

Bojan Zimonjic*

<https://orcid.org/0009-0001-6374-6454>

Jovica Vasiljevic**

<https://orcid.org/0000-0003-0149-2935>

UDK: 656.73:004

DOI: 10.5937/MegRev2502193Z

Originalni naučni rad

Primljen 15.08.2025.

Odobren 19.10.2025.

ULOGA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U UNAPREĐENJU BEZBEDNOSTI CIVILNOG VAZDUHOPLOVSTVA

Sažetak: Bezbednost civilnog vazduhoplovstva predstavlja jedan od najvažnijih aspekata savremenog globalnog saobraćaja. Povećanje broja letova, razvoj digitalne infrastrukture i rast sajber pretnji nameću potrebu za novim pristupima zaštiti putnika, osoblja i vazduhoplovnih sistema. U tom kontekstu, informacione tehnologije (IT) imaju ključnu ulogu u unapređenju svih segmenata bezbednosti – od fizičke i operativne, do komunikacione i sajber bezbednosti.

Cilj ovog rada jeste da se analizira značaj i primena informacionih tehnologija u sistemu bezbednosti civilnog vazduhoplovstva, uz posebnu analizu implementacije na primeru Aerodroma „Nikola Tesla“ Beograd. Primenom metoda analize, komparacije i studije slučaja, istraženo je kako savremeni IT sistemi doprinose prevenciji incidenata, bržoj komunikaciji, automatizaciji procesa i smanjenju rizika ljudske greške.

Rezultati pokazuju da integracija informacionih tehnologija značajno povećava efikasnost i pouzdanost sistema bezbednosti, ali istovremeno zahteva stalno tehnološko unapređenje i edukaciju kadra. Zaključuje se da informacione tehnologije nisu samo tehničko sredstvo, već strateški resurs koji obezbeđuje održiv razvoj i sigurnost savremenog civilnog vazduhoplovstva.

Ključne reči: bezbednost, civilno vazduhoplovstvo, informacione tehnologije, sajber bezbednost, Aerodrom „Nikola Tesla“

* Megatrend Univerzitet, Beograd, Srbija
E-mail: bojanzimonjic1999@gmail.com

* Megatrend Univerzitet, Beograd, Srbija
E-mail: jovica.vasiljevic@gmail.com

UVOD

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva predstavlja jedan od najvažnijih segmenata savremenog društva i globalnog saobraćajnog sistema. U eri ubrzanog tehnološkog razvoja i globalne povezanosti, vazdušni saobraćaj suočava se sa sve većim izazovima u pogledu zaštite putnika, osoblja, infrastrukture i informacionih sistema. Kako se pretnje razvijaju – od klasičnih oblika ugrožavanja bezbednosti do sofisticiranih sajber napada – tradicionalne metode zaštite više nisu dovoljne. U tom kontekstu, informacione tehnologije (IT) postaju ključni faktor u unapređenju i očuvanju bezbednosti civilnog vazduhoplovstva.

Informacione tehnologije omogućavaju bržu razmenu informacija, automatizovano prepoznavanje rizika, efikasnije reagovanje u kriznim situacijama i smanjenje ljudske greške. Korišćenjem savremenih IT sistema u oblastima kontrole letenja, nadzora, komunikacije, detekcije pretnji i sajber bezbednosti, ostvaruje se viši nivo pouzdanosti i sigurnosti vazdušnog saobraćaja.

Predmet ovog rada jeste analiza uloge informacionih tehnologija u unapređenju bezbednosti civilnog vazduhoplovstva, sa posebnim osvrtom na konkretan primer implementacije u okviru Aerodroma „Nikola Tesla“ Beograd.

Cilj rada je da se istraži kako savremene informacione tehnologije doprinose povećanju efikasnosti, preciznosti i sigurnosti sistema civilnog vazduhoplovstva, kao i da se prikažu konkretne prednosti i izazovi njihove primene u praksi. Osnovna hipoteza od koje se pošlo u radu je *Primena savremenih informacionih tehnologija značajno doprinosi unapređenju bezbednosti civilnog vazduhoplovstva.*

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

U savremenom društvu informacione tehnologije (IT) predstavljaju jedan od ključnih faktora razvoja gotovo svih delatnosti, uključujući i oblast bezbednosti civilnog vazduhoplovstva. IT sistemi omogućavaju obradu, razmenu, skladištenje i zaštitu podataka u realnom vremenu, čime se povećava efikasnost, tačnost i sigurnost procesa u kojima učestvuju ljudi i mašine.¹

Razvoj informacionih tehnologija zasnovan je na povezivanju računarskih sistema, softverskih aplikacija i telekomunikacionih mreža koje omogućavaju brz i bezbedan prenos informacija. U kontekstu vazduhoplovstva, IT ima poseban značaj jer se koristi u sistemima za navigaciju, komunikaciju, kontrolu letenja, nadzor i bezbednost putnika.²

¹ Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020): *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, Pearson.

² Kovačević, D. (2019): *Bezbednost civilnog vazduhoplovstva*, Fakultet bezbednosti, Beograd.

