

Analiza udesa i ozbiljnih nezgoda u vazдушnom saobraćaju primenom *Microsoft Power BI* alata

ANJA V. STAMENIĆ, Visoka škola strukovnih studija,
Vazduhoplovna akademija, Beograd
LIDIJA M. TOMIĆ, Visoka škola strukovnih studija
Vazduhoplovna akademija, Beograd
OLJA V. ČOKORILO, Univerzitet u Beogradu,
Saobraćajni fakultet, Beograd

Stručni rad
UDC: 656.7.08:004
656.7.05
DOI: 10.5937/tehnika2305577S

Bezbednost predstavlja prioritet u vazдушnom saobraćaju i kao takav predstavlja prioritet kod svih vazduhoplovnih subjekata, uključujući civilne vazduhoplovne vlasti, operatere, pružaoce usluga kontrole letenja i aerodroma. Sa povećanjem obima vazdušnog saobraćaja, dolazi do povećanja efikasnosti sistema u kom se odvija vazdušni saobraćaj, pa je potrebno održavanje visokog nivoa bezbednosti. Praktična obrada operativnih podataka ima za cilj predstavljanje svih neželjenih događaja u određenom periodu koji su narušavali bezbedno odvijanje vazdušnog saobraćaja. U radu su analizirani podaci u odnosu na lokaciju neželjenog događaja, fazu leta u kojoj se neželjeni događaj desio, tip vazduhoplova, učestalost udesa i uzroke koji su doveli do narušavanja bezbednosti vazdušnog saobraćaja. Cilj analize operativnih podataka je podizanje svesti o bezbednosti, kao i održavanje bezbednosti na prihvatljivom nivou, uključujući i mere za ublažavanje bezbednosnog rizika.

Ključne reči: *bezbednost, Microsoft Power BI, vazduhoplov, vazdušni saobraćaj*

1. UVOD

Bezbednost u vazдушnom saobraćaju je stanje u kome su rizik od ugrožavanja života i zdravlja ljudi i prouzrokovanja štete imovini smanjeni i održavani na prihvatljivom nivou, stalnim uočavanjem opasnosti i kontrolom rizika od uočenih opasnosti [1].

Bezbednost predstavlja prioritet u vazдушnom saobraćaju i kao takav razmatra različite potrebe, zahteve i okruženje u kome se vazdušni saobraćaj odvija. U cilju razumevanja pojma bezbednosti, potrebno je razumeti okruženje u kome se odvija vazdušni saobraćaj i elemente sistema [2]:

- Vazduhoplov – centralni element sistema;
- Okruženje – poletno sletna staza, aerodrom, vazdušni putevi, aerodromska infrastruktura;
- Sistemi u kojima vazduhoplov funkcioniše – kontrola letenja;
- Organizacioni procesi – aviokompanije, kompanije za prihvat i otpremu, kompanije za održavanje vazduhoplova, itd.

Adresa autora: Anja Stamenić, Visoka škola strukovnih studija, Vazduhoplovna akademija, Beograd, Bulevar vojvode Bojovića 2

e-mail: stamenic.a@vakademija.edu.rs

Rad primljen: 06.03.2023.

Rad prihvaćen: 17.05.2023.

Uz pomoć sistema za upravljanje bezbednošću (eng. Safety Management System – SMS) se održava prihvatljiv nivo bezbednosti kada je reč o radu vazduhoplovnog subjekta, i kao takav predstavlja jedan od ključnih sistema kada je reč o bezbednosti [1].

Kada je reč o efikasnom upravljanju bezbednosti, bezbednosna kultura (eng. Safety Culture) je način na koji se bezbednost posmatra, vrednuje i dobija prioritet u vazduhoplovnoj organizaciji [2]. Zajedno sa sistemom upravljanja bezbednošću deluje u smeru dostizanja prihvatljivog nivoa performansi sistema vezanih za bezbednost u vazдушnom saobraćaju.

U nastavku rada opisane su glavne karakteristike bezbednosti u vazдушnom saobraćaju. Takođe, predstavljena je praktična obrada operativnih podataka o vazduhoplovnim udesima i ozbiljnim nezgodama u periodu od 2015. do 2020. godine. Analiza je sprovedena korišćenjem savremenih softverskih paketa za obradu podataka, Microsoft Power Bi.

2. OSNOVNI POJMOVI BEZBEDNOSTI U VAZDUŠNOM SAOBRAĆAJU

Globalni porast obima vazdušnog saobraćaja uslovio je razvoj tehnologije i opreme, obuke zaposlenih u skladu sa najvišim standardima pre svega u pogledu bezbednosti i efikasnosti sistema.

