

UTICAJ KARAKTERISTIKA VAZDUHOPLOVA NA ELEMENTE INFRASTRUKTURE AERODROMA (Pozivni referat)

Tomislav Jovanović, email: toma.jovanovic@iu-travnik.com

Saobraćajni fakultet Travnik u Travniku, Megatrend univerzitet, Fakultet za civilno vazduhoplovstvo Beograd, Adriatik univerzitet, Fakultet za saobraćaj, komunikacije i logistiku Budva

Nenad Kapor, email: nenad.kapor@iu-travnik.com

Saobraćajni fakultet Travnik u Travniku, Megatrend univerzitet, Fakultet za civilno vazduhoplovstvo Beograd, Adriatik univerzitet, Fakultet za saobraćaj, komunikacije i logistiku Budva

Olgica Pavlović, email: ogypavlovic@hotmail.com

Univerzitet Istočno Sarajevo, Saobraćajni fakultet Doboj

Sažetak: U ovome radu analiziraju se uticaji karakteristika vazduhoplova na strukturu pojedinih delova aerodromskog sistema. Za skladno funkcionisanje aerodroma - kao sistema namenjenog brzom konverziji tokova vazduhoplova u tokove drugih vidova prevoza, od presudnog je značaja poznavanje uticaja karakteristika vazduhoplova na pojedine njegove delove. Vazduhoplov je nosilac zahteva za opsluživanjem unutar vazdušnog dela aerodromskog sistema (*air side*) sa aspekta svojih fizičkih karakteristika (masa, brzina, geometrija), a svojom veličinom-smeštajnim kapacitetom, vazduhoplov je nosilac zahteva za opsluživanjem unutar kopnenog dela aerodromskog sistema (*land side*) u kome se opslužuju, generalno, tokovi putnika, prtljaga, robe.

Ključne reči: vazduhoplov, aerodromski sistem, interakcija „vazduhoplov-aerodrom“

THE INFLUENCE OF THE CHARACTERISTICS OF THE AIRCRAFT ON THE ELEMENTS OF AIRPORT INFRASTRUCTURE (Keynote paper)

Abstract: In this paper, the impacts of aircraft characteristics on the structure of individual parts of the airport system are analyzed. For a harmonious functioning of the airport - as a system for fast conversion of aircraft flows into the flows of other modes of transport, the knowledge of the impact of aircraft characteristics on certain parts of it is crucial. The aircraft is the carrier of requests for services (demand) within the air part of the airport system (*air side*) in terms of its physical characteristics (mass, speed, geometry), and its size-accommodation capacity, the aircraft is the carrier of requests for services (demand) within the land part of the airport system (*land side*) where, in general, flows of passengers, luggage and cargo are served.

Key words: aircraft, airport system, „airplane-airport“ interaction

1. UVOD

Vazdušni saobraćaj, kao način prevoza, za nešto više od sto godina postojanja-računato od prvog leta do današnjih dana, dostigao je visok stepen razvoja i doprineo transportnoj konsolidaciji čitave planete. Sistem vazdušnog saobraćaja, koji je, zapravo, deo šireg transportnog sistema, čine delovi (elementi): aerodromi, vazduhoplovi, podsystemi upravljanja i kontrole saobraćaja, kadrovi sa odgovarajućim znanjima i veštinama. Ono što je za ovaj sistem karakteristično je jedinstveno regulatorno okruženje (pravila, propisi, standardi) na

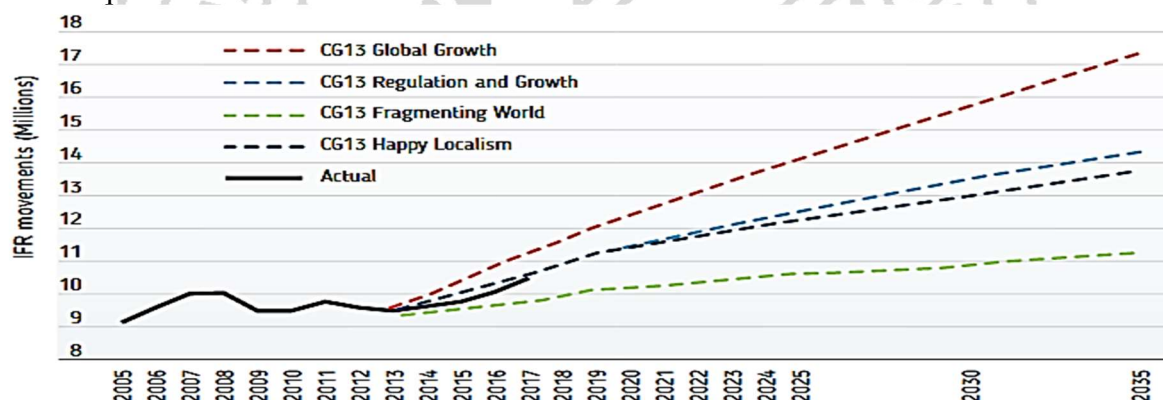
planetarnom nivou čime je i integracija omogućena, a time i dinamičan rast u zadovoljenju potreba za prevozom.