Pod pojmom informacione tehnologije podrazumeva se skup tehničkih, softverskih i organizacionih rešenja koja omogućavaju efikasno upravljanje informacijama. Njihova osnovna funkcija jeste transformacija podataka u korisne informacije koje se mogu analizirati i koristiti za donošenje odluka.³

U oblasti bezbednosti, IT doprinosi uspostavljanju automatizovanih sistema praćenja, detekcije i komunikacije, čime se značajno smanjuje mogućnost greške ljudskog faktora. Savremeni informacioni sistemi u aviosaobraćaju karakterišu se integrisanošću (povezanost različitih podsistema), interoperabilnošću (mogućnost razmene podataka između različitih organizacija), i otpornosti na sajber pretnje.⁴

Informacione tehnologije mogu se klasifikovati prema njihovoj primeni i funkciji u vazduhoplovstvu:

1. Operativne tehnologije – odnose se na sisteme koji podržavaju kontrolu letenja, navigaciju, upravljanje aerodromskim operacijama i logistiku.
2. Bezbednosne tehnologije – uključuju video-nadzor, biometrijske sisteme, detekciju eksploziva, kontrolu pristupa i praćenje prtljaga.
3. Komunikacione tehnologije – obuhvataju radio-veze, digitalne mreže i enkriptovane kanale za razmenu podataka između letelica, tornjeva i zemaljskih službi.
4. Sajber bezbednosne tehnologije – namenjene su zaštiti informacionih mreža, baza podataka i sistema upravljanja od hakerskih napada i neovlašćenog pristupa.⁵

Ova podela pokazuje da informacione tehnologije prožimaju svaki segment vazduhoplovnog sistema, čineći ga bržim, preciznijim i sigurnijim.

Razvoj IT sistema u civilnom vazduhoplovstvu počeo je već sredinom XX veka sa uvođenjem prvih radarskih i komunikacionih sistema za kontrolu letenja. Tokom narednih decenija, tehnologija je napredovala kroz digitalizaciju kontrole saobraćaja i automatizaciju aerodromskih procesa.

Danas, informacione tehnologije obuhvataju napredne softverske platforme za upravljanje saobraćajem (ATM – Air Traffic Management), baze podataka za evidenciju letova, sisteme za bezbednosno praćenje i AI alate za analizu rizika.⁶

Poseban značaj imaju tehnologije poput:

- ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) sistema koji omogućava automatsko praćenje letelica;

³ Vukićević, M. (2020): *Informacione tehnologije i savremeni bezbednosni sistemi*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad.

⁴ Turban, E., & Volonino, L. (2017): *Information Technology for Management*, Wiley.

⁵ ICAO Annex 17 – *Security: Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference*, Montreal, ICAO, 2022.

⁶ International Civil Aviation Organization (ICAO) (2021): *Aviation Security Manual (Doc 8973)*.

- TCAS (Traffic Collision Avoidance System) koji sprečava sudare u vazduhu;
- i ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) koji omogućava razmenu tehničkih i bezbednosnih informacija između letelice i kontrolnog tornja.⁷

BEZBEDNOST CIVILNOG VAZDUHOPLOVSTVA

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva predstavlja jednu od najvažnijih komponenti međunarodnog saobraćajnog sistema i osnovni preduslov njegovog funkcionisanja. Ona podrazumeva sve mere, aktivnosti i procedure koje se sprovode s ciljem zaštite putnika, osoblja, vazduhoplova i infrastrukture od nezakonitih radnji, tehničkih incidenata i drugih rizika koji mogu ugroziti sigurnost leta.⁸

U savremenom dobu, kada se godišnje preveze više od četiri milijarde putnika širom sveta, bezbednost je postala globalni prioritet koji zahteva stalno unapređenje, tehnološki napredak i međunarodnu saradnju. Bezbednost civilnog vazduhoplovstva ne može se posmatrati kao izolovana delatnost, već kao složeni sistem u kojem učestvuju državne institucije, aerodromi, aviokompanije, međunarodne organizacije i sami putnici.⁹

Prema definiciji Međunarodne organizacije civilnog vazduhoplovstva (ICAO), bezbednost civilnog vazduhoplovstva (aviation security) obuhvata skup mera i ljudskih i materijalnih resursa kojima se sprečavaju akti nezakonitog mešanja u civilno vazduhoplovstvo, kao što su otmice vazduhoplova, sabotaze, teroristički napadi i druge radnje koje mogu ugroziti živote i imovinu.¹⁰

Značaj bezbednosti civilnog vazduhoplovstva ogleda se u njenoj preventivnoj funkciji — cilj nije samo reagovanje na incident, već pre svega njegovo sprečavanje. Efikasan sistem bezbednosti doprinosi poverenju putnika, stabilnosti avio-industrije i međunarodnom ugovornom poverenju među državama.¹¹

Bezbednost u vazduhoplovstvu se danas posmatra kroz dve osnovne dimenzije:

- fizičku bezbednost, koja se odnosi na zaštitu aerodroma, letelica i osoblja od fizičkih pretnji, i

⁷ EASA (2023): *Cybersecurity in Aviation – Safety Information Bulletin*, European Union Aviation Safety Agency, Köln.

⁸ Glišović, M. (2016): "Otmica vazduhoplova kao bezbednosna pretnja civilnom vazduhoplovstvu", *Nauka, bezbednost, policija*, 21(2), 197-213.

⁹ Гордић, П. (2025): "Тероризам као претња цивилном ваздушном саобраћају – историјски и правни аспекти, *Баština*, 35(66).

¹⁰ ICAO Annex 17 – *Security: Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference*, Montreal, 2022.

¹¹ EASA (2023): *Cybersecurity in Aviation – Safety Information Bulletin*, European Union Aviation Safety Agency, Köln.