Sistem upravljanja bezbednošću je u direktnoj vezi sa upravljanjem bezbednosnim rizicima. Potrebno je vršiti praćenje potencijalnih hazarda u cilju sprečavanja gubitaka, kao i primenu odgovarajućih mera kada bezbednosne rizike nije moguće eliminisati ili održati na zahtevanom nivou.

ICAO (eng. International Civil Aviation Organization – ICAO) [3] je u periodu od 2017. do 2019. godine izdvojio tri ključne kategorije uzroka nezgoda i udesa, a to su: kontrolisani let u teren (eng. Controlled Flight Into Terrain – CFIT), gubitak kontrole nad vazduhoplovom u letu (eng. Loss of Control In-Flight – LOC I) i događaji koji se dešavaju na poletno sletnoj stazi u koje spadaju: grubo sletanje, sletanje pre praga poletno sletne staze, udar ptica, izletanje sa poletno sletne staze i gubitak kontrole na zemlji. Sistem upravljanja bezbednošću ima za cilj zaštitu sistema od ovih kategorija događaja, kao i održavanje nivoa bezbednosti na prihvatljivom nivou.

U cilju unapređenja bezbednosti potrebno je imati jasno definisane bezbednosne ciljeve kao i indikatore. Bezbednosni cilj je kvantitativno ili kvalitativno predstavljanje učestalosti ili verovatnoće pojave opasnosti (eng. Hazard), dok bezbednosni indikatori služe za analiziranje podataka uz pomoć kojih se detektuju opasnosti u sistemu. Bezbednosni indikatori se dele na [2]:

- Bezbednosne indikatore prve kategorije: imaju za posledicu udese ili ozbiljne nezgode;
- Bezbednosne indikatore druge kategorije: imaju za posledicu ozbiljne nezgode ili udese, i potrebno je primeniti bezbednosne mere. Neki od njih su: CFIT, LOC I, pojava vatre ili dima u vazduhoplovu u letu ili na zemlji (eng. *Fire/Smoke non Impact – FCI*);
- Bezbednosni indikatori treće kategorije: označavaju uzroke nezgoda ili udesa koji spadaju u drugu kategoriju. Praćenjem indikatora treće kategorije i definisanjem bezbednosnih ciljeva izbegavaju se nezgode druge kategorije (npr. izletanje aviona sa rulne ili poletno sletne staze, nestabilan prilaz ili slučajevi prekinutog poletanja).

2.1. Bezbednosna kultura

U cilju postizanja prihvatljivih performansi sistema potrebno je razviti bezbednosnu kulturu u okviru vazduhoplovne organizacije (slika 1). Značaj bezbednosne kulture se ogleda u posvećenosti prema bezbednosti na svim nivoima u okviru jedne vazduhoplovne organizacije. Razlikuju se: nacionalna, organizaciona i profesionalna bezbednosna kultura. Potrebno je stvoriti pozitivnu bezbednosnu kulturu, u kojoj se osoblje ohrabruje, pa čak i nagrađuje za pružanje informacija o narušavanju bezbednosti. U okviru pozitivne kulture (eng. *Just Culture*), potrebno je da zaposleni pružaju

informacije i o sopstvenim greškama u cilju unapređenja bezbednosti. Važno je ostvariti komunikaciju na svim nivoima upravljanja u cilju očuvanja bezbednosnih performansi sistema.



Slika 1 - Bezbednosna kultura [4]

2.1. Bezbednosni rizici

Bezbednosni rizik se definiše kao procena, izražena u smislu predviđene verovatnoće i ozbiljnosti posledica delovanja određenog hazarda, uzimajući za referentu najgoru moguću predviđenu situaciju [1]. Kao osnov za razumevanje definiše se pojam upravljanja bezbednosnim rizikom, koji označava smanjenje bezbednosnog rizika koji nastaje kao posledica delovanja hazarda na najmanje izvodljiv nivo (eng. *As Low As Reasonable Practicable – ALARP*). Upravljanje bezbednosnim rizikom ima za cilj da raspoređivanje resursa bude zasnovano na podacima. Na slici 2, uočava se prikaz bezbednosnih rizika u zavisnosti da li pripadaju kategoriji prihvatljivog, podnošljivog ili neprihvatljivog bezbednosnog rizika koji je nastao kao posledica delovanja hazarda.