Po predviđanjima Eurocontrola, IATA-e, ICAO-a, Boeinga i Airbusa, rast vazdušnog saobraćaja se očekuje i u sledećim dekadama ovog veka. Samo u evropskoj mreži obavljeno je preko 11 milona letova u 2018. godini uz dupliranje vremena kašnjenja (u odnosu na 2017. godinu). Takođe, procena je da zbog nedostatka kapaciteta sistema neće biti moguće obavljanje oko 1.5 milona letova godine 2040., što znači da oko 160 miliona putnika neće biti preveženo (MOREL, april 2019). Ukoliko se ne preduzmu odgovarajuće mere, u Evropi neće moći da se zadovolji očekivana tražnja sa ovom vrstom prevoza. Osnovni pokretači-generatori potreba za prevozom su rast GDP-a, turizam, rast međunarodne trgovine, rast populacije srednje klase u rastućim ekonomijama, globalizacijski uticaj, cene nafte, niže cene prevoza na dužim relacijama, „hubing“ u mreži linija/aerodroma. U dokumentu CG18 (Eurocontrol: Challenges of Growth, 2018.) prikazana su četiri moguća scenarija razvoja vazdušnog saobraćaja Evrope (interval prognoze 2013. - 2040. godina)

Globalni rast: snažan globalni rast s tehnologijama koje se koriste za očuvanje održivosti;
Regulacija i rast: umeren rast, kao najverovatniji, pri kome se usklađuju potražnja i pitanja održivosti;

Rascepkani svet: svet rastućih napetosti i smanjene globalizacije;

Happy lokalizam: poput regulacije i rasta, ali s krhkom Europom koja je sve više i zadovoljnije okrenuta prema sebi.



Slika 1: Scenariji rasta (izvor: www.eurocontrol.int/articles/challenges-growth) [4]

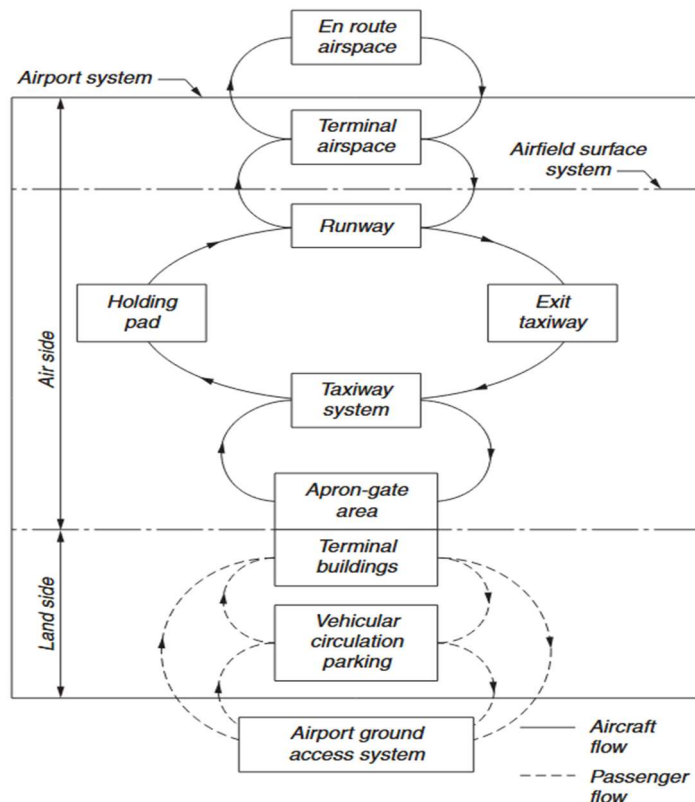
Ne ulazeći detaljnije u objašnjenja rezultata po pojedinom scenariju, ograničićemo se na aspekte koji se odnose na funkcionisanje i *planiranje razvoja* aerodroma. Aerodrom je ključna tačka sistema vazdušnog saobraćaja prema kojoj konvergiraju tokovi vazduhoplova i tokovi drugih vidova transporta. To je *de facto* intermodalni centar od čijeg funkcionisanja zavisi efikasnost celokupnog sistema pa se od ovog elementa sistema očekuje i doprinos pri realizaciji železnog scenarija (održivog) razvoja sistema vazdušnog saobraćaja.

