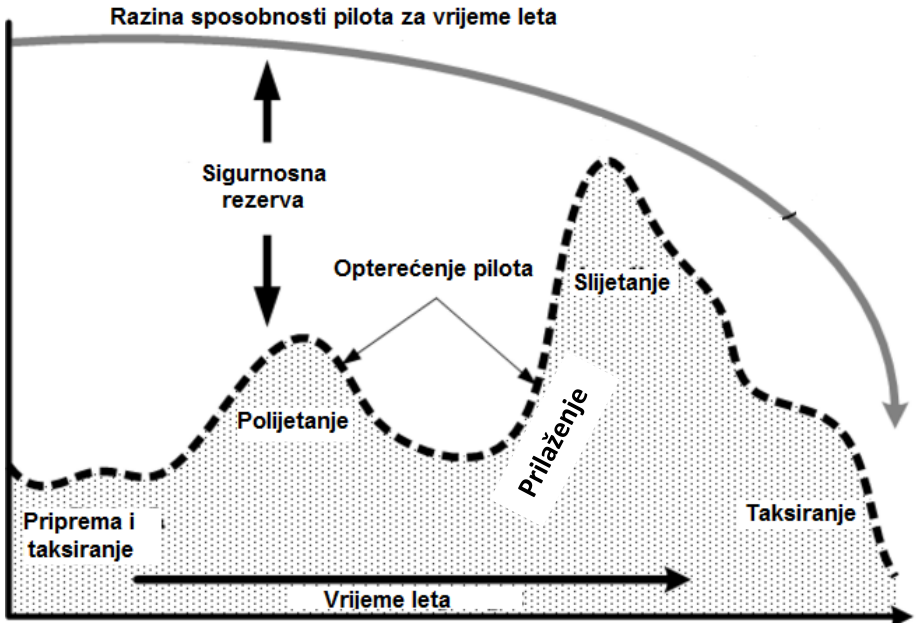
moraju u kratkom vremenu donositi vrlo važne odluke, pažljivo pratiti zbivanja oko sebe, u zraku i na zemlji, istovremeno biti koncentrirani na komunikaciju sa kontrolorima zračnog prometa; dakle biti spremni na obavljanje više poslova koji zahtjevaju koncentraciju i i psihičku pribranost odjednom. S druge strane, osobe koje rade na projektiranju i održavanju zrakoplova također svoj posao, koji zahtjeva koncentriranost i upotrebu kognitivnih procesa, moraju obavljati savjesno jer su i oni jedna od karika u lancu sigurno odvijanja zračnog prometa. Statistički podatci koji prate ponašanja i reakcije tj, ljudske aspekte u zrakoplovstvu, sve se više primjenjuju u selekciji osoblja, trenaži i provjerama te ispitivanju zrakoplovnih nesreća. Vrijeme tjelesnih reakcija, učinkovitost i oporavak od klimatskih ekstrema usporava se starenjem. Brzina reakcije se povećava iz djetinjstva do mladosti, a zatim počinje opadati s vremenom, tako da mlađa osoba može reagirati brže i snažnije nego starije osobe u hitnim situacijama. Postoje neke starije osobe koje mogu zadržati svoju brzinu odgovora na razini mladih osoba. Unatoč tome, sporije vrijeme reakcije može biti značajno u postupcima slijetanja kada se veliki broj akcija mora brzo provesti. [20] i [21]

5.1.1. Stres

Stres je neizbježan dio života za sve nas, a definira se kao djelovanje tlaka na neki predmet s posljedicom naprezanja ili pucanja. Iz točke ljudskog gledišta, stres je rezultat nametanja bilo kakve potražnje ili skup zahtjeva koje od nas zahtijevaju reagirati, prilagoditi ili se ponašati na određeni način kako bi se nosili sa tim zahtjevima ili ih zadovoljili. Do izvjesne točke, takvi zahtjevi su poticajni i korisni, ali ako su zahtjevi izvan naše osobne sposobnosti da se bave njima je problem koji rezultira stresom. U zrakoplovstvu, nesreće se gotovo uvijek pojavljuju kao posljedica nizu grešaka, poput domino efekta. Stres je u mnogo slučajeva pokretač tog efekta. Kako bi se održala sigurnost u zrakoplovstvu, barem jedan od tih domina moraju biti uklonjeni kako bi se izbjegla veća nesreća. Ovo je slučaj u kojem sve studije o ljudskim čimbenicima i napornog rada dolaze do izražaja. Stres ne nastaje sam od sebe, nego kao posljedica više čimbenika: fizičkih, fizioloških i emocionalnih. [22]

U fizičke čimbenike koji potiču nastajanje stresa i na koje ponajviše utječe radna okolina kao što je buka, visoke temperature, vibracije i nedostatak kisika na velikim visinama očituju se u obliku glavobolja, drhtavica, ubrzanog rad srca, umora, gubitka težine, mučnine i povraćanja. Također, zbog nedostatka tjelesne kondicije i neredovite prehrane, može doći do problema u razini šećera u krvi i probavnih tegoba. Emocinalni stresori prate socijalne i emocionalne čimbenike koji opisuju životne aktivnosti pilota. Neki od simptoma su frustracija, bijes, a u novije vrijeme sve se više ljudi nađe u deprsiji koja se dosta često zna eskalirati upravo na radnom mjestu. Nervoza i bijes isto spadaju u emocionalne simptome što zna biti od presudne važnosti kod donošenja važnih odluka koji tada najčešće budu pogrešne. Neki od kognitivnih simpotma koji

nastaju usljed stresa su zaboravljanje i otežano koncentriranje koje je pilotima od presudne važnosti. Učestale radne pogreške i pretjerana zabrinutost negativno utječu na sigurnost letenja. Piloti zrakoplova u komercijalnom zračnom prijevozu u različitim fazama leta moraju donositi vrlo važne odluke i tu dolazi do stvaranje velike razine stresa. Kada je pažnja svedena na minimum, tijekom odmora ili pauze, razina stresa je također relativno niska, odnosno praktično je odsutna. Porastom radnog opterećenja i pažnje, razmjerno se povećava i razina stresa, sve do neke određene granice kada razina stresa je prevelika i dolazi do panike i koncentracija pilota opada. Slika 16 u nastavku prikazuje različite letne operacije i kako se mogućnosti pilota smanjuju s vremenom i u različitim fazama leta. Opterećenje pilota ovisi o fazama leta, a najveće je u završnoj fazi leta prilikom slijetanja, što rezultira i povećanom razinom stresa. Situaciju dodatno otežava fizički i mentalni umor kod pilota, smanjena komunikacija između članova posade, osobito na duljim letovima, što također uzrokuje povećanje razine stresa. [22], [23] i [24]

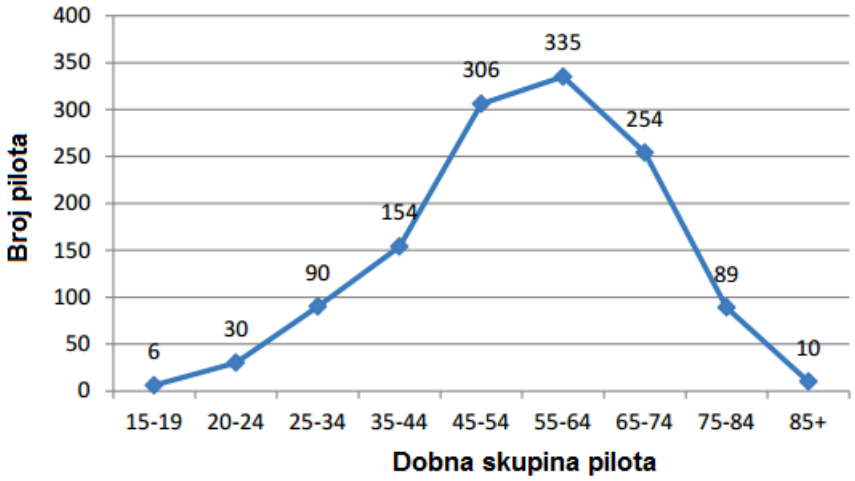


Slika 16. Grafički prikaz radne opterećenosti i pada sposobnosti pilota prema fazama leta [25]

5.1.2. Starenje

Starenje je biološki i nezaobilazni proces u životnom vijeku koji se odvija prirodnim i spontanim putem. Procesom starenja osjeća se genetičko slabljenje organizma, a podliježe vanjskim utjecajima radne okoline i vremena. Starenje se negativno implicira na radne aktivnosti i motivaciju svih zaposlenih, pa tako i pilota i letačkog osoblja. Loša koordinacija, usporenost i vizualne funkcije, kao najvažnije odlike uspješnih pilota, starenjem se smanjuju. Mnoga znanstvena istraživanja pokazuju da moždane funkcije s vremenom oslabljuju te se vrijeme reagiranja čovjeka

u određenoj situaciji povećava oko 20% u starosnoj dobi između 20 i 60 godina. Time piloti gube sposobnost adekvatnog i brzog reagiranja i odlučivanja u hitnim situacijama i teže savladavaju umor. Također količina informacija i koju čovjek može pohraniti starenjem postaje sve manja, što je u današnjem modernom zrakoplovstvu negativno utječe na sigurnost, obzirom da se piloti sve više moraju usavršavati i prihvaćati napredne tehnologije koje se danas primjenjuju u konstrukciji i upravljanju zrakoplovom. [26]



Slika 17. Broj nesreća pilota i smrtnih slučajeva prema dobnoj skupini [28]

Slika 17 prikazuje graf raspodjele ukupnog broj pilota uključenih u kobne zrakoplovne nesreće prema dobnim skupinama. Dobne skupine od 45-54, 55-64 i 65-74 imaju najveći broj smrtnih slučajeva. Prosječna dob pilota zrakoplovne fatalne nesreće je 54.75 godina. Prosječna dob američkog civilnog zrakoplovstva pilota je 44.8 godina (FAA, 2013). Prema dostupnim podatcima i analizama provedenih istraživanja udjela različitih dobnih skupina pilota civilnog zrakoplovstva u zrakoplovnim nesrećama, upravo stariji piloti imaju izvrsne ocjene pouzdanosti i najmanji postotak uzročnosti nesreća. Time se postiže kompromis slabijih psihofizičkih aktivnosti i većeg radnog iskustva. Stariji piloti svojim znanjem i iskustvom nadomještaju slabljenje psihofizičkih procesa, no postavlja se pitanje gornje dobne granice radno sposobnih ljudi. Obzirom na različite individualne sposobnosti pilota i ostalog letačkog osoblja, dosta je teško procijeniti starosnu dob povlačenja iz radnih aktivnosti. [28]

Prednost starenja, unatoč nedostacima koji se refelktiraju na performansama pilota, stariji piloti često jednako dobro i stručno, ili čak bolje, obavljaju svoje zadaće kao i mlađi kolege, što zbog stručnijeg pristupa zadatku, ali i većem iskustvu u karijeri. Iako mlađi sudionici u zračnom prometu, piloti, kontrolori zračnog prometa ili mehaničari, mogu biti brži u obavljanju zadataka, njihova baza znanja tek se razvija, dok stariji kolege imaju potrebita znanja i iskustvo za rješavanje problema. Također, osim što imaju stečeno deklarativno znanje, stručnjaci imaju veliko tijelo proceduralnog znanja i mnogi od procesnih pravila u kombinaciji s vremenom postaju veće pravila za