Slika 2 - Upravljanje bezbednosnim rizikom - ALARP

Ozbiljnost posledica bezbednosnog rizika se vezuje za mogućnosti pojavljivanja neželjenih događaja i stanja i njihove implikacije na bezbednost. Ukoliko postoji značajan rizik od katastrofalnih posledica, ili ako je rizik od nastupanja povrede, štete ili ugrožavanja okoline visok, neophodna je hitna akcija na otklanjanju ili svodenju takvog rizika na minimum [1].

3. UPRAVLJANJE BEZBEDNOŠĆU U VAZDUŠNOM SAOBRAĆAJU

Upravljanje bezbednošću uslovljava praćenje hazarda i bezbednosnih rizika na svim nivoima

vazduhoplovne organizacije, uz održavanje zadovoljavajućeg nivoa bezbednosti. Opasnost/hazard je svako stanje, događaj ili okolnost koji mogu da dovedu do udesa [2].

3.1. Sistem upravljanja bezbednošću

Kako bi se vazdušni saobraćaj odvijao bezbedno, redovno i efikasno uz stalnu kontrolu rizika, uz preporuku ICAO-a definiše se Sistem upravljanja bezbednošću, koji podrazumeva konstantno unapređenje bezbednosti svake organizacije uz upravljanje bezbednosnim rizikom. Upravljanje rizikom podrazumeva praćenje i identifikaciju potencijalnih opasnosti, ali i preduzimanje mera kada se rizici ne mogu ukloniti. Rizici se dele u tri grupe: sredstva, prihodi i odgovornosti, gde udesi u vazdušnom saobraćaju najčešće uključuju sve tri oblasti [2]. Potrebno je uspostaviti efikasan sistem upravljanja bezbednošću, kroz koji će se sprovoditi i upravljati bezbednosnim rizicima.

Istorijski posmatrano najviše uticaja na bezbednost imali su tehnički faktori. Poboljšanje tehnologije i razumevanje odvijanja vazdušnog saobraćaja dovodi do pada uticaja ovog faktora, pa se akcenat stavlja na pojedinca koji je odgovoran za upravljanje sistemom (npr. pilot, kontrolor letenja, avio-mehaničar, itd.).

Ljudski faktor zauzima značajno mesto (jer se procenjuje da je uzrok svih vazduhoplovnih nesreća ljudski faktor u preko 75% slučajeva).

Organizacioni faktori počinju da budu uočljivi, kada pored tehnologije koja postaje savremenija zajedno sa porastom vazdušnog saobraćaja, i dalje dolazi do pojave udesa i ozbiljnih nezgoda. Navedena tri faktora predstavljaju osnov za uspostavljanje uspešnog sistema upravljanja bezbednošću.

U okviru SMS se analiziraju opasnosti i kontrolišu bezbednosni rizici, kako bi se sprečilo pojavljivanje mogućih uzroka za nastanak udesa ili ozbiljnih nezgoda. SMS karakterišu tri osobine [2]: sistematičnost, proaktivnost i eksplicitnost (odnosi se na prikupljanje, obradu i analizu svih prikupljenih podataka).

Bezbednost vazdušnog saobraćaja može biti narušena u zavisnosti od različitih tipova hazarda. Uzroci nastanka neželjenih pojava mogu biti prirodni, u čiju grupu spadaju loši meteorološki uslovi (obilne kiše, gusta magla, udari jakog vetra, turbulencije, itd.) i klimatske pojave (tornado, cunami, poplave, snežne oluje, itd), koji u velikoj meri otežavaju redovno odvijanje vazdušnog saobraćaja, pa samim tim imaju direktan uticaj na bezbednost.

Drugu grupu čine tehnički hazardi, koje definiše otkaz različitih sistema i opreme u okviru samog vazduhoplova. U poslednju grupu spadaju ekonomski hazardi, koji imaju direktan uticaj na pad ekonomskih aktivnosti, kao i troškovi opreme i materijala.

Sistem upravljanja bezbednošću predstavlja osnov za identifikaciju hazarda i bezbednosnih rizika, sa ciljem minimiziranja štete koja nastaje gubitkom ljudskog života, oštećenjem opreme ili sistema vazduhoplova i troškova (ekoloških, socijalnih, statistička vrednost ljudskog života, itd.).