- sajber bezbednost, koja se odnosi na zaštitu informacionih sistema i komunikacione infrastrukture od digitalnih napada.¹²

Obe dimenzije su podjednako važne jer se savremeni vazduhoplovni sistem oslanja na visok stepen digitalizacije, što povećava rizike, ali i mogućnosti zaštite.

Koncept zaštite civilnog vazduhoplovstva razvijao se postepeno, prateći razvoj avio-industrije i globalne bezbednosne situacije. Prvi ozbiljni naponi u uspostavljanju međunarodnog sistema bezbednosti datiraju iz 1944. godine, kada je osnovana ICAO potpisivanjem Čikaške konvencije o međunarodnom civilnom vazduhoplovstvu.

Tokom šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog veka, sa pojavom sve češćih otmica aviona, uspostavljene su prve međunarodne konvencije o sprečavanju nezakonitih radnji u vazduhoplovstvu, kao što su:

- *Tokijska konvencija* (1963) o krivičnim delima i nekim drugim radnjama izvršenim na vazduhoplovima,
- *Haška konvencija* (1970) o suzbijanju otmica vazduhoplova, i
- *Montrealska konvencija* (1971) o suzbijanju nezakonitih radnji usmerenih protiv bezbednosti civilnog vazduhoplovstva.¹³

U periodu nakon terorističkih napada 11. septembra 2001. godine, globalni sistem bezbednosti u aviosaobraćaju doživeo je radikalnu transformaciju. Uvedene su strože kontrole putnika, obavezna provera prtljaga, biometrijska identifikacija i digitalna razmena bezbednosnih podataka između država. Ovaj period označio je početak nove ere u kojoj bezbednost civilnog vazduhoplovstva postaje visoko tehnološki i koordinisan sistem zaštite.

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva funkcioniše kroz više nivoa upravljanja i uključuje međusobno povezane subjekte:

- međunarodne organizacije (ICAO, EASA, EUROCONTROL),
- nacionalne institucije (Direktorati civilnog vazduhoplovstva, ministarstva i agencije),
- aerodrome i aviokompanije.

Na međunarodnom nivou, osnovni dokument koji definiše bezbednosne standarde jeste ICAO Annex 17 – Security, koji propisuje obavezne mere za zaštitu od nezakonitih radnji. U okviru Evropske unije, bezbednost je regulisana Uredbom (EZ) br. 300/2008, kojom se definišu zajednička pravila i minimalni standardi zaštite.¹⁴

¹² *Convention on International Civil Aviation*, Chicago Convention, 1944.

¹³ Marković, A. N., & Zimonjić, B. (2025): "Analiza međunarodnog pravnog okvira u civilnom vazduhoplovstvu: Ženevska konvencija, haški protokol i pariski sporazum", *Megatrend revija*, 141.

¹⁴ Direktor civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije (2021): *Nacionalni program zaštite civilnog vazduhoplovstva od nezakonitih radnji*.

U Republici Srbiji, sistem bezbednosti civilnog vazduhoplovstva uređuje se Zakonom o vazdušnom saobraćaju i Pravilnikom o merama zaštite civilnog vazduhoplovstva od nezakonitih radnji, koji se sprovodi pod nadzorom Direktorata civilnog vazduhoplovstva Srbije. Na nacionalnom nivou postoji i Nacionalni program zaštite civilnog vazduhoplovstva, koji predstavlja strateški okvir koordinacije između državnih organa i aerodroma.

Savremeni sistemi bezbednosti suočavaju se sa kompleksnim izazovima koji prevazilaze tradicionalne oblike ugrožavanja. Pored fizičkih pretnji, poput terorizma i sabotaza, sve više u prvi plan dolaze sajber napadi usmereni na kontrolne sisteme, baze podataka i komunikacione mreže. Prema izveštaju EASA iz 2023. godine, broj pokušaja sajber upada u avio-industriju porastao je za više od 25% u odnosu na prethodnu godinu, što ukazuje na potrebu za stalnim jačanjem digitalne zaštite.

Još jedan izazov predstavlja automatizacija i upotreba veštačke inteligencije (AI) u kontroli i nadzoru vazdušnog saobraćaja. Iako ovi sistemi doprinose efikasnosti, oni otvaraju nova pitanja odgovornosti i bezbednosti u slučaju tehničkih grešaka ili zloupotrebe podataka.

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva danas zahteva multidisciplinarni pristup, koji obuhvata tehničke, organizacione i ljudske faktore. Ključ uspeha leži u stalnom usklađivanju nacionalnih propisa sa međunarodnim standardima i u kontinuiranoj obuci kadra koji upravlja bezbednosnim sistemima.¹⁵

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva više nije samo tehničko ili administrativno pitanje, već globalni sistem saradnje i poverenja. Ona se zasniva na kombinaciji međunarodnih standarda, nacionalnih propisa, tehnoloških inovacija i ljudskog faktora. Savremeni trendovi pokazuju da je budućnost bezbednosti u aviosaobraćaju u potpunosti povezana sa razvojem informacionih tehnologija, digitalizacijom procesa i globalnom razmenom podataka. Samo integrisanim pristupom, koji kombinuje prevenciju, edukaciju i tehnologiju, moguće je obezbediti visok i trajan nivo zaštite u civilnom vazduhoplovstvu.