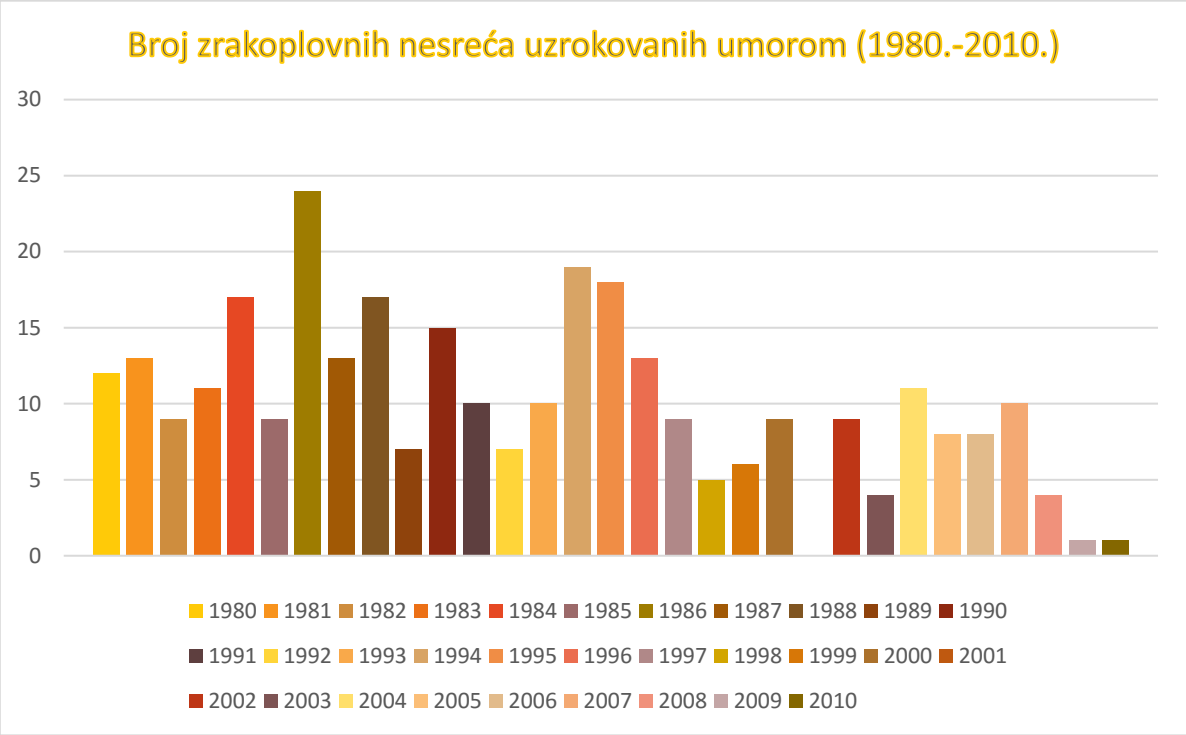
izradu učinkovite akcijske sekvence. S druge strane gledišta, nedostataka koje povlači starenje; zbog prirode rada pilota i zahtjeva koji se postavljaju o individualnoj sposobnosti, proces starenja je od osobite važnosti za pilota. Prirodan i očekivani proces je da, kako čovjek postaje stariji, javalja se postupno pogoršanje nekih tjelesnih fizičkih i osjetilnih funkcija. Međutim, takav stupanj oštećenja uvelike varira od osobe do osobe. [26]

5.1.3. Umor

Umor, zamor ili premor je kompleksan pojam, prolazno psihofizičko stanje slabijeg funkcioniranja organizma nastalo manjkom energije nakon dužeg i napornog rada. Uzroci umora su mnogobrojni i međusobno djeluju singerično. U objektivnom vanjskom planu, umorom pada kvaliteta i kvantiteta rada, dok sa subjektivnog gledišta, čovjek osjeća neraspoloženje, iscrpljenost i razdražjivost te nezainteresiranost za rad. U zrakoplovstvu, umor se najčešće manifestira u smetnjama sna, kroničnim smetnjama pokretljivosti i bolovima kroničnog tipa, zatim glavoboljama, zamor osjetila i lošoj koncentraciji. Umor pilota je značajan problem u modernom zrakoplovstvu prvenstveno zbog nepredvidivih radnih sati, dugog radnog vremena, cirkadijskih poremećaja te nedovoljnog sna koji su uobičajeni u civilnim i vojnim letačkeim operacijama. Nije tajna da se umor može javiti u različitim oblicima: fizički, mentalni i emocionalno. Fizički umor može dovesti do mišićne boli, nedostatka kisika, ili ekstremnog umora uslijed nedostatka sna, bolesti ili loše prehrane. Emocionalna iscrpljenost uslijed obavljanja nepoželjnih zadataka, ponekad i pod teškim uvjetima, kao što su nedostatak odgovarajućeg alata, neadekvatna rasvjeta, i rokovi završetka radova, može utjecati na visok stupanj fokusa i koncentracije povezanhi s kompleksnim zadacima i stvoriti mentalni umor. Mentalni umor u kombinaciji s fizičkom ili emocionalnom iscrpljenošću, dovodi do povećanja grešaka i rizika u sigurnosnim osjetljivim područjima. [29]

U počecima razvoja zračnog prometa i samih zrakoplova, prijevoz putnika odvijao se na kraćim udaljenostima. Zbog tehnike konstrukcije i letnih performansi, zrakoplovi često nisu bili opremljeni za noćne uvjete letanja, nisu imali veliki dolet te su morali višekratno usputno slijetati radi opskrbe gorivom. To je uvelike išlo u prilog posadama zrakoplova koji su, već tada prilično umorni, to vrijeme na međustanicama iskoristili za odmor i prilagodnu na druge vremenske zone. Razvojem tehnologije, instrumentacije u kokpitu zrakoplova, uvođenjem modernih navigacijskih sustava i bržih mlaznih zrakoplova, omogućilo je brže putovanje i veću iskoristivnost zrakoplova. Razmjerno tome, povećalo se i radno vrijeme posada, a povećanjem radnog vremena i radnih aktivnosti, razina umora, kao uzročnika zrakoplovnih nesreća sve se više povećava.

Sljedeći grafikon 5.1. prikazuje statistiku zrakoplovnih nesreća čiji primaran uzrok je okarakteriziran kao umor, a može se zaključiti kako se broj takvih nesreća relativno smanjio u posljednjih nekoliko godina.



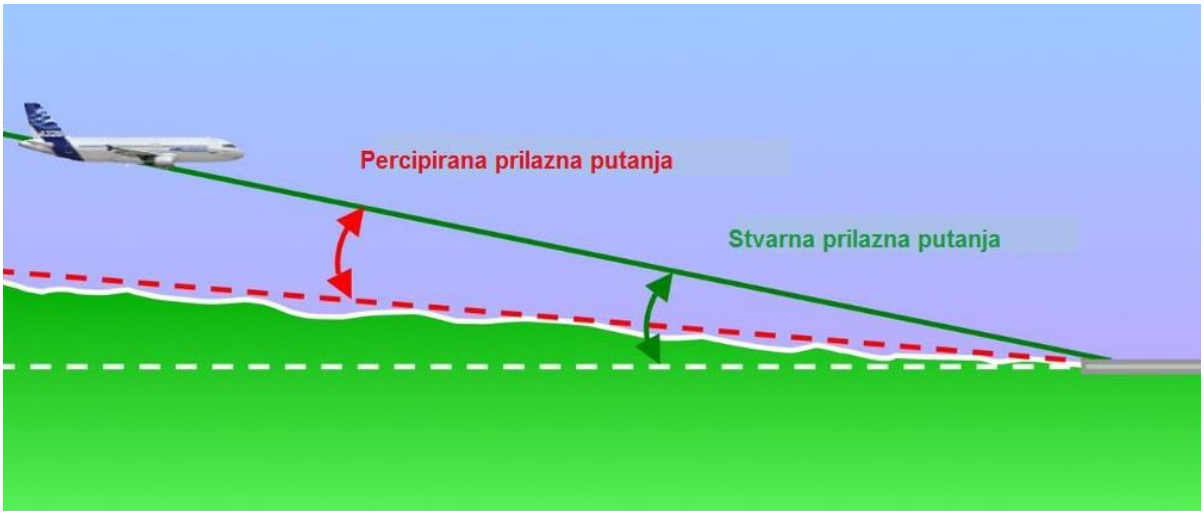
Grafikon 1. Zrakoplovne nesreće uzrokovane umorom u razdoblju od 1980. – 2010. godine [30]

Posljedice umora kod pilota mogu prouzročiti letenje u krivom smjeru, po krivoj putanju ili visini, zbog nedovoljne koncentracije pilot može propustiti poziv kontrole letenja ili neka upozorenja. Također, pilot zbog umora rutinske zadatke izvodi nepravilno ili čak zaboravi na njih te u ozbiljnim situacijama zaspi. Kod kotrolora zračnog prometa, umor poruzročuje loše odlučivanje, spore reakcije na promjenu situacija, propust kod primjećivanja moguće konfliktne situacije, gubitak situacijske svijesti i zaboravljivost. Osim kod pilota i kontrolora zračnog prometa, posljedice umora kod mehaničara i osoblja koje radi na održavanju zrakoplova može imati tragične posljedice. Obzirom da su oni posljednja karika u lancu održavanja zrakoplova, i usljed njihovog zaboravljanja ili nedovoljne koncentriranosti na zadatak, može doći do velike tragedije koju ni piloti svojim vještinama ne mogu izbjeći. Popis ljudskih čimbenika koji mogu utjecati na sigurnost u zrakoplovstvu je širok, a sigurno ne ograničavajući samo na umor. Obuhvaća širok spektar izazova koji utječu na ljude vrlo različito; mehaničari za održavanje zrakoplova ne dijele svi jednake sposobnosti, snage, slabosti, ili ograničenja. Na žalost, u slijedu događaja koji započinje polijetanjem zrakoplova, održavanje zrakoplova je jedno od prvih mjesta gdje ljudske pogreške mogu početi. Tehničari za održavanje zrakoplovstva često rade prekovremeno pod pritiskom, uključujući i rad kroz noć. To često rezultira, ne samo ekstremnim umorom, već

pogreškama, od kojih su neke potencijalno opasne za život pilota i putnika. Kako bi spriječili stvarenje umora i neželjenih situacija, poslodavci, vlasnici zrakoplovnih kompanija i radionica za održavanje moraju osigurati da raspored rada, uključujući uzastopni smjenski rad, je konstruirani tako da imaju najmanji mogući utjecaj na odmor tijekom slobodnih dana te ako je primjenjivo, i odmor na dužnosti. Također nastojati osigurati optimalne uvjete rada. Od pilota se očekuje da usvoje osobne strategije koje će vrlo vjerojatno smanjiti učinke na umor, a to su planiranje aktivnosti, korištenje pauza za odmor, prehrana, odmor i spavanje kada nisu na dužnosti, savjetovati kolege ako primjete pospanost te ga pokušati uzbuditi ako se čini previše umoran. [31] i [32]

5.2. Pogreške u vizualnoj percepciji

Najviše informacija iz svog radnog okruženja i potrebitih informacija čovjek dobiva vizualnim putem, stoga se vizualna percepcija definira kao sposobnost tumačenja okruženja obradom trenutnih i već postojećih informacija u vidljivom svjetlu. Vid je osobito važna stavka sigurno odvijanja zračnog prometa. Kao najrizičnije faze leta, opisuju se faze prilaženja za slijetanje i slijetanje. One su posljedica krive vizualne percepcije pilota i ostalih članova posade zrakoplova što je također povezano i sa dobnom skupinom istih. Slika 18 prikazuje razliku u percepciji pilota prilikom prilaženja zrakoplova za slijetanje.