Kombinacija više hazarda ili delovanje samo jednog njih može dovesti do narušavanja bezbednosnog koncepta:

- Aktivni otkazi i latentni uslovi - aktivni otkazi predstavljaju rezultat nedostatka opreme ili grešaka operativnog osoblja, dok latentni uslovi sadrže greške koje su izazvane delovanjem ljudi. Mogu biti i u vezi sa opasnostima koje nisu uočene na vreme, a odobrene su u uputstvima. U nekim slučajevima mogu biti i rezultat odluka višeg menadžmenta organizacije.
- Otkazi opreme - verovatnoća otkaza sistema u odnosu na kvar opreme je u domenu pouzdanosti i određena je analizom stope otkaza individualnih komponenti opreme. Uzroci otkaza komponente mogu obuhvatati električne, mehaničke i softverske kvarove.
- Ljudski faktor - greška nastaje kada ishod zadatka ili provere od strane zaposlenih u okviru sistema nije ishod koji se očekuje. Način na koji operater pristupa zadatku zavisi od same prirode zadatka i obuke zaposlenih. Ljudske performanse mogu biti bazirane na znanju, iskustvu, pravilima i sposobnostima. Potrebno je napraviti razliku između grešaka u izvršenim zadacima i prekoračenjima.
- Projektovanje sistema - uzimajući u obzir kompleksno međusobno delovanje ljudskog faktora i tehnologije u operacijama vazduhoplova, potpuna eliminacija bezbednosnog rizika je malo verovatna. Čak i u vazduhoplovnim organizacijama u kojima postoje savremni programi za obuke zaposlenih, sa uspostavljenom bezbednosnom kulturom, zaposleni će povremeno praviti greške, a može doći i do kvara opreme. Važno je da sistem bude projektovan i implementiran tako da greške i otkazi sistema ne prouzrokuju udes ili ozbiljnu nezgodu.

4. ANALIZA OPERATIVNIH PODATAKA O UDESIMA VAZDUHOPLOVA PRIMENOM MICROSOFT POWER BI ALATA

U ovom poglavlju predstavljena je obrada podataka iz međunarodne baze podataka u kojoj su zvanično registrovani svi udesi vazduhoplova od 1919. godine [4]. Baza podataka sadrži sve informacije o lokaciji udesa ili ozbiljne nezgode, fazi leta u kojoj se nesreća ili nezgoda dogodila, šteti pričinjenoj na vazduhoplovu, broju stradalih lica, naletu vazduhoplova,

vrsti leta (komercijalni, vojni, generalna avijacija ili se radi o vazduhoplovima koji su u službi hitne pomoći, vatrogasne službe i sl.).

Međunarodne vazduhoplovne organizacije i vazduhoplovni subjekti kontinuirano prate i obrađuju podatke koji se odnose na bezbednost u vazdušnom saobraćaju. Publikovanje podataka, najčešće se vrši na godišnjem nivou kroz bezbednosne izveštaje (kao i kroz nacionalne planove i programe bezbednosti svake države članice ICAO). U ovom radu su obrađeni podaci od 2015. do 2020. godine gde program sam ažurira podatke ukoliko su se u posmatranom periodu dogodili udesi ili ozbiljne nezgode.

Podaci su kategorizovani prema kontinentima, uključujući i Antarktiku, prema državama i prema tipu vazduhoplova. Takođe, predstavljeni su podaci po: mesecima i godinama, fazi leta u kojoj se udes i/ili ozbiljna nezgoda dogodila, u zavisnosti od faze leta kom tipu saobraćaja pripadaju (vojni, teretni, domaći, čarter, itd.), prosečnoj starosti vazduhoplova u trenutku udesa/nezgode u odnosu na fazu leta, i prikazu tipa vazduhoplova koji je učestvovao u nezgodi ili nesreći (Slika 3).

Na slici 3 prikazano je ukupno 1.024 neželjenih događaja u posmatranom periodu, od čega 216 udesa (21,1%). Ukupan broj stradalih lica iznosi 3.013.

Podaci su obrađeni u okviru Microsoft programa Power Bi, koji omogućava učitavanje, obradu i analizu velikih baza podataka. Postoje tri verzije ovog programa, a verzija korišćena za potrebe ovog rada je Power Bi Desktop. Na osnovu navedenog programa, podaci su predstavljeni, grupisani i analizirani u više različitih formata.