U nastavku ovog rada bavimo se *problematikom skladnog funkcionisanja i razvoja aerodromskog sistema ukazivanjem na važnost poznavanja veza „ aerodrom-vazduhoplov“ u procesu zadovoljenja tražnje za uslugama po određenim kriterijumima.*

2. AERODROMSKI SISTEM, PROCESI I UTICAJI VAZDUHOPLOVA

Aerodromski sistem, generalno, čine dva osnovna dela: deo namenjen kretanju i opsluživanju vazduhoplova –vazdušni deo (*air side*) i zemaljski deo (*land side*) koji je namenjen kretanju i opsluživanju putnika i njihovog prtljaga (kao i carga u cargo terminalima). Prikaz je dat na slici 2. Sa slike 2 se vidi način ostvarivanja veze između vazdušnog načina prevoza sa drugim vidovima prevoza povezivanjem dveju saobraćajnih mreža: mreže vazdušnih puteva sa mrežom kopnenih saobraćajnica. Osnovni tehnološki zadatak aerodromskog sistema ogleda se u efikasnoj konverziji tokova sa pomenutih saobraćajnih mreža: tokovi vazduhoplova pretvaraju se u tokove putnika i prtljaga, koji se, dalje, pretvaraju u tokove drugih vidova prevoza (i obrnuto). Osnovni zahtevi koji se u ovom procesu postavljaju su: što brža konverzija, što ekonomičnija, što bezbednija, što kvalitetnija. Iz ovoga sledi i složenost zahteva koji se pred planerski tim postavljaju, naročito sa aspekta artikulisanja oprečnih zahteva. Efikasnost funkcionisanja aerodromskog sistema zavisi od stepena usklađenosti intenziteta zahteva za opsluživanjem sa raspoloživim kapacitetima kanala opsluživanja u sistemu. Svako mesto opsluživanja („kanal“) unutar sistema karakteriše odgovarajuća *propusna moć*, sposobnost da opsluži određeni broj klijenata u odabranoj jedinici vremena- μ . U opštem slučaju, to je slučajno promenljiva veličina, ali se uslovno može smatrati konstantnom. S druge strane, imamo *intenzitet zahteva* za opsluživanjem, koji se karakteriše brojem klijenata u jedinici vremena koji zahtevaju opslugu na pojedinim mestima- λ . Ova veličina se menja tokom vremena, što je i jedna od osnovnih osobina potražnje, pa je $\lambda=\lambda(t)$ ²⁰. Poznavanjem pomenutih veličina i praćenjem procesa koji se u sistemu odvija, možemo analizirati odnos između tražnje za uslugama i kapaciteta sistema koji te zahteve treba da zadovolji.

²⁰ λ se može smatrati konstantnom veličinom u manjim intervalima vremena, što je česta aproksimacija pri modeliranju tražnje.



Slika 2. Aerodromski sistem (Izvor: Horonjeff, R., et al., 2010.) [2]

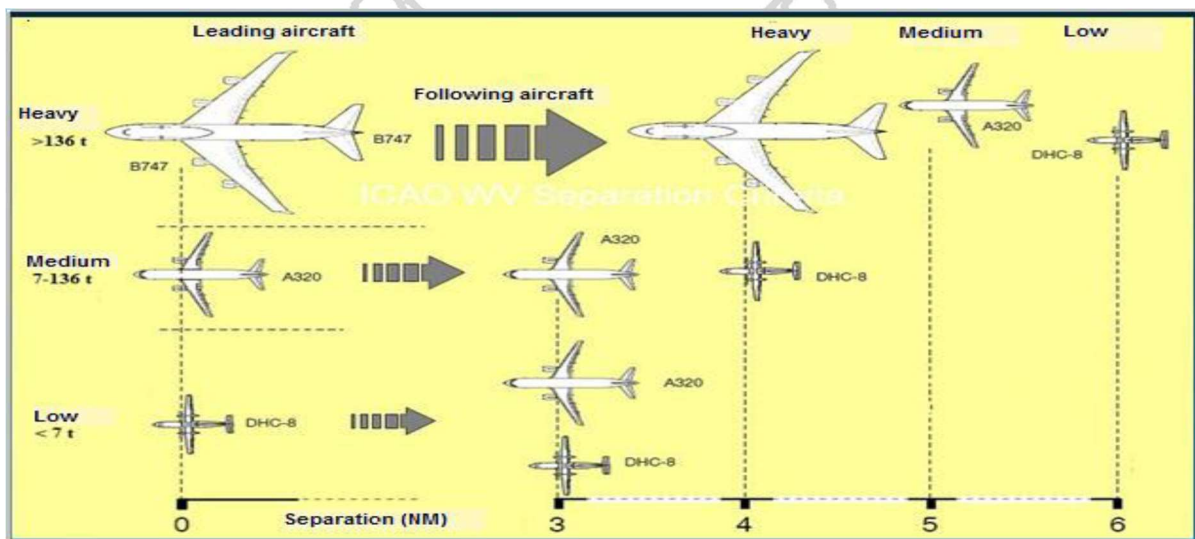
2.1 Vazdušni deo sistema (air side)