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U VAZDUHOPLOVSTVU

Informacione tehnologije zauzimaju centralno mesto u savremenom vazduhoplovstvu i predstavljaju osnovu funkcionisanja globalnog sistema civilnog saobraćaja. Njihova primena prožima gotovo svaki segment vazduhoplovne delatnosti — od planiranja i kontrole letenja, preko održavanja letelica i upravljanja aerodromima, do zaštite podataka i bezbednosti putnika. Bez informacionih tehnologija današnji

¹⁵ Stanković, V. A., & Petrošević, V. R. (2012): "Kontrola i zaštita vazdušnog prostora Republike Srbije", *Vojnotehnički glasnik*, 60(4), 211-229.

avio-saobraćaj ne bi mogao da obezbedi ni minimalni nivo pouzdanosti i efikasnosti koji se podrazumeva u modernom svetu.¹⁶

Primena informacionih tehnologija u vazduhoplovstvu ima za cilj da poveže i automatizuje različite operativne i administrativne procese koji su nekada bili potpuno odvojeni. Savremeni informacioni sistemi omogućavaju brzo prikupljanje, obradu i distribuciju podataka između letelica, kontrolnih tornjeva, aerodromskih službi i međunarodnih organizacija. Time se obezbeđuje visok nivo koordinacije, tačnosti i predvidivosti, što direktno doprinosi bezbednosti letenja. Digitalne platforme danas povezuju kontrolore letenja, pilote, meteorološke službe, logističke timove i bezbednosne agencije u jedinstvenu mrežu kroz koju informacije putuju u realnom vremenu.¹⁷

Jedan od najvažnijih aspekata primene IT u vazduhoplovstvu jeste upravljanje vazдушnim saobraćajem (Air Traffic Management – ATM). Reč je o kompleksnom sistemu koji zahvaljujući naprednim softverskim rešenjima omogućava praćenje letelica u svakom trenutku, predviđanje gustine saobraćaja i automatsko prilagođavanje ruta radi smanjenja mogućnosti kolizije. U okviru ovih sistema koriste se satelitske tehnologije, radarski senzori i digitalne komunikacione mreže koje omogućavaju stalnu razmenu podataka između letelica i zemaljskih stanica. Time se smanjuje rizik od ljudske greške i povećava preciznost kontrole, naročito u uslovima velike frekvencije letova.¹⁸

Pored sistema za upravljanje letenjem, informacione tehnologije imaju ključnu ulogu i u organizaciji i funkcionisanju aerodroma. Integrisani sistemi za upravljanje aerodromskim operacijama (Airport Operations Management Systems) omogućavaju planiranje poletanja i sletanja, praćenje prtljaga, kontrolu putnika i koordinaciju između različitih službi — od bezbednosne i tehničke, do carinske i medicinske. Takvi sistemi funkcionišu kao digitalni mozak aerodroma, čineći sve procese transparentnijim i bržim. Korišćenjem RFID oznaka, biometrijske identifikacije i automatskih čitača dokumenata, omogućeno je praćenje svakog putnika i prtljaga od prijave do ulaska u avion, što značajno smanjuje mogućnost propusta i zloupotreba.¹⁹

Tehnološki napredak doveo je i do razvoja brojnih specijalizovanih informacionih sistema koji podržavaju sigurnost letenja. Sistemi kao što su ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) omogućavaju automatsko praćenje letelica putem satelitskog signala, dok TCAS (Traffic Collision Avoidance System) upozorava

¹⁶ Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020): *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, Pearson.

¹⁷ Eurocontrol (2021): *European ATM Master Plan – Digitalisation of Air Traffic Management*, Brussels.

¹⁸ ICAO (2022): *Annex 10 – Aeronautical Telecommunications*, International Civil Aviation Organization, Montreal.

¹⁹ EASA (2023): *Cybersecurity in Aviation – Safety Information Bulletin*, European Union Aviation Safety Agency, Köln.

pilote na potencijalne konflikte u vazduhu i predlaže bezbedne manevre.⁵ Ovi sistemi funkcionišu nezavisno od ljudske kontrole, čime se povećava brzina reakcije i smanjuje mogućnost fatalnih grešaka. Još jedan važan sistem je ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System), koji omogućava razmenu digitalnih poruka između pilota i kontrolora letenja u realnom vremenu. Ovakvi sistemi čine osnovu digitalne komunikacione infrastrukture savremenog vazduhoplovstva.

Sa razvojem informacionih tehnologija pojavio se i novi vid izazova — potreba za zaštitom digitalne infrastrukture. U vreme kada je većina podataka elektronska, a procesi u potpunosti automatizovani, sajber bezbednost postaje jednako važna kao i fizička zaštita aerodroma i putnika. Hakerski napadi na kontrolne sisteme, baze podataka ili aerodromske mreže mogu imati ozbiljne posledice po bezbednost letenja i nacionalnu sigurnost. Zbog toga su međunarodne institucije poput ICAO i EASA uspostavile posebne smernice i bezbednosne standarde koji propisuju obaveznu implementaciju zaštitnih softvera, firewall sistema i enkripcije komunikacije. Sajber bezbednost postaje deo šireg koncepta integrisane zaštite civilnog vazduhoplovstva.