Slika 3 - Generalni prikaz udesa i ozbiljnih nezgoda (2015 - 2020. godine)

4.1. Uvod u microsoft power bi

Power Bi predstavlja Microsoft cloud servis koji omogućava preuzimanje podataka iz različitih izvora, njihovo čuvanje i obradu radi generisanja izveštaja. Različiti oblici poslovne inteligencije (eng. Business Intelligence – BI), odnosno alati, omogućavaju korisnicima da iz podataka dobiju razumljive uvide. Poslovna inteligencija je vrlo bitan koncept današnjice jer uveliko pomaže korisnicima sistema u donošenju

poslovnih odluka koje su bazirane na relevantnim rezultatima dobijenih iz raznih izvora podataka.

Vizualizacija podataka, pristup istorijskim podacima i automatsko generisanje izveštaji, samo su neki od korisnih funkcionalnosti ovih alata koje štede vreme i pružaju dobro uporište za kreiranje smislenih poslovnih strategija [5].

Power Bi služi za prikupljanje i obradu podataka u cilju efektivnog upravljanja i njihove analize. Preuzima podatke iz više izvora i vrši njihovu organizaciju u inteligentne uvide, pri čemu ih formira u jasne vizuelne forme u vidu grafika i drugih prikaza poput panela (eng. dashboards) koji se mogu trenutno interpretirati [6].

Pri učitavanju podataka moguće je podatke i prethodno transformisati koristeći Data Query prozor u cilju optimizacije podataka za dalje postupke i vizualizaciju. Nakon učitavanja, podatke je moguće dodatno transformisati i izraditi model podataka ili prihvatiti automatski generisan model. Poslednji korak u radu je vizuelizacija podataka. Vizuelizacija podataka može biti u formi grafika, tabela, slajsera, kartica, barova, itd. Takođe, moguće je dodavanje teksta, slika i oblika. Kada se govori o vizuelizaciji podataka, moguće je uvesti opciju za filtriranje, odnosno klasifikaciju podataka. Kada je izveštaj završen, moguće je njegovo objavljivanje na dashboard ili na servisu, sve u zavisnosti od potreba korisnika sistema.

Značaj poslovne inteligencije u poslovnom svetu, dovodi do potrebe za implementacijom velikog broja alata koji mogu brzo i jednostavno ispuniti zahteve rada sa velikim obimom podataka i tu se Microsoft alat Power Bi izdvaja prema svojim performansama.

4.2. Prikaz operativnih podataka za Evropu

Na osnovu slike 4 može se uočiti učešće evropskog kontinenta u ukupnom broju udesa i ozbiljnih nezgoda u vazdušnom saobraćaju. Ukupan broj neželjenih događaja koji su narušili bezbednost je 193, od čega 36 (18,7%) su udesi, a broj nastradalih je 386.

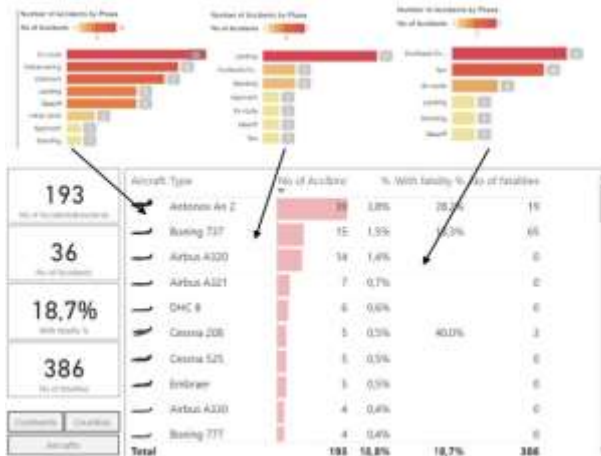


Slika 4 - Evropa – prikaz učešća u udesima i ozbiljnim nezgodama u vazdušnom saobraćaju

Kada je reč o državama u okviru evropskog kontinenta u kojima je došlo do najviše zabeleženih

neželjenih događaja, na prvom mestu se nalazi Rusija sa 48 (4,8%) neželjenih događaja, zatim Velika Britanija sa 27 (2,6%) i na trećem mestu se nalazi Nemačka sa 18 (1,8%) neželjenih događaja.

Na slici 5 uočavaju se različiti tipovi vazduhoplova koji su učestvovali u neželjenim događajima na evropskom kontinentu uključujući i fazu leta.