Dolazeći saobraćaj sa vazdušnih puteva ka aerodromu sletanja uvodi se u terminalni vazdušni prostor gde odgovarajuća služba kontrole letenja (KL) pruža usluge. Ovde se tražnja iskazuje brojem vazduhoplova u jedinici vremena u prostoru date konfiguracije i propusne moći. Struktura zahteva za opsluživanjem u ovom segmentu sistema je raznolika kako po strukturi, tako i po intenzitetu (vazduhoplovi različitih karakteristika, u različitim fazama leta, različitih brzina). Sistem koji treba da zadovolji potrebe raspolaže kapacitetom koji je kompozicija opremljenosti, organizacije prostora i opterećenja kontrolora letenja. Izlazni tok opsluženih vazduhoplova iz ovog dela, je ulazni tok u drugi, tj. u podsistem poletno-sletne staze (PSS) sa pripadnim vazdušnim prostorom. Nosilac zahteva za opsluživanjem je već opsluženi tok vazduhoplova iz prethodnog dela usmeren ka PSS-i. Glavna karakteristika ovog toka je intenzitet (broj u jedinici vremena) i struktura vazduhoplova (po brzini u prilazu i veličina). Kolika je propusna moć podsistema PSS, zavisi od : pravila odvijanja saobraćaja i razdvajanja vazduhoplova, strategije upotrebe PSS-e od strane kontrole letenja, geometrije pripadnog vazdušnog prostora, opremljenosti navigacionim sredstvima aerodroma, KL i vazduhoplova, strukture vazduhoplova po veličini, masi i brzini te performansi poletno-sletne staze (dužina staze, stanje kolovozne konstrukcije, opremljenost, konfiguracija izlaznica, spojnice i rulnih staza...), procedura koje su uslovljene meteorologijom, topografijom i uticajem na životnu okolinu (buka i emisije). Kako je PSS aerodroma²¹ ključan element aerodromskog sistema, možemo reći da je kapacitet PSS osnovna determinanta kapaciteta aerodromskog sistema. Na PSS se obavljaju operacije ili samo sletanja, ili samo poletenja vazduhoplova, ili mešovite

²¹ Razmatramo slučaj „single runway“ i smatramo ga dovoljno reprezentativnim za ovaj rad.

operacije (poletanja i sletanja u raznim strategijama upotrebe PSS). Shodno tome i kapacitet (propusna moć) PSS se iskazuje brojem vazduhoplova koji su na sletanju, poletanju ili mešovito u odabranoj jedinici vremena (obično 1h).

Ključna relacija kojom se analitički iskazuje kapacitet PSS je: $C = 1/M(t_{ij})$, tj. recipročna vrednost matematičkog očekivanja intervala vremena između susednih operacija vazduhoplova (i, j) na poletanju, sletanju ili mešovito. Tako dobijene vrednosti su ključne tačke *envelope* kapaciteta PSS. Kako je kapacitet²² zapravo maksimalni protok, maksimalni obim saobraćaja kroz neki deo sistema, onda je jasno, da do maksimalnog protoka dolazimo određivanjem minimalnih bezbednih vremena između uzastopnih vazduhoplova u datoj fazi leta, koji prolaze kroz zajedničku tačku-prag PSS. Posebno je važno istaći *upravljanje separacijom* vazduhoplova, što je jedno od centralnih pitanja operacionalizacije NextGen programa (Nacional Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2017). Od toga, kolika je zastupljenost pojedinih tipova vazduhoplova u smeši vazduhoplova koji se opslužuju u podsistemu PSS, zavisice i veličina $M(t_{ij})$, pa time i kapacitet. Ilustracija separacije vazduhoplova (Butler, 2008) data je na slici 3.