Uvođenje veštačke inteligencije (AI) i analitike velikih podataka (Big Data) dodatno je unapredilo rad informacionih sistema u vazduhoplovstvu. AI se koristi za predviđanje tehničkih kvarova, planiranje kapaciteta i optimizaciju ruta, dok analitički sistemi omogućavaju identifikaciju anomalija i potencijalnih pretnji na osnovu velikog broja parametara. Na taj način, informacione tehnologije ne samo da podržavaju operativne procese, već aktivno učestvuju u unapređenju bezbednosti i strateškom planiranju budućeg razvoja aviosaobraćaja.²⁰

Poseban segment razvoja predstavlja koncept tzv. „pametnih aerodroma“ (Smart Airports), gde se IT koristi za potpunu digitalizaciju aerodromskih procesa. IoT (Internet of Things) senzori prate temperature, kretanje ljudi, potrošnju energije i stanje opreme, dok centralni softver analizira prikupljene podatke i automatski donosi odluke o optimalnom korišćenju resursa. Time se ne samo povećava bezbednost, već i smanjuju troškovi i emisija štetnih gasova, što doprinosi održivom razvoju transporta.

Uloga informacionih tehnologija u vazduhoplovstvu ne ogleda se samo u tehničkom smislu, već i u strateškom — one omogućavaju globalnu povezanost, standardizaciju procedura i povećano poverenje između država i institucija. Vazduhoplovni sistem današnjice je visoko digitalizovan i međusobno zavisna, pa svaka promena ili propust u informacionom sistemu može imati dalekosežne posledice. Zato se može reći da informacione tehnologije čine okosnicu bezbednog i efikasnog funkcionisanja civilnog vazduhoplovstva, dok njihova stalna modernizacija predstavlja uslov za dalji razvoj ove strateški važne oblasti.²¹

²⁰ Turban, E., & Volonino, L. (2017): *Information Technology for Management*, Wiley.

²¹ IATA (2023): *Smart Airports: The Digital Future of Aviation*, International Air Transport Association, Montreal.

STUDIJA SLUČAJA: AERODROM „NIKOLA TESLA“ BEOGRAD

Aerodrom „Nikola Tesla“ u Beogradu predstavlja najvažniji međunarodni aerodrom Republike Srbije i jedno od ključnih čvorišta vazdušnog saobraćaja u jugoistočnoj Evropi. Kao strateški infrastrukturni objekat od nacionalnog značaja, on ima dvostruku ulogu — ekonomsku i bezbednosnu. S jedne strane, omogućava nesmetano odvijanje putničkog i teretnog saobraćaja i doprinosi razvoju turizma i privrede, dok sa druge, ima presudnu funkciju u sistemu nacionalne bezbednosti i međunarodne povezanosti države.

Bezbednosni sistem ovog aerodroma organizovan je u skladu sa međunarodnim standardima koje propisuju Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva (ICAO) i Evropska agencija za bezbednost vazduhoplovstva (EASA), kao i sa domaćim zakonodavstvom. Njegova struktura zasniva se na kombinaciji informacionih tehnologija, fizičke zaštite i ljudskog nadzora, čime se obezbeđuje sveobuhvatna zaštita od nezakonitih radnji i tehničkih incidenata. Ova studija slučaja ima za cilj da prikaže načine na koje su informacione tehnologije integrisane u sistem bezbednosti Aerodroma „Nikola Tesla“ i da analizira njihov doprinos efikasnijem funkcionisanju i višem nivou zaštite.

Bezbednosni sistem Aerodroma „Nikola Tesla“ funkcioniše u okviru Nacionalnog programa zaštite civilnog vazduhoplovstva od nezakonitih radnji, koji je u potpunosti usklađen sa međunarodnim propisima. Organizacija sistema obuhvata više međusobno povezanih segmenata: kontrolu pristupa, video-nadzor, kontrolu prtljaga i tereta, sajber bezbednost, komunikacione i krizne informacione sisteme. Sektor za bezbednost i zaštitu aerodroma ima centralnu ulogu u koordinaciji svih aktivnosti i sarađuje sa Direktoratom civilnog vazduhoplovstva, Ministarstvom unutrašnjih poslova i Bezbednosno-informativnom agencijom. Takav model saradnje između civilnih i državnih institucija omogućava brzo reagovanje i efikasnu razmenu informacija u slučaju bezbednosnih incidenata.

Primena informacionih tehnologija na Aerodromu „Nikola Tesla“ posebno je vidljiva u sistemima kontrole pristupa, video-nadzora, kontrole prtljaga, kriznog upravljanja i sajber zaštite. Integrisani sistem elektronske i biometrijske kontrole pristupa primenjuje se u svim sigurnosnim zonama aerodroma, uključujući terminale, piste, tehničke zone i tovarišta. Svaki zaposleni poseduje personalizovanu identifikacionu karticu sa čipom, a u posebno osetljivim područjima koristi se biometrijska autentifikacija putem otiska prsta ili prepoznavanja lica. Svi podaci o pristupu automatski se čuvaju i analiziraju u centralnoj bazi, što omogućava identifikaciju neuobičajenih obrazaca ponašanja i potencijalnih bezbednosnih rizika.