Slika 5 - Učešće tipova vazduhoplova u udesima i nezgodama po fazama leta u Evropi

Vazduhoplov Antonov An 2 zauzima prvo mesto u broju neželjenih događaja – 39 (3,8%), gde je sa 28,2% predstavljeno učešće udesa sa 19 smrtnih ishoda. Antonov An 2 je vazduhoplov lake kategorije ruskog proizvođača Antonov i koristi se u civilnim i vojnim namenama širom sveta. Pogodan je za prevoz raznog tereta, ljudi sa i bez lične opreme, bolesnika i povređenih, za ratarsku i šumarsku hemijsku zaštitu i agro kulture, za gašenje požara, sportsko i vojno padobranstvo. Takođe, pogodan je za prevoz putnika i tereta u nepristupačnim područjima sa slabom razvijenom infrastrukturom, kao što je Sibir i sever Rusije.

U okviru kategorije faze leta, najviše zabeleženih neželjenih događaja – 10 se desilo u fazi krstarenja, zatim 8 tokom aero mitinga, 7 događaja nije identifikovano u kojoj su se fazi leta desili, po 5 u toku sletanja i poletanja, 2 u penjanju i po 1 u finalnom prilazu i u toku stajanja vazduhoplova na parking poziciji (slika 5).

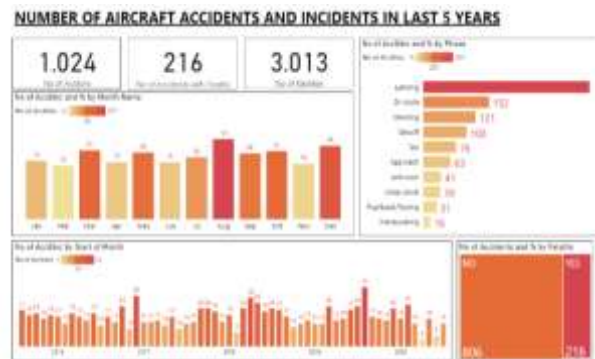
Na drugom mestu nalazi se Boeing B737 sa 15 (1,5%) neželjenih događaja od čega je 13,3% udesa, sa smrtnim ishodom, 65 osoba. B737 predstavlja jedan od najzastupljenijih tipova vazduhoplova u komercijalnoj avijaciji, pa shodno tome beleži i najveći broj smrtnih slučajeva.

U okviru kategorije faze leta, sletanje predstavlja fazu leta u kojoj je B737 beleži najviše neželjenih događaja – 7, u toku pushback-a su se dogodila 2, 2 u toku stajanja vazduhoplova na parking poziciji, i po 1 u toku prilaza, krstarenja, poletanja i taksiranja.

Na trećem mestu nalazi se Airbus A320, takođe jedan od najzastupljenijih tipova vazduhoplova komercijalne avijacije. U okviru evropskog kontinenta, A320 beleži 14 (1,4%) neželjenih događaja gde nisu predstavljeni podaci o samom učešću udesa, i bez smrtnih slučajeva. Najviše neželjenih događaja je bilo u toku pushback-a, njih 5, u toku taksiranja 4, 2 u toku krstarenja i po 1 u sletanju, stajanju vazduhoplova na parking poziciji i poletanju. Odmah za njim, nalazi se još jedan Airbus vazduhoplov, A321, a na devetom mestu A330.

4.3. Prikaz operativnih podataka po mesecima i godinama

Na slici 6 dat je prikaz operativnih podataka po mesecima i godinama. Takođe, uočava se koliko je bilo udesa (procentualno učešće i koliko je bilo smrtnih slučajeva) i ozbiljnih nezgoda. U sledećim primerima dat je pregled po mesecima i godinama svih događaja u Evropi.



Slika 6 - Prikaz operativnih podataka po mesecima i godinama u Evropi



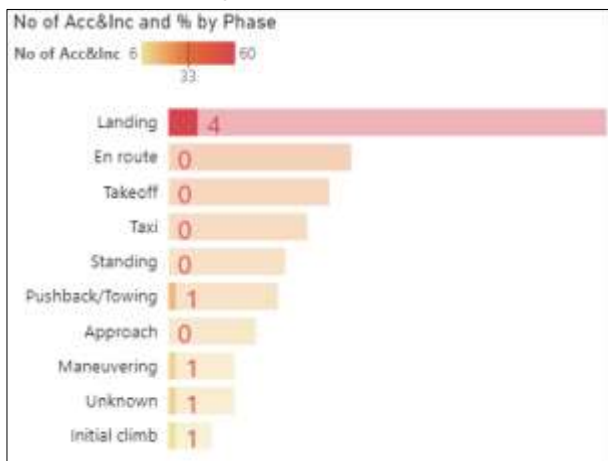
Slika 7 - Prikaz neželjenih događaja po mesecima i godinama u Evropi