Slika 18. Pogreška vizualne percepcije putanje zrakoplova [33]

Zbog postupnog gubitka elastičnosti, oko 45-te godine starosti leća u oku može biti u mogućnosti da se nepravilno fokusira na bliske predmete, što pilotu otežava očitavanje instrumenata, karte, ili vođenja radio kontrole na pravoj frekvenciji. Međutim, oko postaje dalekovidnije, olakšavajući starijem pilotu da opazi druge zrakoplove na nebu. Sposobnost oka da se prilagodi tami također opada s porastom dobi, pogotovo nakon 60 godina. Oko starije osobe može se prilagoditi mraku jednako kao i oko mlađih pilota, no zahtijeva otprilike dva i pol puta više osvjetljenja noću, tako da 60 godišnji

pilot može trebati 10 puta više svjetla nego 25 godinu star kolega. Mlađi pilot stoga većinom izvršavaju slijetanja u uvjetima slabije vidljivoti i minimalnog osvjetljenja. [26]

Najveći broj zrakoplovnih nesreća sa smrtnim posljedicama prema najnovjim istraživanjima tvrtke Boeing iz 2016. godine, njih 49% događa se upravo u ovim završnim fazama leta. [17] Poblemi se javljaju pri vertikalnom navođenju i kontroli brzine zrakoplova u prilaženju. To se najčešće događa zbog problema prelaska s instrumentalnog na vizualna pravila letenja i krive vizualne percepcije pilota. Statistike takvih nesreća govore kako se 66% istih događa u noćnim uvjetima, te 70% u uvjetima smanjene vidljivosti. Piloti se previše oslanjaju na vizualnu percepciju uzletno – sletne staze, no zbog mogućih prirodnih ili radnih uvjeta okoline dolazi do formacije pogrešne slike u oku pilota i stvaranja iluzije. Sjedeća tablica 5.1. prikazuje postotke pojave određenih neželjenih događaja vizualnih pogrešaka koji rezultiraju nesrećama. [34]

Tablica 5.1. Broj zrakoplovnih nesreća i smrtnosti putnika u svijetu

Vizualni faktori	% događaja
Noćno vrijeme	75%
Slaba vidljivost	70%
Instrumenti meteorloških uvjeta	59%
Tama ili sumrak	53%
Neinstrumentalni prilaz	53%
Oborine (kiša/snijeg)	50%
Vizualni prilaz	30%
Vizualne iluzije ili prostorna dezorijentacija	21%
Nedostatak: • navigacijskih oznaka • rasvjete u prilazu i na USS-i	21%

Izvor: [35]

Iluzija predstavlja neprirodan, pogrešan položaj izvjesnih objekata ili pojava u prirodi koje čovjek svojim osjetilima krivo percicpira. Zbog različitih i brzih promjena tijekom leta, kao što su ubrzanje, položaj zrakoplova, let noću i u lošim meteorološkim uvjetima, čovjek prima pogrešne podražaje koji nekad ne odražvaju stvarno kretanje zrakoplova i stvaraju iluzije i dezorijentaciju. Vizualne iluzije proizlaze iz nepostojanja ili promjene vizualne reference kojim se mijenja perepcija pilota u odnosu na prag piste, a utječu na percepciju visine, udaljenosti i/ili kutova presijecanja. Gledajući s ergonomskog aspekta, primjerice vertikalnog pozicioniranja sjedala ili dizajna komandne ploče i letnih indikatora, u znatnoj mjeri na pilotovu vizualnu percepciju

mogu utjecati vanjske pojave kroz zavaravanje od strane vizualnih efekata, npr. refleksija vode na vjetrobranskom staklu, noć, magla, snijeg, nepravilan teren na prilazima aerodromu i slični čimbenici. Današnja moderna tehnologija radarskih i tehničkih sustava za navođenje zrakoplova razvija veći stupanj sigurnosti u kritičnim fazama prilaženja i slijetanja te se na taj način radi na prevenciji nesreća uzrokovanih vizualnim pogreškama pilota. [35] Tijekom leta, čovjek je izložen djelovanju sila gravitacije što je neobična pojava za čovjekov organizam. Ovisno o različitim fazama leta, mijenjaju se i sile gravitacije čime se stvaraju iluzije kod pilota. U svakodnevnoj letačkoj praksi svi piloti na neko vrijeme doživljavaju ovu pojavu. Mnoga istraživanja i znanstvenici koji rade na pojavama iluzija i vizualnih pograšaka tijekom leta, razvili su tri vrste fenomena dezorijentacije: [36]

- **Tip I:** Kada pilot ne prepoznaje poremećaje tijekom leta, ili je zaveden iluzijama, nastaje ozbiljna opasnost po sigurnost zrakoplova, jer on upravljanje zrakoplova gradi na temelju potpuno iskrivljene percepcije.
- **Tip II:** Kada su pilot i njegovo iskustvo u ozbiljnom sukobu između onoga što on doživljava i prikaza informacija na instrumentima zrakoplova. Ovaj sukob u većini situacija se uspješno rješava i rijetko dovodi do ozbiljnog incidenta.
- **Tip III:** Nastaje kod otkaza instrumenata uz potpuni gubitaka vizualnog kontakta pilota sa okolišem i gotovo uvijek je praćena gubitkom kontrole nad zrakoplovom.

U svim situacijama kada tijekom leta pilot gubi vizualni kontakt s prostorom u kojem se obavlja let, nastaju uvjeti za pojavu iluzija. Najveći broj iluzija kod pilota nastaje kod instrumentalnog letenja, leta u složenim meteorološkim uvjetima i leta noću. Tijekom znanstvenih ispitivanja na zrakoplovima-laboratorijima utvrđeno je da let bez vizualnih orijentira predstavlja neprekidni niz neustaljenih kretanja zrakoplova u sustavu tri koordinate, a neprimjetna skretanja se mogu kumulirati i prouzročiti pojavu iluzija. Uvjeti za nastanak iluzija nastaju onog trena kada se jave nepodudaranja između onoga što pokazuju instrumenti s predstavama pilota o onome što on očekuje da se događa u njegovom okolišu. Nesigurnost pilota u vlastite mogućnosti i nekritično mišljenje ili sumnja u ispravnost instrumenata samo su dopunski psihološki faktori u nastanku iluzija. U pogledu formi iluzije tijekom instrumentalnog letenja mogu biti raznovrsne, ali se najčešće ističu iluzije navedene u tablici 5.2.

Tablica 5.2. Učestalost javljanja iluzija prema vrsti

Vrste iluzija	Učestalost javljanja
Iluzija lažnog nagiba zrakoplova	44%
Iluzija suprotnog kretanja	18%
Iluzija uspinjanja	17%
Iluzija leta na leđima	10%
Iluzija zaokreta	8%
Iluzija letenja u spirali	8%

Izvor: [36]

Vizualne iluzije i nesnalaženje za vrijeme letačkih operacija može izravno utjecati na sigurnost. Činjenica je da vizualne iluzije imaju značajnu ulogu u svim fazama leta te su odigrale važnu ulogu u nesrećama neobjašnjiivih uzroka. U smanjenju rizika povezanih s vizualnim iluzijama učinkovit korak za vrijeme letačkih operacija je znanje o iluzijama kao prirodnom fenomenom.

5.3. Pogreške u komunikaciji

Sigurno i brzo odvijanje zračnog prometa ovisi o točnim i učinkovitim komunikacijama između pilota i kontrolora zračnog prometa. Ovaj zahtjev za učinkovitu komunikaciju postaje kritičniji kako se količina i složenost zračnog prometa povećavaju. U idealnom zrakoplovnom svijetu, jednoznačne poruke kontrolora bile bi pračene ispravnom potvrdom pilota i besprijekornim izvršavanjem uputa kontrolora. Međutim, u stvarnom svijetu, zagušene frekvencije, neispravna komunikacijska oprema, očekivanja pilota i kontrolora, opterećenja i drugi ljudski čimbenici dovode u pitanje sigurnost i učinkovitu komunikaciju. Loša komunikacija često se pojavljuje pri vrhu faktora koji doprinose i uzrokuju nesreće u izvješćima nezgoda, i stoga je jedna od najkritičnijih elemenata ljudskih faktora. Komunikacija se odnosi na odašiljanje i prijem, kao i metodu prijenosa. Prenose upute mogu biti nejasne ili nedostupane. Prijamnik može napraviti pretpostavke o smislu ove upute, a odašiljač može pretpostaviti da je poruka primljena i shvaćena. Uz verbalne komunikacije, uobičajeno je da samo 30% poruka je primljeno i shvaćeno. [37] Detaljne informacije moraju biti donesene prije, za vrijeme i nakon bilo kojeg zadatka, a posebno tijekom primopredaje smjene. Stoga, kompleksne poruke treba zapisivati, a organizacije trebaju poticati u potpunosti korištenje dnevnika, radnih listova i listova provjere. Verbalne poruke mogu se zadržati kratko, a najkritičniji elementi trebaju biti naglašeni na početku i ponovljeni na kraju.

Komunikacijske pogreške u zračnom prometu su kritične za sigurnost zrakoplova. Manje greške imaju potencijal da rezultiraju katastrofalnim situacijama. Studije govore da manje od 1% svih radio transmisija sadržavaju pogreške. [37] Uzroci takvim pogreškama navedeni su u tablici 5.3.

Tablica 5.3. Vrste grešaka u komunikaciji prema učestalosti

Pogreške u komunikaciji	Postotak
Pogreške u ponavljanju i ponovnom oslušavanju	47%
Pilot ne ponovi naredbu	25%
Pogreške u oslušavanju tipa 2	18%
Ostale pogreške	10%

Izvor: [37]

Pogreška ponavljanja informacija i uputa kontrlora je definirana kao značajan raskorak između odobrenja koje izdaje kontrolor zračnog prometa i što pilot ponovi. Kada kontrolor ne ispravi nesklad u prijemu poruka, to postaje pogreška u prijemu kod kontrolora. Te greške su najčešći tip komunikacijskih pogrešaka u zrakoplovnoj industriji, a postoji više razloga zbog kojih su nastali. [37] Tablica 5.4. prikazuje glavne razloge koji dovode do ove pogreške:

Tablica 5.4. Učestalost grešaka koje dovode do pogrešnog ponavljanja naredbi

Čimbenici koji se smatraju da pridonose pogreškama u ponavljanju i prijemu naredbi	Postotak
Sličana pozivna oznaka	32%
Radno opterećenje kontrolora	27%
Očekivanja pilota	12%
Promjena frekvencije	10%
Radno opterećenje pilota	7%
Ostalo	20%

Izvor: [37]

Mogući načini za smanjenje pogrešaka ponavljanja i krivog oslušavanja su prepoznati i obavijestiti pilota zrakoplova sličnih pozivnih oznaka, te da kontrolori govore jasno i polako, dajući jasna i sažeta odobrenja bez obzira na opterećenje (s obzirom da je sličan pozivni znak i opterećenje kontrolora kao glavni uzrok). Tako bi se smanjio broj netočnih ponavljanja između pilota i kontrlora i zahtjeva za ponavljanje odobrenja. Iako su ove greške najčešće, kontrolori u prosjeku dobivaju 66% netočnih

ponavljanja naredbi. [37] Tablica 5.5. prikazuje ishod pogrešaka netočnog prijema kod kontrolora i kod pilota prema uzorku:

Tablica 5.5. Rezultati pogrešaka u komunikaciji prema uzorku

Rezultati pogrešaka netočnog prijema i ponavljanja naredbi	Broj
Odstupanje visine	49
Razdvajanje manje od propisanih granica	35
Krivi zrakoplov potvrdio odobrenje	30
Operativna pogreška	23
Odstupanje od smjera i putanje	10

Izvor: [37]

Dva najčešća rezultata su posljedice odstupanja u visini i razdvajanje zrakoplova prema manjem nego što je propisano. Svi rezultati imaju potencijal za stvaranje kaotične situacije i bitno je da piloti budu sigurni da su ponovili naredbu. Također, kontrolori moraju osigurati ispravno ponavljanje naredbe kako bi se smanjila mogućnost tih pogrešaka. No glavni nedostatak je potvrda pilota da je razumio naredbu. Kada pilot očekuje da će primiti određeno odobrenje, a dobio je drugačije, često pretpostavlja da je primio odobrenje kakvo je očekivao. Ako piloti odgovore sa „razumijem“ ili nekim drugim odgovorom koji ne obuhvaća ponavljanje cijelog odobrenja, kontrolor nije siguran da li je pilot pogrešno shvatio naredbu te očekuje da postupe onako kako im je upućeno. Kad pilot učini drugačije, postoji mogućnost pojave katastrofalnih situacija. Odstupanje od visine i izlijetanja sa piste su jedine dvije značajna implikacije ove pogreške. Kako bi se smanjile ovakve pogreške, potrebno je osigurati da su ponavljanja naredbi pilota i kontrolora zračnog prometa točna, bez obzira na radno opterećenje. Piloti također trebaju preuzeti odgovornost kako bi se osigurali da su ponovili potrebne dijelove odobrenja kontroleru. Ukratko, postoje mnogi faktori koji doprinose ukupnim komunikacijskim problemima u zrakoplovnoj industriji. Slična pozivna oznaka je najveći faktor, nakon njih slijede očekivanja pilota i radno opterećenja kontrolora. [37] To je prikazano u tablici 5.6. u nastavku.