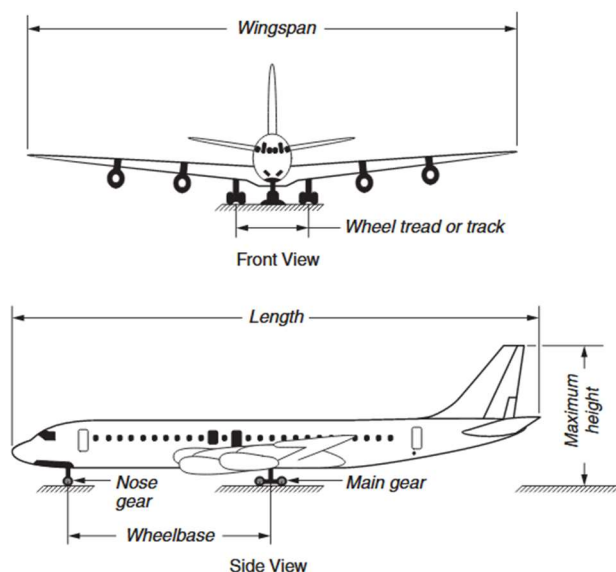
Slika 3. Separacija vazduhoplova (Butler, 2008) [4]

Vazduhoplovne kompanije, pri planiranju nastupa na tržištu raspoloživom flotom vazduhoplova, moraju dobro analizirati sve aspekte raspoložive aerodromske infrastrukture na ciljnim aerodromima i to zajedno sa operaterom aerodroma, odnosno, operaterom opsluživanja vazduhoplova na platformi aerodroma (određeni oblik ACDM-a – Airport Collaborative Desision Making), jer se dinamike nabavke novih aviona i prilagođavanja aerodromske infrastrukture novim zahtevima značajno razlikuju.

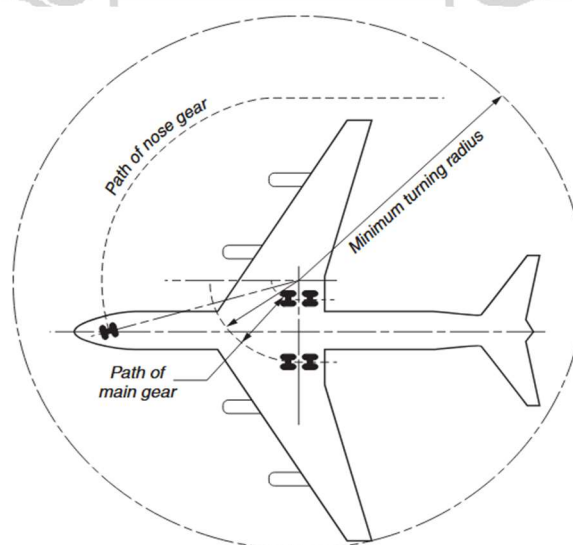
2.2 Uticaji dimenzija vazduhoplova

Osnovne dimenzije vazduhoplova, od interesa za ovaj rad, dajemo na slikama 4 i 5.

²² Maksimalni protok u uslovima zasićenja



Slika 4. Dimenzije vazduhoplova (Horonjeef et al., 2010) [2]



Slika 5. Radijus okretanja vazduhoplova (Horonjeef et al., 2010) [2]

Razmah krila, dužina i radijus okretanja direktno utiču na potreban prostor na platformi aerodroma, kao i ostale elemente infrastrukture na relaciji „Runway-Apron“ (izlaznice sa PSS, rulne staze...) sa aspekta omogućavanja nesmetanog kretanja i izbegavanja konflikata. *Kompozicija stajnog trapa* je važan elemenat zbog opterećenja kolovozne konstrukcije, raspodelom sila na tlo. Po FAA klasifikaciji postoji nekoliko vrsta konfiguracija: od tradicionalnih „S“, „D“, „2D“ do kompleksnijih, kao što su „2d“, „2D2“ na Boeingu 747, „3D“ na Boeingu 777²³ i „2D/3D2“ na A-380. Kada su u pitanju veličina i kapacitet *pristanišne platforme*²⁴ struktura flote vazduhoplova je od presudnog značaja. *Veličinu platforme* iskazujemo brojem mesta-pozicija vazduhoplova po kategorijama, koji se mogu istovremeno

²³ Tipičan je primer Boeinga 777, koji se dimenziono uklapa u opsluživanje Boeinga 747 na platformi (gate-u), ali zbog konfiguracije točkova stajnog trapa (trostruki tandem-„3D“) koja je uticala na preopterećenje kolovoza, mnogim aerodromima je stvarao problem.