Na slici 7, uočava se da je u periodu od 2015. do 2020. godine, najkritičniji mesec avgust sa 25 neželjenih događaja, pa zatim februar sa 20, i maj u kom se dogodilo najmanje neželjenih događaja 11. Kada je reč o fazama leta, uočeno je da je na području Evrope najviše neželjenih događaja bilo u toku sletanja 60, zatim u fazi krstarenja 25, u fazi poletanja 22 i najmanje tokom penjanja 6. Posmatrajući pojedinačni deo sa mesecima za svaku godinu, uočeno je da je najkritičniji mesec avgust u 2019. godini sa 8 neželjenih događaja, dok su april i maj 2020. godine meseci u

kojima se nije desio nijedan neželjen događaj na području Evrope.

Dalje, analizirani su najkritičniji i najmanje kritični pojedinačni meseci na području Evrope, gore pomenuti, koji su predstavljeni na slici 8.

U avgustu najviše neželjenih događaja je bilo tokom sletanja – 4, i po 1 u toku pushback-a i penjanja, 1 je identifikovan u nepoznatoj fazi, dok se 1 događaj desio na aero-mitingu.



Slika 8 - Neželjeni događaji u najkritičnijem mesecu u Evropi

4.4. Prikaz operativnih podataka po fazama leta

Pojam neželjeni događaj označava sve događaje koji mogu narušiti bezbednost vazdušnog saobraćaja. Odnose se na udesa ili ozbiljne nezgode koji prouzrokuju štetu na vazduhoplovu i dovode do gubitka ljudskih života ili teških povreda lica koji se nalaze u vazduhoplovu i/ili na zemlji. Svaki izveštaj o udesu ili nezgodi, sadrži i podatke u kojoj fazi leta se neželjeni događaj desio. U pojedinim situacijama nije moguće identifikovati fazu leta u kojoj se udes i/ili ozbiljna nezgoda desila, što govore podaci na prethodnim slikama.

Takođe, predstavljeni su podaci o udesima i ozbiljnim nezgodama u zavisnosti od prirode (namene) leta: vojni, kargo, domaći, čarter, medicinski, državni (diplomatski), ferij, privatni, traganje i spasavanje i međunarodni.

Na slici 9 uočava se broj udesa prema fazi leta, dok se za fazu krstarenja u kojoj se dogodio najveći broj udesa uočava brojno stanje u zavisnosti od namene leta.

Faze leta na koje se odnose obrađeni podaci su: stajanje vazduhoplova na parking poziciji (eng. Standing), „izvlačenje“ vazduhoplova sa parking pozicije (eng. Pushback), Taksiranje (eng. Taxi), poletanje (eng. Takeoff), početno penjanje (eng. Initial Climb), krstarenje (eng. En route), završni prilaz (eng. Approach) i sletanje (eng. Landing).



Slika 9 - Prikaz udesa u zavisnosti od faze leta i prirode saobraćaja

4.5. Prikaz operativnih podataka o prosečnoj starosti različitih tipova vazduhoplova u zavisnosti od faze leta

U cilju lakšeg razumevanja učestalosti određenog tipa aviona u udesu i/ili ozbiljnoj nezgodi, urađena je analiza zavisnosti između prosečne starosti određenih tipova vazduhoplova u trenutku udesa i ozbiljnih nezgoda u odnosu na fazu leta (slika 10). Ljubičasta isprekidana linija pokazuje prosečan broj godina starosti svih aviona.



Slika 10 - Generalni prikaz zavisnosti između prosečne starosti vazduhoplova i ozbiljnih nezgoda po fazama leta u Evropi

5. ZAKLJUČAK

U radu su definisani i objašnjeni pojmovi i osnovni principi bezbednosti u vazdušnom saobraćaju. Uspešnim prikupljanjem i obradom podataka vezanim za neželjene događaje, održava se bezbednost na prihvatljivom nivou i ostvaruju se bezbednosni ciljevi u okviru vazduhoplovne organizacije. Pri realizaciji bezbednosnih ciljeva, akcentat je na sistemu upravljanja bezbednošću koji detektuje sve potencijalne hazarde i ima kontrolu nad bezbednosnim rizicima. Takođe, u okviru rada data je detaljna analiza udesa i ozbiljnih nezgoda u periodu od 2015. do 2020. godine, koji su narušili bezbednost vazdušnog saobraćaja u Evropi za određeni period (mesec i godina) u odnosu na: fazu leta, vrstu saobraćaja, tip vazduhoplova, kao i prosečnu

starost vazduhoplova koji su učestvovali u neželjenom događaju.