Tablica 5.6. Uzročnici komunikacijskih grešaka prema uzorku

Čimbenici koji uzrokuju sve kmunakcijske pogreške	Broj
Slična pozivna oznaka	56
Očekivanje pilota	54
Radno opterećenje kontrolora	44
Promjena frekvencije	24
Radno opterećenje pilota	20
Ostalo	52

Izvor: [37]

Međutim, druge pogreške mogu dovesti do ogromnih neželjenih posljedica. Kao što je spomenuto, vidjeli smo da se pogreške mogu dovesti do pojave ne standardnih separacija zrakoplova, izlijetanja sa piste, odsupanja u visini leta ili putanje, odobrenjima potvrđenim od strane pogrešnih zrakoplova kao i drugih pogrešaka. Obzirom da posljedica svake navedene situacije može biti fatalna, važno je da su kontrolori i piloti pažljivi i usredotočeni na svoja radna mjesta. Važno je također da oba kontrolor i pilot, pričaju polako i jasno bez obzira na količinu posla, te osigurati ispravna ponavljanja naredbi. Kad sličnih pozivnih oznaka zrakoplova na istim frekvencijama, piloti bi trebali biti obaviješteni o tome da povećaju svoju pozornost na detalje i time smanje mogućnosti pogreške. Mnoge komunikacijske pogreške se događaju unutar zrakoplovne industrije. Međutim, radeći zajedno, a primjenom navedenog, pogreške i potencijal za bilo kakve ozbiljne incidente može se svesti na minimum.

5.4. Pogreške u održavanju zrakoplova

Zračni promet danas se sve više suočava sa problemom pogrešnog održavanja zrakoplova. Analize zrakoplovnih nesreća proteklih godina sve više kao primarne uzroke navode greške u održavanju. Modernizacijom zrakoplovne industrije smanjen je utjecaj posade kao primarnih uzroka što je uzrokovalo proporcionalni rast učešća ljudskog faktora u održavanju. Automatizacijom sustava upravljanja zrakoplova, unaprijeđenjem sustava navođenja, zrakoplovi postaju sigurniji, no ljudska pogreška u održavanju sve više dolazi do izražaja. Nadalje, osoblje održavanja sve je češće izloženo stresu i prekovremenom radu, čime se broj propusta kumulira. U usporedbi s mnogim drugim prijetnjama sigurnosti zračnog prometa, greške osoblja održavanja može biti teže otkriti te imaju potencijal ostati latentne, pritom utječući na sigurno upravljanje zrakoplovom za duže vrijeme. Osoblje održavanja zrakoplova suočava se s nizom ljudskih čimbenika jedinstvenih u zrakoplovstvu.

„Statistike globalnog zračnog prometa govore da je 12-15% zrakoplovnih nesreća u civilnom zrakoplovstvu posljedica propusta u održavanju zrakoplova, dok je u 95% slučajeva, uzrok isključivo ljudski faktor. Tehničari za održavanje djeluju u okruženju koje je opasnije od većine drugih poslova. Radi se na visinama, u zatvorenim prostorima niskih ili viskoih temperatura, rad može biti fizički naporan, ali to zahtijeva jasne vještine i pozornost na detalje. Također, obično provode više vremena u pripremi zadataka nego zapravo u provođenju. Rad zahtijeva dobru komunikaciju i koordinaciju, ali verbalna komunikacija može biti teška s obzirom na razinu buke i korištenja zaštitnih slušalica. Najčešći uzroci nastanka ovakvih pogrešaka je neprovođenje radnih procedura na propisan način, odnosno njihovo skraćivanje. U izvještajima o uzrocima takvih nesreća, navodi se najčešće: psihološki pritisak uslijed nedostatnog vremena održavanja pred polijetanje zrakoplova, nedostatak adekvatne opreme, nedovoljan trening tehničkog osoblja, loša međusobna koordinacija tehničkog osoblja te premorenost i pad koncentracije osoblja koje izvodi procedure održavanja. Također je uočeno, da postoje značajne oscilacije u pojavama grešaka tijekom radnog dana, te se one najčešće javljaju tijekom ranih jutarnjih sati.“ [38] Nadalje, kontrolori leta i piloti mogu otići s posla na kraju dana znajući da su dnevni posao završili. U većini slučajeva, bilo koje greške koje su napravljene tijekom smjene, neće imati, niti su imale, neposredan utjecaj na sve. Nasuprot tome, kada mehaničari završe posao na kraju svoje smjene, znaju da se letačko osoblje i putnici sljedećih nekoliko mjeseci ili godina oslanjaju na posao koji su prethodno obavili. Planirani zadaci održavanja su obično preventivni. Osoblje održavanja mnoge preventivne poslove obavlja redovito poznatim rutinskim tehnikama. Iskusno osoblje neće vjerojatno činiti pogreške vezane uz nedostatak znanja ili vještina na poznatim preventivnim zadatcima. Do odstupanja u održavanju će doći u slučaju pogrešaka u timskom radu, svakodnevnim pogreškama poput zaboravljanja ugradnje komponente. Nepredviđeni poslovi su obično korektivni u prirodi, a izvode se kao odgovor na neplanirane događaje, kao što su oštećenje zrakoplova ili neke komponente. Iako su neki neplanirani poslovi manji, drugi zahtijevaju dobro poznavanje sustava, rješavanje problema i specijalizirane vještine.

„Analizirajući velik uzorak grešaka održavanja stotinjak najvećih svjetskih zračnih prijevoznika na zrakoplovima mase iznad 5700 kg (tu spada većina komercijalnih putničkih zračnih prijevoznika), uočeni su nakon pomne analize sljedeći uzroci i to redom prema učestalosti: [38]

1. pogrešna montaža zrakoplovnih komponenti
2. ugradnja pogrešnih dijelova
3. neprecizan razvod i spajanje električne instalacije zrakoplova
4. loše podmazivanje
5. nedostatno pričvršćeni poklopci motora i ostalih servisnih otvora na oplati
6. neosigurani poklopci na mjestima utakanja goriva ili motornog ulja
7. neotklanjanje sigurnosnih zatika brava stajnog trapa prije polijetanja zrakoplova.“

Sljedeća tablica 5.7. prikazuje stitstiku najčešćih grešaka u sustavu održavanja zrakoplova prema broju uzoraka.

Tablica 5.7. Najčešće greške u susutavu održavanja

Vrsta greške	N	%
Loše rukovanje servisnom opremom tijekom održavanja	80	13
Nepotpuna instalacija	48	8
Upuštanje u opasnu proceduru mimo propisa	45	7
Pogrešna pozicija ugrađenog dijela	44	7
Greške prilikom tegljenja zrakoplova na zemlji	44	7
Udarac zemaljske opreme u zrakoplov (pokretne stepenice)	31	5
Alat ili dio opreme zaboravljen	27	4
Pogrešna oprema ili njezin ugrađen dio	23	4
Propisani dio opreme nije ugrađen	22	4
Ugradbeni dio oštećen tijekom servisiranja	21	3
Servisni otvor nije propisno zatvoren	21	3
Propisani servis nije izveden	20	3
Loša kvaliteta tehničke opreme	15	2
Greška nije pronađena	15	2
Pogreške u proceduri	14	2
Sustav pušten neispravan u proizvodnju	12	2
Sustav nije reaktiviran/deaktiviran	10	2
Zaboravljen sigurnosni zatik	9	1
Dokumentacijske pogreške	9	1
Ostalo	95	15
*Pojavnost je zaokružena na najbliži postotak; N = broj uzoraka		

Izvor: [38]

Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (EASA), provodeći sigurnosne i istraživačke analize u svih komercijalnih zrakoplovnih nesreća u svijetu u razdoblju od 1990. – 2006., navodi da u 8% nesreća primarni uzrok je bila greška u održavanju. Nadalje, održavanje je glavni uzročni čimbenik 3% svjetskih fatalnih nesreća između 2002. i 2011. godine. Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika (IATA) u svojim sigurnosnim izvješćima od 2003. do 2008. godine otkriva da je nepravilno održavanje bilo uzročnik (bilo kao primarni uzrok ili početna karika u lancu nezgode) 20% do 40% svijetskih nesreća zrakoplova u tom razdoblju. Pogreške održavanja računaju se kao prosjek od 10% prijetnji što je dovelo do 432 zrakoplovne nesreće između 2009. i 2013. godine. Radovi održavanja, uključujući standardne operativne postupke i sustave obuke, utvrđeno je da su latentni uzroci za 8% 338 ne-fatalnih nesreća u svijetu između 2009. i 2013. godine. [12]

6. KORIŠTENJE METODA U PREVENTIVNOM DJELOVANJU

Nizom neželjenih događaja u zračnom prometu u posljednjih nekoliko desetljeća, gdje su posljedice vrlo često fatalne, razvijene su mnoge studije i programi s ciljem povećanja razine sigurnosti i uvedeni novi programi obuke letačkog osoblja. Danas postoje, i još se uvijek razvijaju, moderne funkcionalne metode analize ljudskog faktora i akcija za preventivno djelovanje u civilnom zrakoplovstvu. Nadležna tijela i ostale službe koje su posredno ili neposredno vezane za letačku operativu, dužne su provodeti zaštitne i preventivne mjere u cilju sprječavanja nastanka zrakoplovnih nesreća. S obzirom na to, da li se poduzimaju stalno ili poslije pojedine nesreće, ove mjere dijele se na opće i posebne.

6.1. Opće mjere

„Opće mjere predstavljaju zaštitne mjere temeljene na pozitivnim načelima i zakonitostima obuke pilota, iskustvu civilnog i vojnog letenja, zrakoplovnog prava kao i posebnih propisa, a obuhvaćaju skup postupaka kojima se postiže potrebna razina teorijsko-stručne i praktične obučenosti i odgoja za sigurno izvršenje zadaća letačke izobrazbe, a nisu vezane za konkretnu nesreću.“ [39]

Opće mjere za sprječavanje zrakoplovne nesreće obuhvaćaju: [39]

- Odabir i selekciju osoblja za letačko zvanje i zrakoplovnu djelatnost;
- Kvalitetno školovanje i stalno usavršavanje zrakoplovnog kadra (opća i tehnička izobrazba, letačka izobrazba i izobrazba osoblja u službi) u cilju smanjenja i sprječavanja zrakoplovnih nesreća na osnovi znanja;
- Stalni odgoj osoblja, kojim se njeguju pozitivne, a otklanjaju negativne osobine i stvara svjesna radna stega ljudstva;
- Usavršavanje planiranja, organizacije i rukovođenja izobrazbom postrojbi, jer je to složeni mehanizam u kojem svaki pojedini dio mora točno funkcionirati;
- Poznavanje psihofizičkog stanja letačkog osoblja kao i njegovo svakodnevno poboljšanje;
- Usavršavanje i modificiranje zrakoplovnog materijala, kako bi se povećala sigurnost, pouzdanost i učinkovitost;
- Izgradanja samostege kao temeljnog preduvjeta za pravilno, precizno i sigurno izvršavanje letačkih i drugih zrakoplovnih zadaća, jer je nedostatak stege u letenju potencijalni uzrok većine nepoželjnih događaja u zrakoplovstvu

Teorijsko-stručna izobrazba dobiva sve veći značaj razvojem zrakoplovne tehnike. Česte su zrakoplovne nesreće prouzročene nepravilnim korištenjem i održavanjem zrakoplovnog materijala na zemlji i u zraku. Zbog toga je potrebita temeljna izobrazba osoblja u zrakoplovnim školama, na tečajevima, izobrazba u postrojbama, kao i neprekidno osobno usavršavanje. Dosadašnja iskustva u letačkoj

izobrazbi pokazuju, da je veliki postotak zrakoplovnih nesreća prouzročen greškom posade zrakoplova. Stoga u letačkoj izobrazbi posebnu pozornost treba posvetiti: [39]

- Kvalitetnom svladavanju teorijsko-stručne izobrazbe;
- Temeljitom, postupnom i potpunom svladavanju programa letačke izobrazbe tijekom školovanja na tečajevima i preobuci;
- Kvalitetnom letenju po vježbama stručno-letačke izobrazbe i usavršavanja;
- Redovitom uvježbavanju izvanrednih postupaka, uključujući i izobrazbu za postupke poslije nesreće, traganje, spašavanje i preživljavanje na kopnu i vodi;
- Održavanje trenaže letačkog osoblja u temeljnim elementima tehnike pilotiranja;
- Osobitu pozornost treba posvetiti sistematskom uvođenju pilota u trenažu, poslije prekida po vremenu, vrsti izobrazbe, tipovima zrakoplova i uvjetima letenja.