Jedan od najvažnijih segmenata digitalne zaštite čini sistem video-nadzora i inteligentne analitike. Na prostoru aerodroma instalirano je više od šest stotina kamera visoke rezolucije koje pokrivaju sve ključne zone, od putničkih terminala do manipulativnih i tehničkih prostora. Savremeni softveri zasnovani na veštačkoj inteligenciji omogućavaju automatsko prepoznavanje sumnjivih aktivnosti, detekciju napuštenih predmeta i praćenje kretanja osoba u zabranjenim područjima. Video-sistem povezan je sa komandnim centrom, što omogućava brzu reakciju službi obezbeđenja i policije u realnom vremenu. Ovakva integracija tehnologije i ljudske kontrole doprinosi prevenciji incidenata i podiže nivo bezbednosti putnika i zaposlenih.²²

Podjednako važnu ulogu imaju i sistemi za kontrolu prtljaga i tereta. Sav prtljag prolazi kroz višeslojne rendgenske i CT skenere koji su povezani sa centralnim IT sistemom aerodroma. Korišćenjem RFID (Radio Frequency Identification) tehnologije svaki komad prtljaga dobija jedinstvenu elektronsku oznaku koja omogućava njegovo praćenje od trenutka prijave do isporuke na odredištu. Ova tehnologija smanjuje mogućnost gubitka prtljaga i povećava efikasnost inspekcijskih postupaka. Softverska rešenja dodatno analiziraju slike sa skenera i automatski upozoravaju osoblje na prisustvo sumnjivih predmeta, čime se značajno smanjuje mogućnost ljudske greške.

Komunikacioni i krizni informacioni sistemi čine još jedan važan sloj digitalne infrastrukture. Aerodrom koristi digitalne radio-veze i enkriptovane komunikacione kanale između službi bezbednosti, kontrole letenja, vatrogasnih jedinica i medicinskih ekipa. U okviru ovih sistema funkcioniše i Emergency Response System, koji omogućava koordinisanu reakciju svih relevantnih službi u slučaju vanrednih događaja, kao što su tehnički kvarovi, požari ili bezbednosni incidenti. Ovakav sistem ne samo da skraćuje vreme reakcije, već i omogućava preciznu raspodelu zadataka i efikasno upravljanje kriznim situacijama.

Zbog visokog stepena digitalizacije poslovanja, sajber bezbednost zauzima centralno mesto u okviru IT strategije aerodroma. Korišćenjem firewall zaštite, antivirusnih programa, sistema za detekciju upada (IDS/IPS) i enkripcije komunikacije, obezbeđuje se siguran prenos podataka između različitih jedinica i institucija. Redovni sajber testovi i obuke zaposlenih imaju za cilj podizanje svesti o digitalnim rizicima i jačanje otpornosti sistema na moguće napade. Uspostavljanjem takvih protokola, Aerodrom „Nikola Tesla“ usklađuje svoje mere sa najvišim međunarodnim standardima zaštite informacionih sistema u vazduhoplovstvu.

Analiza efikasnosti pokazuje da je primena informacionih tehnologija na Aerodromu „Nikola Tesla“ značajno unapredila funkcionisanje bezbednosnog sistema. Automatizacija procesa omogućila je brže reagovanje na potencijalne

²² Zimonjić, M. (2025): „Uticaj ljudskog faktora na razvoj i značaj avijacijske komunikacije u očuvanju bezbednosti letenja“, *Megatrend revija*, 173.

pretnje, smanjila mogućnost ljudske greške i poboljšala koordinaciju između različitih službi i državnih organa. Obrada podataka u realnom vremenu omogućava donošenje pravovremenih odluka i bolju analizu rizika. Ipak, identifikovani su i određeni izazovi, među kojima se posebno ističe potreba za stalnim tehnološkim unapređenjem i obukom kadra za rad sa kompleksnim informacionim sistemima.

Rezultati istraživanja

Digitalizacija bezbednosnih procesa

Podaci iz godišnjih izveštaja Aerodroma „Nikola Tesla“ pokazuju da je u poslednjih pet godina digitalizovano više od 80% bezbednosnih procedura, uključujući:

- kontrolu pristupa osoblja,
- praćenje prtljaga putem RFID sistema,
- video-nadzor u realnom vremenu,
- elektronsku verifikaciju dokumenata i ID kartica.

Ova digitalna transformacija dovela je do smanjenja vremena reakcije u kriznim situacijama za oko 40%, kao i do povećanja tačnosti detekcije pretnji (posebno pri skeniranju prtljaga).

Efekti upotrebe biometrijskih i nadzornih sistema

Rezultati interne procene bezbednosti pokazuju da su biometrijski sistemi pristupa smanjili broj pokušaja neovlašćenog ulaska u kontrolisane zone za 65% u odnosu na period pre njihove implementacije. Istovremeno, inteligentne kamere sa AI analizom doprinele su bržem prepoznavanju neuobičajenog ponašanja, što je omogućilo preventivno reagovanje u više situacija bez većih incidenata.

Iako su zabeleženi pokušaji sajber napada na informacioni sistem aerodroma, nijedan nije rezultirao kompromitacijom kritičnih podataka zahvaljujući uvođenju višeslojnih zaštitnih mehanizama (firewall, IDS/IPS, enkripcija podataka). Broj registrovanih pokušaja napada porastao je za oko 30% u 2023. godini, što potvrđuje rastući značaj sajber bezbednosti kao komponente ukupnog sistema zaštite.

Prema anketi sprovedenoj među 50 zaposlenih u sektoru bezbednosti i IT podrške, čak 88% ispitanika ocenilo je da informacione tehnologije „značajno unapređuju efikasnost i tačnost rada“, dok je 12% ispitanika navelo da sistemi zahtevaju dodatne obuke i tehničko održavanje. Najvećim prednostima IT sistema zaposleni smatraju:

- brzu dostupnost informacija (56%),
- smanjenje grešaka (28%),
- bolju komunikaciju između službi (16%).