Obradom operativnih podataka, dolazi se do zaključka da kada se posmatra u odnosu na mesece u kojima je došlo do neželjenog događaja u okviru evropskog kontinenta, avgust je označen kao mesec u kom je zabeleženo najviše neželjenih događaja. Tu činjenicu je moguće objasniti, zato što je u okviru letnjih meseci povećan obim vazdušnog saobraćaja i uvođenjem čarter letova, koji su tipični zbog sezone odmora za ovaj period godine.

Sletanje je označeno kao faza leta u okviru koje dolazi do najvećeg broja neželjenih događaja, što potvrđuju i brojni izveštaji iz ranijih godina gde se faze poletanja i sletanja detektuju kao najkritičnije faze. Takođe, šteta koja je pričinjena na vazduhoplovu u najvećem broju slučajeva nastaje u okviru ove faze leta. Uzroci mogu biti ljudske prirode, preko otkaza upravljačkih sistema do prirodnih pojava koji su uslovljeni lošom meteorološkom situacijom. Kada se radi o udesima sa katastrofalnim posledicama i sa najvećim brojem smrtnih ishoda, krstarenje je faza leta u okviru koje je zabeležen najveći broj slučajeva.

Pored brojnih tehnika koje se mogu sresti u praksi [7, 8], u ovom radu, prepoznat je značaj korišćenja programa Power BI u cilju obrade i analize podataka koje su od velike važnosti za dalje održavanje bezbednosti vazdušnog saobraćaja na prihvatljivom nivou. Obrada, analiza i predstavljanje podataka o udesima i ozbiljnim nezgodama dovodi do efikasnog praćenja bezbednosnih rizika u cilju svodenja na minimum svih neželjenih događaja koji mogu ugroziti bezbednost vazdušnog saobraćaja što je od ključnog značaja za donosiocima odluka. Takođe, prilikom primene nacionalnog plana i programa bezbednosti u okviru civilnih

vazduhoplovnih vlasti jedne države, veoma je bitno da se racionalno sagledaju svi bezbednosni aspekti.

LITERATURA

- [1] ICAO. *Annex 19, Safety Management*, International Civil Aviation Organization, Montreal, 1st edition, p.44, 2013.
- [2] Čokorilo O. *Bezbednost vazduhoplova*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2020.
- [3] ICAO. *2017-2019 Global Aviation Safety Plan*, International Civil Aviation Organization, Montreal, 2nd edition, 2016.
- [4] ASN. Aviation Safety Network - Accident Database [Internet]. 2023. [citirano 3.2.2023]. Dostupno na: <https://aviation-safety.net/>
- [5] Mainstream. Šta je Power BI i kako doprinosi Vašem biznisu? [Internet]. Beograd; 2023. [citirano 5.2.2023]. Dostupno na: <https://www.mainstream.rs/sta-je-power-bi-i-kako-doprinosi-vasem-biznisu/>
- [6] PSPress. Power BI – Izveštaji i izveštajne tabele [Internet]. Beograd; 2017 [Citirano 28.12.2022]. Dostupno na: <https://pcpress.rs/powerbi-izvestaji-i-izvestajne-table/>
- [7] Čokorilo O, De Luca M, Dell'Acqua G. Aircraft safety analysis using clustering algorithms, *Journal of Risk Research*, Vol. 17, No. 10, pp. 1325-1340, 2014.
- [8] Čokorilo O. Urban Air Mobility: Safety Challenges, *Transportation Research Procedia*, Vol. 45, pp. 21-29, 2020.

SUMMARY

ANALYSIS OF ACCIDENTS AND SERIOUS INCIDENTS IN AVIATION USING MICROSOFT POWER BI TOOLS

Safety is a priority in aviation and for all aviation entities, including civil aviation authorities, operators, air traffic control service providers and airports. With the air traffic volume increase, there is a growth in the aviation system efficiency and therefore it is necessary to maintain a high level of safety. Practical processing of the operational data includes the representation and analysis of accidents and incidents in aviation over the certain period. The data presented in the paper are based on the location of the safety event, flight phase, aircraft type, accident frequency rate and other possible factors that can affect aviation safety. The main goal of analyzing the operational data is to raise safety awareness, as well as to maintaining safety risks on satisfactory level including safety risks mitigation measures.

Key Words: *safety, Microsoft Power BI, aircraft, aviation*