Stručnost i školovanje ostalih službi i osoblja uključenih u zračni promet i njegovo opsluživanje, kao što su meteorološke i sanitetske službe, organizacije zračne luke i druge, potrebno je jednako organizirati kao i zrakoplovno tehničko osoblje. Pripadnici ovih službi moraju poznavati svoju struku vrlo detaljno i temeljito, kako bi odgovaralo zahtjevima suvremene tehnike i letačke izobrazbe. Proizvodnja, modernizacija i popravci zrakoplovnog materijala i opreme, također utječu na pojavu i sprječavanje zrakoplovne nesreće. Minimaliziranje zrakoplovnih nesreća treba započeti od projektiranja, proračunavanja, proizvodnje, pa sve do kraja eksploatacije zrakoplova. Odgovorna tijela ministarstva nadležnog za promet izrađuju pravila, naputke, instrukcije i poduzimaju mjere za sprječavanje zrakoplovnih nesreća kao i smanjivanje njihovih posljedica. U okviru općih mjera za sprječavanje zrakoplovne nesreće Zrakoplovno-tehnički odjel ministarstva nadležnog za promet i Institut za zrakoplovnu medicinu surađuju sa zrakoplovnom industrijom, kako tijekom projektiranja i proizvodnje, tako i za vrijeme ispitivanja i prijema letačkog materijala. [39]

6.2. Posebne mjere

„Posebne mjere za sprječavanje zrakoplovnih nesreća obuhvaćaju sve postupke koji se poduzimaju poslije iskustva stečenog iz svake zrakoplovne nesreće i izvanrednog događaja, a sa svrhom onemogućavanja pojave istih ili sličnih ugrožavanja sigurnosti letenja, bez obzira da li su ti postupci usmjereni na otklanjanje neposrednih ili posrednih uzroka. Posebne mjere trebaju neprestano proširivati i nadopunjavati opće mjere. Ispitivanje i utvrđivanje uzroka zrakoplovne nesreće samo je jedan dio napora za njihovo sprječavanje, jer je ispitivanje temelj za drugi dio, što znači poduzimanje posebnih mjera.“ Uz to, sređena i sistematizirana iskustva, koje pruža evidencija, omogućuje poduzimanje daljnjih posebnih i općih mjera, kao što su: [39]

- ispravan radni postupak s zrakoplovnim materijalom;
- nastavne mjere;
- poboljšanje organizacije letenja i rada;
- nadopunjavanje i ispravljanje postojećih pravila i propisa;
- razne modifikacije i ograničenja;
- stegovne ili disciplinske mjere;
- nagrade i priznanja u smislu motivacije osoblja.

Sva nadležna tijela, organi i službe dužni su i obvezni stalno predlagati i poduzimati propisane i druge mjere iz djelokruga svog rada koje doprinose sprječavanju zrakoplovnih nesreća. Realizacija posebnih mjera vrlo je važna zadaća, prvenstveno zrakoplovnih organizacija. Poduzimanje posebnih mjera, koje predlaže Povjerenstvo za temeljno ispitivanje i utvrđivanje uzroka zrakoplovnih nesreća, spada, skoro u svim slučajevima, u isključivu nadležnost ministarstva prometa. Pravilno izvršeno prethodno, temeljno i dopunsko ispitivanje, omogućuje zapovjedništvu preuzimanje jedne ili više posebnih mjera za sprječavanje zrakoplovnih nesreća, kao što su: [39]

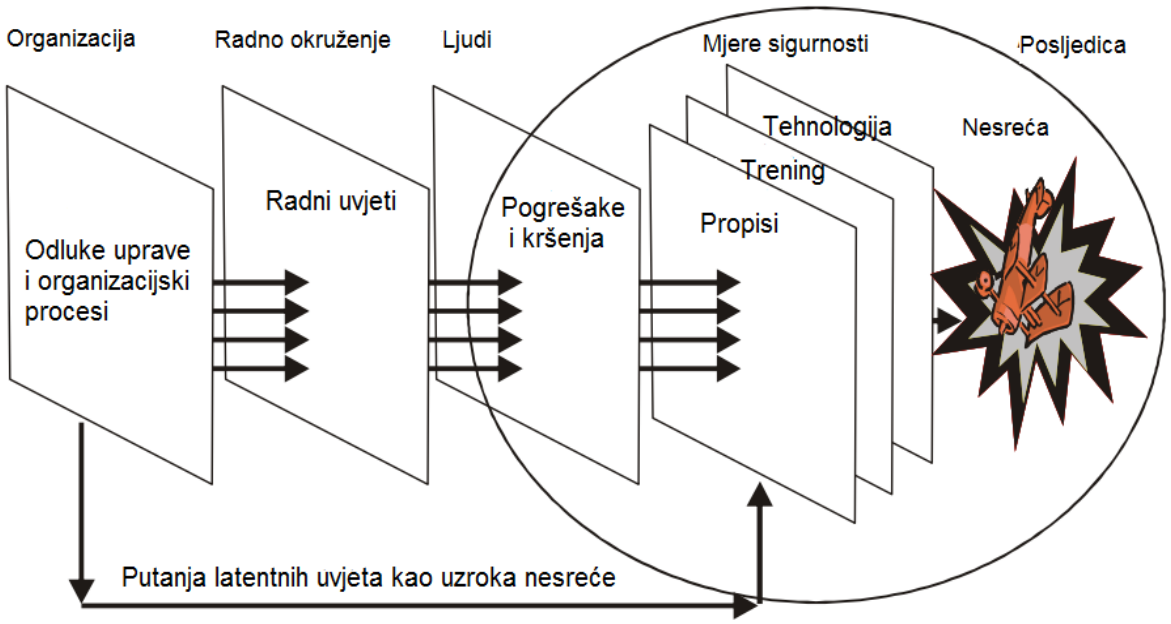
- Privremena zabrana letenja za tip zrakoplova koji je doživio nesreću, na jednom ili svim tipovima zrakoplova do pronalaženja uzroka nesreće, kao i zabranu letenja u svim zrakoplovnim organizacijama;
- Poduzimanje zaštitnih mjera protiv letača, koji su učinili stručnu ili stegovnu pogrešku, a koja je ugrozila sigurnost letenja, te je mogla dovesti do ugrožavanja sigurnosti letenja ili je dovela do nesreće;
- Otklanjanje uzroka nesreće ili kvara na zrakoplovu, kao i pregled svih zrakoplova istog tipa ili svih tipova;
- Izdavanje naknadnih objašnjenja i naputaka za ona pitanja koja nisu dobro i u potpunosti shvaćena u zrakoplovnim organizacijama i po kojima se čine greške;
- Ponovno proučavanje pojedinih točaka ili cijelih naputaka i pravila od strane jednog dijela ili cjelokupnog osoblja;
- Sazivanje izvanrednih sastanaka ili savjetovanja, na kojima će se analizirati aktualni programi letačke izobrazbe i donositi mjere i zaključci;
- Izricanje stimulacijskih mjera.

Postupak oko ispitivanja i izvještavanjima o kvarovima, otkazima i nedostacima zrakoplovnog materijala propisan je sukladno pravilnicima zrakoplovno-tehničke struke.Temeljem evidencije o zrakoplovnoj nesreći, potrebito je utvrditi učestalost pojedinih vrsta nesreće u zrakoplovnim organizacijama uzimajući u obzir specifične namjene pojedinih organizacija, ustanoviti i utvrditi uzroke nesreće, te poduzimati određene mjere protiv njih. Isto tako, uporabom statistike, mogu se otkriti sistematski kvarovi, konstrukcijski i drugi nedostaci u korištenju pojedinih tipova zrakoplova i motora. Temeljem svega ovog, povjerenstvo svojim pretpostavljenima dostavlja izvješća, kao i prijedloge o modifikacijama ili poboljšanju organizacije rada za

korištenje zrakoplovnog materijala, izmjenama i dopunama naputaka i propisa. Zrakoplovno-tehnički zavod ili radne organizacije u zrakoplovnoj industriji također mogu sudjelovati u sprječavanju zrakoplovnih nesreća dopunskim ispitivanjima pojedinih nesreća i kvarova, a u nekim slučajevima i temeljitim i iscrpnim ispitivanjima, izučavanjima i izvješćima o pojedinim problemima. [39]

6.3. Upravljanje pogreškama – Reasonov model

Činjenica je da nesreće nastaju kao posljedica više uzroka koji se nadovezuju, od kojih su većina latentna, a manje njih aktivni propusti u operativi. Različite razine upravljanja, dizajna i operativnog okruženja možemo vizualizirati kao plohe, u kojim su latentna stanja otvori koji dopuštaju napredovanje lanca događaja koji će uzrokovati nesreću. Djelovanje operatera također vizualiziramo kao plohe, u kojima su aktivna djela daljnji otvori. Naposjetku, obrambeni sustavi su daljnje plohe postavljenje upravo sa svrhom da prekinu lanac događaja. Nažalost, i obrambeni sustavi su podložni manjkavostima u dizajnu ili nedostatku performansi, što ponovno vizualiziramo kao otvore u plohama. [11] Poznat je, i opće prihvaćen, model švicarskog sira prof. Jamesona Reasona, poznatiji kao Reasonov model, koji tumači pojavnost nesreća, a metodologija prevencije usmjerena je na razvijanje sustava upravljanja pogreškama. Do otkaza sustava i pojave nesreće dolazi kada se poklope sve rupe. Slika 19 daje grafički prikaz Reasonovg modela.



Slika 19. Reason model [4]

Uz dodatne greške operatera, tipični sistematski dugotrajni otkazi dopuštaju, izazivaju ili pogoršavaju pojavnost nesreća i nezgoda. Model Jamesona Reasona danas je standardna kontura u analizama nesreća transportnog prometnog područja, te je kao referentni model prihvaćem od Međunarodne organizacije za civilno zrakoplovstvo. Karakteristika ovog modela je analiza ljudskog funkcioniranja koji doprinosi otkazu što vodi do pada sustava kombinacijom aktivnih i skrivenih uzroka. Nakon niza latentnih uzroka, samom otkazu sustavu prethode aktivni otkazi kao što su greške i nesigurna djelovanja. Latentni otkazi su dugogodišnji sitematski problemi koji se kumuliraju i tako kreiraju neželjene okolnosti s potencijalnim izazivanjem posljedica aktivnih otkaza. To je posljedica neadekvatnih obrambenih sustava i stvorenih uvjeta radne okoline. No u slučaju adekvatnih obrambenih aktivnosti i nadzora, u slučaju interakcije aktivnih i latentnih otkaza, neće doći do pucanja sustava i pojavnosti nesreće. Kompleksni sustavi, kao što je sustav kontrole letenja, sadržavaju obrambeni nivo radi zaštite ili minimaliziranja efekta ljudske greške, ali uz konstantnu prisutnost "latentnih otkaza" prezentiranih mnogo prije same pojave. Dosadašnja istraživanja ne mogu kontrolirati i točno prognozirati pojavnost ljudske greške, odnosno nesreće, ali se može identificirati moguća potencijalna situacija i okruženje koje ima afektivni utjecaj na nesreću. Uvjeti koji obuhvaćaju pitanja znanja, vještine, iskustva, umora i morala određeni su kao "lokalni" faktori. Slično je moguće utvrditi latentne otkaze na način generalnih tipova otkaza u organizaciji, a što uključuje: slabu komunikaciju, konfliktne ciljeve, te neprikladnu strukturu. Ovi čimbenici identificiraju prirodu "lokalnih" koja direktno utječe na performansu radnog okruženja. Ovaj model, dakle, ukazuje na potrebu konsideracije ljudske greške u kontekstu njezine pojave do potpunog razumijevanja situacije obzirom na jezgru cjelokupnog sistema. [4]

6.4. Tehnički modeli prevencije grešaka

Moderna tehnologija i napredni informatički sustavi omogućili su razvoj nekoliko tehničkih pomoćnih sustava koji se danas koriste kako bi se povećala razina sigurnosti te se postupkom automatizacije izuzela ljudska greška kao uzročnik nesreća.