Kao najveći izazovi navedeni su:

- složenost softverskih platformi,
- troškovi održavanja,
- i potreba za stalnim ažuriranjem i obukom korisnika.

Tabela 1: Tipovi informacionih tehnologija i njihove funkcije u bezbednosti civilnog vazduhoplovstva

Vrsta tehnologije	Osnovna funkcija	Efekat na bezbednost	Primenjeni primer na Aerodromu „Nikola Tesla“
CCTV kamere visoke rezolucije	Video-nadzor, praćenje pokreta i ponašanja	Pravovremeno uočavanje incidenata i neovlašćenog kretanja	Kamere sa AI analitikom u terminalima i oko pista
AI softver za analizu slike	Automatsko prepoznavanje lica, predmeta, napuštenog prtljaga	Smanjenje ljudske greške, brža reakcija	„SmartVision“ algoritmi za prepoznavanje anomalija
Biometrijski sistemi	Identifikacija osoblja putem otiska prsta ili lica	Sprečavanje neovlašćenog pristupa sigurnosnim zonama	Biometrijske čitačiće u zoni kontrole i hangarima
RFID tehnologija	Praćenje prtljaga i tereta u realnom vremenu	Smanjenje gubitaka, poboljšana kontrola logistike	RFID oznake integrisane u sistem za rukovanje prtljagom
CT i rendgenski skeneri	Analiza sadržaja prtljaga i otkrivanje zabranjenih predmeta	Povećana tačnost kontrole i efikasnost pregleda	Digitalno povezani skeneri sa centralnim serverom
Firewall i IDS/IPS sistemi	Detekcija i sprečavanje sajber napada	Zaštita informacionih mreža i baza podataka	Višeslojna mrežna zaštita i redovni bezbednosni testovi
Krizni informacioni sistem (Emergency Response System)	Automatsko obaveštavanje i koordinacija u vanrednim situacijama	Brže reagovanje i sinhronizacija službi	Digitalna platforma povezana sa MUP-om i BIA-om
Digitalne radio-komunikacije	Brza i bezbedna komunikacija između službi	Povećana koordinacija i smanjenje kašnjenja reakcije	Enkriptovani radio-kanali i bežične veze
Centralna baza podataka (Security Data Center)	Skladištenje i analiza podataka o pristupu, video-sadržajima i incidentima	Integracija informacija i efikasno donošenje odluka	Centralizovani serverski sistem sa šifrovanim pristupom

Izvor: Autori, na osnovu dostupne dokumentacije i literature (2025).

Tabela prikazuje najvažnije informacione tehnologije koje se koriste u savremenim sistemima bezbednosti civilnog vazduhoplovstva, sa posebnim osvrtom na njihovu primenu na Aerodromu „Nikola Tesla“ Beograd. Svaka tehnologija doprinosi određenom segmentu bezbednosti – od fizičke i tehničke, do sajber zaštite i kriznog upravljanja.

Kamera visoke rezolucije i AI analitika omogućavaju kontinuirani nadzor i detekciju sumnjivog ponašanja u realnom vremenu. Biometrijski sistemi i elektronske kartice obezbeđuju kontrolisan pristup osetljivim zonama, dok RFID i CT sistemi obezbeđuju praćenje i proveru prtljaga i tereta. S druge strane, IT infrastruktura – poput firewall zaštite i IDS/IPS sistema – ima ključnu ulogu u zaštiti od sajber napada i neovlašćenog pristupa bazama podataka.

Tabela jasno pokazuje da svaka od navedenih tehnologija ima specifičnu funkciju, ali da njihova integracija u jedinstveni bezbednosni sistem daje najbolji rezultat u zaštiti putnika, osoblja i infrastrukture.

Analizom prikupljenih podataka potvrđeno je da su informacione tehnologije imale značajan pozitivan uticaj na bezbednosni sistem Aerodroma „Nikola Tesla“. Integracija biometrije, pametnog video-nadzora, RFID tehnologije i kriznog informacionog sistema dovela je do smanjenja broja incidenata, bržeg reagovanja službi i većeg stepena pouzdanosti u zaštiti infrastrukture i putnika.

S druge strane, rezultati ukazuju na potrebu kontinuiranog unapređenja u oblasti sajber bezbednosti i edukacije zaposlenih. Visok stepen automatizacije ne može u potpunosti zameniti ljudski faktor, već zahteva skladnu saradnju čoveka i tehnologije, zasnovanu na znanju i disciplini.

ZAKLJUČAK

Bezbednost civilnog vazduhoplovstva danas predstavlja jedan od najkompleksnijih i najvažnijih aspekata globalnog saobraćaja. Savremeni vazduhoplovni sistemi ne mogu se posmatrati izolovano od informacionih tehnologija, jer upravo IT čini njihovu osnovu i povezuje sve operativne, tehničke i bezbednosne funkcije u jedinstvenu celinu. Digitalizacija procesa, automatizacija nadzora i razvoj naprednih sistema analitike omogućili su značajno unapređenje bezbednosti na svim nivoima – od kontrole pristupa i praćenja letova do zaštite komunikacionih i informacionih mreža.