- *Ground proximity warning system* (GPWS) je sustav upozorenja opasnog približavanja tlu koji generira automatsko upozorenje posadi zrakoplova u pogledu blizine terena. Sustav prati visinu zrakoplovu preko radarskog visinomjera. Računalo zatim prati mjerenja, izračunava kretnje te će upozoriti posadu vizualnim i audio porukama, ako se zrakoplov nalazi u nepogodnim položajima. [40]

- *Enhanced ground proximity warning systems* (EGPWS) je unaprijeđena verzija GPWS sustava koji posjeduje digitalnu bazu podataka terena te, prateći zrakoplov i teren preko kojeg prolazi, uspoređuje podatke iz baze podataka sa trenutnom visinom i pozicijom zrakoplova i stvara realnu slliku okolnog terena.

To omogućuje pilotu da na vrijeme izbjegne moguću prijetnju sa prednošću od 60 sekundi. Pilot u kokpit zrakoplova preko zasebnog monitora dobiva sliku terena ispred i ispod zrakoplova što uvelike pomaže pri letenju u lošim vremenskim uvjetima. [41]

- *Traffic collision avoidance system i Traffic alert and collision avoidance system* (TCAS/ACAS) je zrakoplovni sustav dizajniran kako bi se smanjila učestalost sudara zrakoplova. Taj moderan logistički sustav prati zračni prostor oko zrakoplova uočavajući druge zrakoplove opremljene s odgovarajućim aktivnim transponderom, neovisno o kontroli zračnog prometa, te upozorava pilota u prisutnosti drugog zrakoplov koji može predstavljati opasnost od kolizije ili sudara. ICAO je propisao ugradnju ovakvog sustava u sve zrakoplove maksimalne mase u polijetanju preko 5700 kg (12,600 lb), ili one koji mogu prevoziti više od 19 putnika. ACAS / TCAS sustav se temelji na signalima sekundarnog nadzornog radara (SSR), ali djeluje nezavisno od opreme na tlu. [42]

- *Automatic dependent surveillance – broadcast* (ADS–B) je dio NextGen, nove generacije zračnog prijevoza, odnosno najmoderniji sustav nadzora u kojem zrakoplov određuje svoju poziciju putem satelitske navigacije i povremeno ga emitira, što omogućuje da ga se prati. Informacije mogu biti primljene od strane kontrole zračnog prometa kao zamjena za sekundarni radar. Također mogu biti primljene od strane drugog zrakoplova te osigurati informacije o položaju i dopuštenom razdvajanju. [43]

- *Procedural Event Analysis Tool* (PEAT) je analitički alat stvoren za pomoć zrakoplovnoj industriji za učinkovito upravljanje rizicima koji su povezani s proceduralnim pogreškama posade. U operativu je uveden 1999. godine. PEAT sustav radi na pretpostavkama da postoje razlozi zbog kojih član letačke posade nije uspio slijediti postupak ili je pogriješio i da se pogreška nije bila namjerna. Na temelju te pretpostavke, a obučeni istražitelj kroz razgovor sa posadom prikuplja detaljne informacije o procesnim devijacijama i čimbenike koji pridonose istima. Detaljne informacije se zatim unose u bazu podataka za daljnju analizu. PEAT je prvi industrijski alatni sustav koji se fokusira na istraživanje proceduralnih incidenta na dosljedan i strukturiran način, što pomaže kod razvoja djelotvornih pravnih lijekova. [44]

- *Maintenance Error Decision Aid* (MEDA) je Boeingov sustav razvijen temeljem napora prilikom prikupljana informacija o pogreškama održavanja. Razvio se u projekt pomoću kojeg organizacije za održavanje, prema standardiziranim postupcima, analiziraju čimbenike koji uzrokuju grešake i razvoj mogućih korektivnih mjera. Kao i kod PEAT sustava, MEDA se temelji na filozofiji da

pogreške proizlaze iz niza povezanih faktora. U praksi održavanja, ti čimbenici obično uključuju pogrešne ili netočne informacije, pitanja dizajna, neadekvatnu komunikaciju i vremenski pritisak. Boeingovi stručnjaci za analizu ljudskih čimbenika u održavanju u suradnji sa osobljem za održavanje radili su na razvoj sustava. [45]

7. ANALIZA ZRAKOPLOVNE NESREĆE GERMANWINGS-a

Dana 25. ožujka 2015. godine zrakoplov Airbus A320-211 njemačkog niskotarifnog zračnog prijevoznika Germanwings, na letu 4U9525 u 10:00 sati po lokalnom vremenu poletio je sa zračne luke El Prat u Barceloni na redovitoj zrakoplovnoj liniji za njemački grad Düsseldorf. U zrakoplovu je bilo 144 putnika te 6 članova posade – pilot i kopilot te kabinsko osoblje. Ista posada doletjela je tim zrakoplovom iz Njemačke nekoliko sati ranije, te se sada radilo o povratnom letu. Sve okolnosti upućive su na još jedan rutinski let, koji će nekoliko minuta kasnije, psihološki bolestan kopilot, pretvoriti u jednu od najvećih zrakoplovnih katastrofa posljednjih godina u svijetu.

7.1. Kronologija nesreće

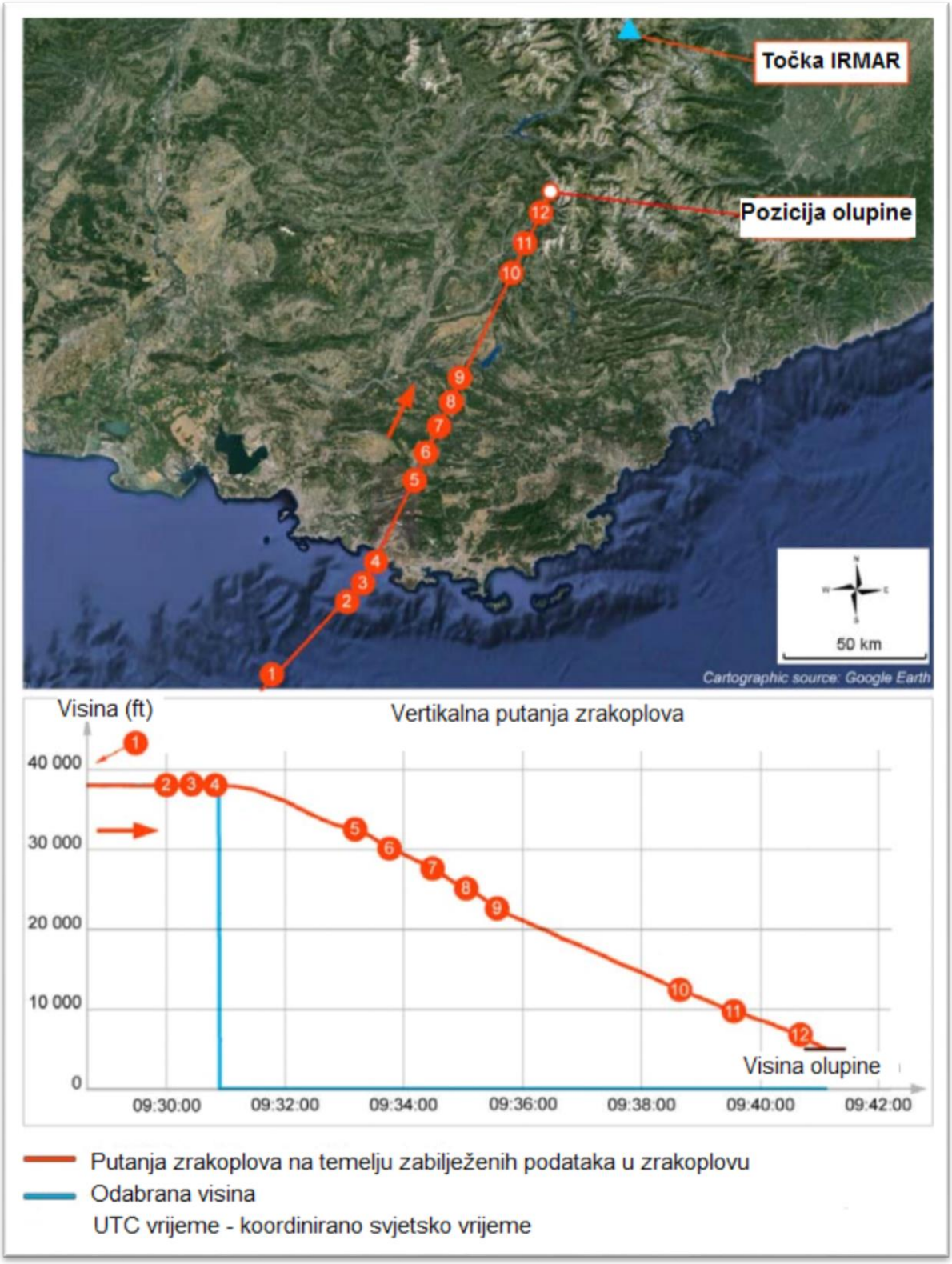
Uz pomoć uređaja za snimanje razgovora u kokpitu zrakoplova, što je danas obvezna oprema svih putničkih zrakplova, bilo je moguće kronološkim redom rekonstruirati radnje i zbivanja neposredno prije nesreće. Razgovor se odvijao između pilota, kopilota i stjuardese.

- Polijetanje iz Barcelone u 09:00 UTC sa piste 07R. Kopilot je bio glavni pilot.
- U 09:02 sati UTC, autopilot broj 2 je uključen za uspinjanje i navigacijski način rada; automatski potisak je bio postavljen oko minutu ranije;
- U 09:12 UTC, tijekom uspona, zvonjenjem na vratima stjuardesa traži pristup u pilotsku kabinu. Tri člana posade zatim počinju razgovor o vremenu provedenom u Barceloni;
- U 09:15 UTC, stjuardesa napušta kokpit zrakoplova te kapetan i kopilot započinju razgovor kako nadoknaditi kašnjenje iz Barcelone;
- U 09:27 UTC, zrakoplov postiže visinu krstarenja na FL380 tj. 38000 ft. Posada je tada kontaktirala oblasnu kontrolu u Marseillesu na frekvenciji 133.330 MHz.
- U 09:29 UTC, posada je prebačena na frekvenciju 127.180 MHz kontrolnog centra u Marseillesu;
- U 09:30 UTC, kapetan je ponovio odobrenje koje je dobio od kontrole da može letjeti izravno na točku IRMAR. To je bila ujedno i posljednja komunikacija posade zrakoplova i kontrole zračnog prometa;
- U 09:30 UTC, kapetan je rekao kopilotu da odlazi iz kokpita i zatražio ga da preuzme radijsku komunikaciju, što mu kopilot potvrđuje;
- U 09:30 i 53 sekunde odabrana visina na središnjoj jedinici za upravljanje letom promijenjena je u sekundi, sa 38.000 ft na 100 ft (2). Sekundu kasnije autopilot je promijenjen u mod za spuštanje, a automatski pritisak primijenjenj u mod mirovanja. Zrakoplov se počeo spuštati i brzina oba motora je smanjena;
- U 09:33 i 12 sekundi, upravljanje brzinom je primijenjeno iz upravljačkog načina u određeni način rada. Sekundu kasnije, odabrana ciljna brzina je upisana 308

kt, dok je brzina aviona bila 273 kt. Brzina aviona se počela povećavat zajedno sa stopom spuštanja aviona, koja je varirala između 1.700 ft / min i 5.000 ft / min, u prosjeku oko 3500 ft / min;

- U 09:33 i 35 sekundi, odabrana brzina smanjena je na 288 kt. Zatim, tijekom sljedećih 13 sekundi, vrijednost ove ciljne brzine se mijenjala šest puta dok nije postignuta brzina od 302 kt.;
- U 09:33 i 47 sekundi, kontrolor zračnog prometa je pitao posadu koja im je odobrena visina krstarenja. Zrakoplov je tada bio na visini od 30.000 ft u snižavanju. Kopilot nije odgovorio na pitanje kontrolora. Tijekom sljedećih 30 sekundi, kontrolor je opet pokušavao kontaktirati posadu zrakoplova u dva navrata, no bez ikakvog odgovora;
- U 09:34 i 23 sekunde odabrana brzina povećana je na 323 kt. Brzina aviona tada je bila 301 kt i počela se povećavati;
- U 09:34 i 31 sekundu, zvonjenjem je zatražen pristup u pilotsku kabinu;
- U 09:34 i 38 sekunda, kontrolor je ponovno pokušao kontaktirati posadu, no bez ikakvih odgovora;
- U 09:35 min i 3 sekunde, odabrana brzina je opet povećana na 350 kt.;
- U 09:40 i 41 sekundu GPWS pokreče zvučno upozorenje " Terrain, Terrain, Pull Up, Pull Up " i ostaje aktivno do kraja leta;
- U 09:41 i 6 sekundi, snimanje CVR je zaustevljeno, u trenutku udara u teren. [46]

Slika 20 daje grafički prikaz putanje Germanwings-ovog zrakoplova od visine krstarenja, naglog spuštanja te udara u vrhove Alpla.



Slika 20. Putanja zrakoplova Germanwings A320-211 registracije D-AIPX [46]

7.2. Okolnosti nesreće

Obzirom da je vremenska prognoza tijekom leta bila povoljna, da zrakoplov nije pokazivao nikakve tehničke nedostatke, cjelokupno istraživanje ove nesreće usmjereno je na ljudski čimbenik kao uzrok nesreće. Uređaj za snimanje zvuka u kokpitu zrakoplova zabilježio je da je kapetan napustio kokpit te prepustio upravljanje zrakoplovom mlađem kopilotu, koji je nekoliko minuta kasnije, zrakoplov prepun putnika zabio u francuske Alpe. On se niskotarifnoj kompaniji pridržio u lipnju 2014. godine, te je posjedovao klasu 1 liječničke potvrde koju je svake godine morao obnavljati. U prosincu 2014. godine, oko pet mjeseci nakon posljednjeg produljenja valjanosti liječnike potvrde klase 1, kopilot je počeo pokazivati simptome psihotične depresivne epizode. Konzultirao je nekoliko liječnika, uključujući i psihijatra u najmanje dva navrata, koji su mu propisali antidepresivne lijekove. No u razdoblju od prosinca 2014. godine, kada je uočena kopilotova smanjena zdravstvena sposobnost, do dana nesreće, kopilot nije kontaktirao nikog od nadležnih stručnih osoblja koji se bave psihičkim problemima pilota i ostalog letačkog osoblja. U veljači 2015., privatni liječnik dijagnosticirao je psihosomatski poremećaj i anksiozni poremećaj i uputio kopilota kod psihoterapeuta i psihijatra. Dana 10. ožujka 2015. godine, isti liječnik dijagnosticirao je moguće psihoze i preporučio mu psihijatrijsko bolničko liječenje. Psihijatar je propiso uspavljujće i lijekove protiv depresije u veljači i ožujku 2015. godine. No nitko od tih liječnika nije informirao bilo koje zrakoplovne vlasti, niti bilo koje drugo nadležno tijelo o mentalnom stanju kopilota. Liječnici su izdali neke potvrde o trenutnom stanju kopilota, no nisu svi od njih proslijeđeni Germanwingsu, stoga nisu mogli zabraniti letenje kopilotu, pošto nisu bili obaviješteni niti od strane kopilota, niti liječnika, kolega ili obitelji. Detaljna istraga je otrkila da je liječnik savjetovao kopilota da traži tretman u psihijatrijskoj bolnici, dva tjedna prije sudara. Kopilot je patio od mentalnog poremećaja s psihotičnim simptomima. Bio je zabrinut zbog oslabljenog vida, kojim bi mogao završiti svoju pilotsku karijeru. Stručnjaci nisu otkrili ništa loše u njegovim očima i utvrđeno je on patio od psihosomatske bolesti. [46]

Udar zrakoplova u planinu je bio posljedica planirane i namjerne akcije kopilota koji je odlučio počiniti samoubojstvo dok je bio sam u kabini. Postupak medicinske potvrde pilota, posebno samo-izvještavanje u slučaju smanjenje zdravstvene sposobnosti između dviju periodičnih liječničkih procjena, nisu uspjele u sprečavanju kopilota, koji je proživljavao mentalni poremećaj sa psihotičnim simptomima.

Sljedeći faktori mogu doprinijeti neuspjehu ovog načela: [46]

- Mogući strah kopilota od gubitka odobrenja za letenje kao profesionalni pilot, u slučaju da je prijavio zdravstvene probleme nadležnoj instituciji za procjenu zdravstvenog stanja pilota
- Potencijalne financijske posljedice nastale nedostatkom osiguranja koje pokriva rizik od gubitka prihoda u slučaju radne nesposobnosti za letenje;

- Nedostatak jasnih smjernica u njemačkim propisima kada prijetnja javnoj sigurnosti nadilazi zahtjevima medicinske tajnosti.

Nesreća Germanwings-ovog zrakoplova ukazuje na sve sudionike u zrakoplovstvu da ukoliko postoje medicinski i psihološki uvjeti posade, a nisu otkriveni na vrijeme, mogu dovesti do katastrofalnih posljedica. Europska Unija je vrlo brzo mobilizirala zrakoplovne zajednice i osigurala djelovanja u smjeru da se takav tragičan događaj ne ponovi. Europska agencija za sigurnost zračnog prometa uvela je niz aktivnosti koje su pokrenute na razini EU, kao i sljedećih koraka u nastojanju daljnjeg jačanja europske sigurnosti zrakoplovnog sustava: [47]

- EASA zahtijeva da ukoliko je podnositelju zahtjeva za liječniko odobrenje izdana potvrda Klase 1, a postoji povijest psiholoških i psihijatrijskih problema u dosijeu, moraju se definirati uvjeti praćenja tjelesnog stanja. To može uključivati ograničenje trajanja potvrde ili nekih drugih operativnih ograničenja i potrebe za određenim psihijatrijskim vještačenjem za naknadnim izdavanjem ili obnovom.
- U koordinaciji s mrežom analitičara, obavljati rutinske analize onesposobljavanja u letu, s posebnim osvrtom, ali ne ograničavajućim, na psihološke ili psihijatrijske probleme. To bi imalo za cilj kontinuiranu re-evaluaciju medicinskih kriterija za ocjenjivanje te kako bi se poboljšalo izražavanje rizika od onesposobljavanja u letu u brojčanom smislu te potaknuti prikupljanje podataka za provjeru učinkovitosti tih kriterija.
- Osigurati da europski operateri u svoje sustave upravljanje uključe mjere za ublažavanje socio-ekonomskih rizika povezanih s gubitkom dozvole od strane jednog od svojih pilota zbog medicinskih razloga.
- Poticati Svjetsko udruženje zrakoplovnih pijevoznika da potiće svoje članice da provedu mjere za ublažavanje socio-ekonomskih rizika povezanih s gubitkom pilotskih dozvola iz medicinskih razloga.
- Definirati načine prema kojima bi propisi EU dopuštali pilotima da budu u formi za letenje u vrijeme konzumiranja antidepresivnih lijekova pod liječničkim nadzorom.
- Osigurati da europski operateri promiču provedbu grupne podrške kako bi osigurali postupak za pilote, njihove obitelji i kolege da prijavljuju i raspravljaju o osobnim i mentalnim zdravstvenim problemima, s uvjerenjem da će se podaci čuvati u povjerenju te da će piloti biti podržani, kao i vođeni s ciljem pružanja im pomoć, osiguravajući sigurnost letenja i dopuštajući im da se vrate svojim dužnostima, ako je to primjenjivo.

Ublažavanje rizika da pilot tijekom leta izrazi nesposobnost za sigurnost leta, oslanja se na nazočnost drugog pilota u kokpitu da preuzme sve dužnosti u slučaju onesposobljavanja drugog pilota. Mentalna onesposobljenost može učiniti to načelo neuspješnim, posebno kada je jedan pilot odluči namjerno postaviti zrakoplov u nesigurno stanje. Ova nesreća i drugi slični događaji utvrđeni tijekom istrage,

uključujući dva člana posade u pilotskoj kabini, ilustriraju ovaj neuspjeh. Slijedom toga, mentalnu nesposobnost ne treba tretirati na isti način kao i fizičku nesposobnost, a cilj treba biti strožije metode za otkrivanje potencijalno nesigurnih mentalnih poremećaja. Većina zrakoplovnih medicinskih stručnjaka smatra, da u dubini psihološkog testiranja za otkrivanje ozbiljnih mentalnih bolesti, je neprimjereno i da ispitivanje psiholoških poremećaja kao dio rutinske periodične procjene pilota nije ni produktivno, niti jeftino. Međutim, to bi moglo biti korisno zbog redovitog ocjenjivanja mentalnog zdravlje pilota s identificiranom poviješću mentalnih bolesti.

8. ZAKLJUČAK

Obzirom na ubrzani rast zrakoplovne industrije, pitanje prihvatljive razine sigurnosti je tekući problem koji se neprestano usavršava i zahtijeva punu angažiranost svih uključenih strana. Primjenom opće prihvaćenog SHELL modela nastoje se vizualizirati međusobni odnosi različitih komponenti ovog sustava što u središte stavlja čovjeka te promatra njegove interakcije sa ostalim komponentama. Rast zrakoplovne industrije, uvođenje većih zrakoplova i povećanje razine zračnog prometa, uzrokuje zagušenost zračnih puteva čime se povećava problematika sigurnosti zračnog prometa što ima za posljedicu učestaliju pojavu zrakoplovnih nesreća i nezgoda.

Mnoge analize i statistike o nesrećama upućuju na to da je većinom ljudska pogreška kriva za nastajanje nesreća, što je danas globalni problem koji se pokušava na vrijeme ukloniti. Stoga se nastoji djelovati proaktivno te temeljem dobivenih informacija iz prijašnjih događaja, nastojati spriječiti sljedeće moguće nesreće ili nezgode. Obzirom da je zračni promet spoj mnogih, ali potpuno različitih kultura i ljudi, sustav upravljanja sigurnošću u zrakoplovnoj operativi uvodi pojam sigurnosne kulture kojim se želi postići jednakost svih sudionika te kako se ponašati na radnom mjestu ili kokpitu zrakoplova.

Poboljšanje sigurnosti letačkih operacija ovisi o razumijevanju lekcija naučenih iz prijašnjih događaja. Uspjeh ovisi o tome da li postoji dovoljno podataka da se tako učini. Opseg podataka zrakoplovne industrije je ograničen jer jedini podaci koji će zasigurno biti prikupljeni, se odnose na nesreće i veće incidente. No, u današnje vrijeme teško je dobiti pronicljive podatke u zrakoplovnoj industriji fokusirane na odgovornosti. Letačko i osoblje održavanja zrakoplova vrlo često je nepotrebno izloženo krivnji, jer su upravo oni posljednja „linija“ obrane kada se pojave nesigurni uvjeti. Nove tehnologije omogućuju stvaranje fundamentalnih promjena u nastanku nesreća i stvaranje potrebe za promjenama u obrazloženju mehanizama koji se koriste. Uvođenje automatskih sustava upravljanja zrakoplovom u potpunosti je eliminiralo ljudsku ruku od upravljanja zrakoplovom i potpuno se oslonilo na elektronički, senzorima povezan sustav koji je odgovoran za živote nekoliko stotina putnika u zrakoplovu. Uz to, pilotima je tako olakšan rad, sa manje stresa, ali više koncentracije u krucijalnim trenutcima prilaženja i slijetanja zrakoplova, koji su prema statistikama zrakoplovnih nesreća, najkritičnije faze leta.