Analiza sprovedena u ovom radu pokazala je da informacione tehnologije ne samo da povećavaju efikasnost i brzinu reagovanja u kriznim situacijama, već i smanjuju mogućnost ljudske greške, unapređuju preciznost donošenja odluka i omogućavaju pravovremenu detekciju i prevenciju bezbednosnih pretnji. Studija slučaja Aerodroma „Nikola Tesla“ Beograd potvrđuje da integracija biometrijskih sistema, inteligentnog video-nadzora, RFID tehnologije i naprednih sajber zaštita rezultira višim stepenom sigurnosti i boljom koordinacijom svih službi.

Međutim, rezultati istraživanja ukazuju i na to da bezbednosni sistem mora biti u stalnom procesu modernizacije. Pojava novih oblika sajber pretnji, ubrzani

razvoj veštačke inteligencije i rast kompleksnosti vazdušnog saobraćaja zahtevaju kontinuirano unapređenje softverskih i hardverskih komponenti, kao i neprestanu edukaciju stručnog kadra. Održavanje visokog nivoa bezbednosti moguće je jedino ako tehnološki razvoj prati odgovarajuća institucionalna podrška, međunarodna saradnja i primena propisa usklađenih sa ICAO i EASA standardima.

Uloga informacionih tehnologija u bezbednosti civilnog vazduhoplovstva više nije pomoćna, već strateška. One predstavljaju osnovni instrument očuvanja poverenja putnika, stabilnosti saobraćajnog sistema i međunarodne saradnje u oblasti avijacije. Integracijom IT rešenja u sve segmente bezbednosne infrastrukture stvara se preduslov za održiv razvoj i dugoročnu otpornost sistema na izazove savremenog doba.

Zaključno, može se reći da budućnost bezbednosti civilnog vazduhoplovstva zavisi od sposobnosti da se informacione tehnologije neprestano razvijaju, prilagođavaju i integrišu u sve procese — jer jedino kroz sinergiju čoveka, tehnologije i organizacije moguće je ostvariti cilj: sigurno, efikasno i pouzdano vazduhoplovstvo za 21. vek.

LITERATURA

1. *Convention on International Civil Aviation*, Chicago Convention, 1944.
2. Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije (2021): *Nacionalni program zaštite civilnog vazduhoplovstva od nezakonitih radnji*.
3. Eurocontrol (2021): *European ATM Master Plan – Digitalisation of Air Traffic Management*, Brussels.
4. EASA (2023): *Cybersecurity in Aviation – Safety Information Bulletin*, European Union Aviation Safety Agency, Köln.
5. Glišović, M. (2016): "Otmica vazduhoplova kao bezbednosna pretnja civilnom vazduhoplovstvu", *Nauka, bezbednost, policija*, 21(2), 197–213.
6. Гордић, П. (2025): "Тероризам као претња цивилном ваздушном саобраћају – историјски и правни аспекти", *Baština*, 35(66).
7. IATA (2023): *Smart Airports: The Digital Future of Aviation*, International Air Transport Association, Montreal.
8. ICAO (2021): *Aviation Security Manual (Doc 8973)*, International Civil Aviation Organization, Montreal.
9. ICAO (2022): *Annex 10 – Aeronautical Telecommunications*, International Civil Aviation Organization, Montreal.
10. ICAO (2022): *Annex 17 – Security: Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference*, International Civil Aviation Organization, Montreal.

11. Kovačević, D. (2019): *Bezbednost civilnog vazduhoplovstva*, Fakultet bezbednosti, Beograd.
12. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020): *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, Pearson.
13. Marković, A. N., & Zimonjić, B. (2025): "Analiza međunarodnog pravnog okvira u civilnom vazduhoplovstvu: Ženevska konvencija, Haški protokol i Pariski sporazum", *Megatrend revija*, 141.
14. Stanković, V. A., & Petrošević, V. R. (2012): "Kontrola i zaštita vazdušnog prostora Republike Srbije", *Vojnotehnički glasnik*, 60(4), 211–229.
15. Turban, E., & Volonino, L. (2017): *Information Technology for Management*, Wiley.
16. Vukićević, M. (2020): *Informacione tehnologije i savremeni bezbednosni sistemi*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad.
17. Zimonjić, M. (2025): "Uticaj ljudskog faktora na razvoj i značaj avijacijske komunikacije u očuvanju bezbednosti letenja", *Megatrend revija*, 173.

THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN ENHANCING THE SECURITY OF CIVIL AVIATION

Summary: *The security of civil aviation represents one of the most important aspects of modern global transportation. The increasing number of flights, the development of digital infrastructure, and the growing cyber threats create the need for new approaches to protecting passengers, personnel, and aviation systems. In this context, information technology (IT) plays a crucial role in improving all aspects of security – from physical and operational to communication and cybersecurity.*

This paper aims to analyze the significance and application of information technologies within the civil aviation security system, with a special focus on the implementation at Belgrade Nikola Tesla Airport. Through methods of analysis, comparison, and case study, the research examines how modern IT systems contribute to incident prevention, faster communication, process automation, and the reduction of human error risks.

The results show that the integration of information technologies significantly increases the efficiency and reliability of security systems, while at the same time requiring continuous technological advancement and staff training. It is concluded that information technologies are not merely a technical tool but a strategic resource that ensures the sustainable development and safety of modern civil aviation.

Keywords: *security, civil aviation, information technology, cybersecurity, Belgrade Nikola Tesla Airport*