Uz modernu tehnologiju izuzetno je važno stabilno mentalno i fizičko zdravlje pilota. Čovjek je samo čovjek, bez obzira na sve svoje kvalitete, uspješnost, znanje, samokontrolu, stabilnost i psihološku aktivnost, greške su moguće, a tome pridonosi niz stresora kojima je pilot izložen prije i tijekom leta. Većina ljudskih grešaka je i posljedica umora no krucijalni problem sudionika u letakačkoj operativi je ispravno i

pravodobno odlučivanje. Donošenje presudnih odluka je naporno, no već onog trenutka kad se odluka donese dolazi do olakšanja. Donesena odluka može biti i pogrešna, možda i posljedica tvrdoglavosti i može se smjestiti u prostor nekih političkih okolnosti, ali ne u kokpit zrakoplova. Pilot zrakoplova ne samo da mora češće donositi odluke već te odluke moraju biti i ispravne obzirom na datu situaciju i u pravom trenutku. Uz sve takve okolnosti pilot mora biti dovljno fleksibilan, odlučan i sposoban da bez dvoumljenja promjeni odluku koja se poslije vrlo brzo pokazala pogrešnom.

Suvremeni zrakoplovi, koncipirani po najnovijim tehnologijama, ne mogu suzbiti strah kao normalnu ljudsku pojavu, "klikove" koji se dogode u mozgu, a posljedica je trenutna promjena odluke iza koje više nema natrag. Stoga se kao pomoć koriste elektronički i navigacijski uređaji koji, prateći let zrakoplova, upozoravaju pilote na moguće greške i opasnosti. Također je definirano kako je većina pogrešaka posljedica latentnih propusta koji su, kumulirajući se, potaknuli aktivne propuste neposredno prije nastanka nesreće. Temeljem dostupnih analiza i statistika, može se zaključiti da ljudska pogreška danas predstvalja najveću prijetnju sigurnosti zračnog prometa te slovi kao najvažnije poglavlje u razvoju ovog modernog oblika prijevoza.

Literatura

[1] Salas, E., Jentsch, F., Maurino, D.: *Human Factors in Aviation, 2nd Edition,* Elsevier, Amsterdam, 2010.
[2] Federal Aviation Administration: *Human Factors Research and Applications*, International Civil Aviation Organization, Beijing, 2014.
[3] URL: https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf (pristupljeno: svibanj 2016.)
[4] International Civil Aviation Organization: *Safety Management Manual (Doc 9859) Third Edition,* International Civil Aviation Organization, Chicago, 2013.
[5] URL: http://www.atlasaviation.com/AviationLibrary/FundamentalHumanFactorsConcepts/Fundam10.gif (pristupljeno: svibanj 2016.)
[6] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_SHELL_Model (pristupljeno: svibanj 2016.)
[7] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Human_Error_Types (pristuplljeno: lipanj 2016.)
[8] URL: http://www.iris.ethz.ch/the-institute/sensory-motor-systems-lab/_jcr_content/par/fullwidthimage/image.imageformat.lightbox.1894293157.png (pristupljeno: lipanj 2016.)
[9] Marušić, Ž.: *Ljudski potencijali u zrakoplovstvu, Autorizirana predavanja*, Fakultet Prometnih Znanosti, Zagreb, 2014.
[10] Flight Crew Trainig: *Cockpit Resource Management (CRM) and Line – Oriented Flight Trainig (LOFT)*, Safety Regulation Group. International Civil Aviation Organization, West Ssssex, 2002.
[11] Steiner S.: *Elementi sigurnosti zračnog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998.
[12] Avers, K.B., Johnson, W.B., Ma, M.J., Ranklin, W.L., Drury, C.G., Allen, J.W., Brys, J.J: *Operator's Manual for Human Factors in Aviation Maintenance*, Federal Aviation Administration, Washington, 2015.
[13] Zieja, M., Smolinski H., Golda P.: *Proactive Methods – New Quality in Aircraft Flight Safety Management*, Air Force Institute of Technology, Warsaw, 2015.
[14] Steiner, S., Gradisar, T., Smrecki, B.: *Problems of SMS Implementation in Transition*, Fakultet prometnih znanosti, Croatia Airlines, Agencija za civilno zrakoplovstvo, Zagreb, 2008.
[15] URL: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_07/AERO_Q207_article3.pdf (pristupljeno: lipanj srpanj 2016.)
[16] URL: https://www.atsb.gov.au/media/28363/sir199604_001.pdf (pristupljeno: srpanj 2016.)

[17] Boeing,: *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operation 1959-2015*, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, 2016.
[18] Civil Aviation Authority: *Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection*, Documedia Solutions Ltd, Cheltenham, 2002.
[19] URL: http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:human-error-in-aviation (pristupljeno: srpanj 2016.)
[20] Wiegmann, D., Faaborg, T., Boquet, A., Detwilwe, C., Holcomb, K., Shappell, S.: *Human Error and General Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analysis Using HFACS*, Office of Aerospace Medicine, Washington, 2005.
[21] Wiegmann, D., Shappell, S.: *A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*, Office of Avation Medicine, Washington, 2001.
[22] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Stress_in_Air_Traffic_Control (pristupljeno: kolovot 2016.)
[23] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_(HFACS) (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[24] URL: http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:stress-in-aviation (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[25] URL: http://www.langleyflyingschool.com/Pages/Human%20Factor--Pilot%20Error.html (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[26] URL: http://aviationknowledge.wikidot.com/sop:age-60-rule (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[27] Broach, D., Joseph, K.,M., Schroeder, D.,J.: *Pilot Age and Accident Rates Report 4: An Analysis of Prodessional ATP and Commercial Pilot Accidents Rates by Age*, Civil Aeromedical Institute, Oklahoma City, 2003.
[28] Hileman, C.,R., McNeil, C.,A., Rogers, P.: *Fatal Aviation Accidents: Fiscal Years 2009-2013*, Civil Aerospace Medical Institute, Oklahoma City, 2015.
[29] Salazar, G.,J.: *Fatigue in Aviation*, Federal Aviation Administration Civil Aerospace Medical Institute, Oklahoma City, 2007.
[30] URL: http://national.news21.com/2010-2/plane-crashes-avoidable-with-safety-measures-ntsb/ (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[31] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[32] Missoni, E.: *Zrakoplovna medicina*, Fakultet prometnih znanosti,Zagreb, 2003.
[33] URL: https://pbs.twimg.com/media/CckNdAUWEAAUjTQ.jpg (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[34] Antunano, M.,J.: *Spital Disorientation – Visual Illusions*, Federal Aviation Administration Civil Aerospace Medical Institute, Oklahoma City, 2002.
[35] URL: http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/safety_library_items/AirbusSafetyLib_-FLT_OPS-HUM_PER-SEQ11.pdf (pristupljeno: kolovoz 2016.)

[36] URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Iluzije_tijekom_leta (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[37] URL: http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:aviation-communication-errors (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[38] Marušić, Ž., Alfirević, I., Pita, O.: *Metode povećanja pouzdanosti sustava održavanja zrakoplova*, Tehnički vjesnik, vol. 14, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, p. 37-45, 2007.
[39] Borković, M.: Materijali iz kolegija Istraživanje zrakoplovnih nesreća, Fakultet prometnih zanosti, Zagreb, 2015.
[40] Civil Aviation Department: *Ground Proximity Warning System (GPWS): Guidance Material*, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, Hong Kong, 2013.
[41] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ground_proximity_warning_system (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[42] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Airborne_Collision_Avoidance_System_(ACAS) (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[43] URL: http://www.faa.gov/nextgen/programs/adsb/ (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[44] URL: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_08/human_textonly.html#peat (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[45] URL: http://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_(MEDA) (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[46] URL: https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2015-0125.en-LR.pdf (pristupljeno: kolovoz 2016.)
[47] URL: https://news.aviation-safety.net/2016/03/13/final-investigation-report-released-into-germanwings-flight-4u9525-pilot-suicide-accident/ (pristupljeno: kolovoz 2016.)

Popis slika

Slika 1. Ljudski čimbenici u zrakoplovnom sustavu 3
Slika 2. Shematski prikaz SHELL modela 5
Slika 3. Liveware – Hardware 6
Slika 4. Liveware – Software 7
Slika 5. Liveware – Liveware 7
Slika 6. Liveware – Environment 8
Slika 7. Sučelje čovjek i stroj 9
Slika 8. Prelazak sa reaktivnog na proaktivno te prediktivno djelovanje 19
Slika 9. Grafički prikaz analize sigurnosti leta uključujući proaktivne metode 22
Slika 10. Heinrichova piramida 24
Slika 11. Prikaz međusobne povezanosti tri oblika sigurnosne kulture 26
Slika 12. Grafički prikaz postotka uzročnosti zrakolovnih nsreća 30
Slika 13. Uzročnost nesreća 31
Slika 14. Najčešći uzroci nesreća 33
Slika 15. Grafikon broja fatalnih nesreće u svijetu u razdoblju 2006-2015. 34
Slika 16. Grafički prikaz radne opterečenosti i pada sposobnosti pilota prema fazama leta 39
Slika 17. Broj nesreća pilota i smrtnih slučajeva prema dobnoj skupini 40
Slika 18. Pogreška vizualne percepcije putanje zrakoplova 43
Slika 19. Reason model 55
Slika 20. Putanja zrakoplova Germanwings A320-211 registracije D-AIPX.....61

Popis tablica

Tablica 3.1. Tablica matrice rizika 18
Tablica 3.2. Karakteristike kulture sigurnosti prema razvijenosti 27
Tablica 4.1. Broj zrakoplovnih nesreća i smrtnosti putnika u svijetu.....32
Tablica 5.1. Broj zrakoplovnih nesreća i smrtnosti putnika u svijetu 44
Tablica 5.2. Učestalost javljanja iluzija prema vrsti 46
Tablica 5.3. Vrste grešaka u komunikaciji prema učestalosti..... 47
Tablica 5.4. Učestalost grešaka koje dovode do pogrešnog ponavljanja naredbi..... 47
Tablica 5.5. Rezultati pogrešaka u komunikaciji prema uzorku 48
Tablica 5.6. Uzročnici komunikacijskih grešaka prema uzorku..... 49
Tablica 5.7. Najčešće greške u susutavu održavanja..... 51

Popis grafikona

Grafikon 1. Zrakoplovne nesreće uzrokovane umorom u razdoblju od 1980. – 2010. godine 42

Popis kratica

CRM	(Cockpit Resource Management) upravljanje resursima posade
MRM	(Maintenance Resource Management) upravljanje resursima održavanja
ATS	(Air Traffic Service) služba zračnog prometa
LOFT	(Line Oriented Flight Training) letenje na simulatoru u realnom okruženju
VFR	(Visual Flight Rules) letenje po pravilima vizualnog letenja
LOSA	(Line Oriented Safety Audit) obućeni promatrači za praćenje pogrešaka
SMS	(Safety Management System) sustav upravljanja sigurnošću
QMS	(Quality Management System) sustav upravljanja kvalitetom
FDA	(Flight Data Analysis) sustav za analiziranje podataka o letu
ICAO	(International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo
MEDA	(Maintenance Error Decision Aid) Boeing-ov pomoćni program u donošenju odluka kod grešaka u održavanju
FAA	(Federal Aviation Administration) Američka uprava za civilno zrakoplovstvo
ASAP	(Aviation Safety Action program) zrakoplovni akcijski program sigurnosti kod FAA
IMIS	(Integrated Maintenance Information System) integrirani informacijski sustav za održavanje
BITE	(Built-In Test Equipment) ugrađena oprema za testiranje
SHM	(Structural Health Monitoring) sustav za praćenje tehničkog stanja strukture zrakoplova
GPWS	(Ground Proximity warning system) sustav upozorenja približavanja tla
EGPWS	(Enhanced ground proximity warning systems) unaprijeđeni sustav upozorenja približavanja tla
TCAS	(Traffic collision avoidance system) sustav za izbjegavanje sudara u zraku
ACAS	(Traffic alert and collision avoidance system) sustav uzbunjivanja i izbjegavanja sudara u zraku
ADS-B	(Automatic dependent surveillance – broadcast) automatski ovisan sustav nadzora i emitiranja
PEAT	(Procedural Event Analysis Tool) proceduralni alat za analizu događaja