²⁴ Veličina pristanišne platforme i njen kapacitet nisu sinonimi!

naći na platformi. Kapacitet platforme je propusna moć platforme date konfiguracije (broj i namena parking pozicija) i izražava se brojem vazduhoplova koji se mogu opslužiti tokom odabrane jedinice vremena (1h) u uslovima neprekidne tražnje²⁵. Osnovna relacija za određivanje broja pozicija na platformi (analitički model-preporuka ICAO), zasniva se na primeni Little-ovog zakona, pa za slučaj univerzalnih pozicija, imamo: $S = \sum (\frac{T_i}{60} x N_i) + \alpha$, gde su T_i - vreme zauzetosti parking pozicije u minutima od strane i-te grupe aviona; N_i - intenzitet (broj) dolazećih aviona i-te grupe u merodavnom satu i α - broj dodatnih pozicija. Očigledna je veza između propusne moći PSS i potrebne veličine platforme. Presudnu ulogu ima vreme zadržavanja vazduhoplova na platformi radi opsluživanja aviona. U zavisnosti od tipa samog vazduhoplova, tipa leta, opremljenosti službi za prihvata i otpremu aviona, zavisiće i vreme zadržavanja. Cilj je da je ono što kraće! Kapacitet platforme, u zavisnosti od načina upotrebe platforme, određujemo na sledeći način: (a) za slučaj korišćenja platforme bez ograničenja, $C_p^N = N/E(T_i)$ (aviona/jed. vremena), gde su N - broj pozicija na platformi i $E(T_i) = \sum p_i T_i$ - matematičko očekivanje vremena zadržavanja aviona na platformi i (b) za slučaj postojanja »ekskluzivnih« pozicija što iziskuje veći prostor i prevazilazi ambicije ovog rada.

2.3 Uticaj dimenzija i performansi vazduhoplova

U planerskom smislu, uticaji dimenzija i performansi aviona se mogu dovoljno dobro ilustrovati preko *referentne oznake aerodroma*. Reč je o povezivanju elemenata aerodroma i vazduhoplova sa aspekta raspolaganja odgovarajućim postrojenjima kaja su bitna za avion, a kojima aerodrom raspolaže. Uvedene su *dva elementa* za označavanje aerodroma (ICAO, Annex 14): prvi, *numerički*, koji se odnosi na *referentnu dužinu* PSS (od 1 do 4) i, drugi, *slovn* (od A do F), koji se odnosi na *razmah krila* i *razmak* između spoljnih ivica točkova glavnog stajnog trapa vazduhoplova. Prikaz je dat u Tabeli 1.

Tabela 1. Referentna oznaka aerodroma [5]

<i>Numerička oznaka</i>	<i>Referentna dužina (m)</i>	<i>Slovn oznaka</i>	<i>Razmah krila (m)</i>	<i>Razmak između spoljašnjih ivica točkova glavnog stajnog trapa (m)</i>
1	<800	A	< 15	<4.5
2	[800, 1200)	B	[15,24)	[4.5, 6)
3	[1200, 1800)	C	[24,36)	[6, 9)
4	≥1800	D	[36,52)	[9, 14)
		E	[52, 65)	[9,14)
		F	≥65	[14,16)

2.4 Uticaji na organizaciju spasilačko vatrogasne službe

Odvijanje vazdušnog saobraćaja skopčano je, nažalost, i sa nesrećama koje se događaju naročito u zoni aerodroma i koje su često praćene požarom. Od toga koji se tipovi vazduhoplova pojavljuju, kojom učestanošću, izvršena je kategorizacija aerodroma (ICAO, 2014) sa aspekta potrebnih sredstava i organizacije službi za gašenje požara kao i potrebne prateće infrastrukture aerodroma. U odnosu na dužinu aviona i širinu trupa, definisano je *deset* kategorija²⁶-Tabela 2.

²⁵ Uslovi zasićenja, kada tražnja prevazilazi kapacitet

²⁶ Izuzetak je "čisti" cargo, gde su niži kriterijumi-druga kolona u Tabeli 2.

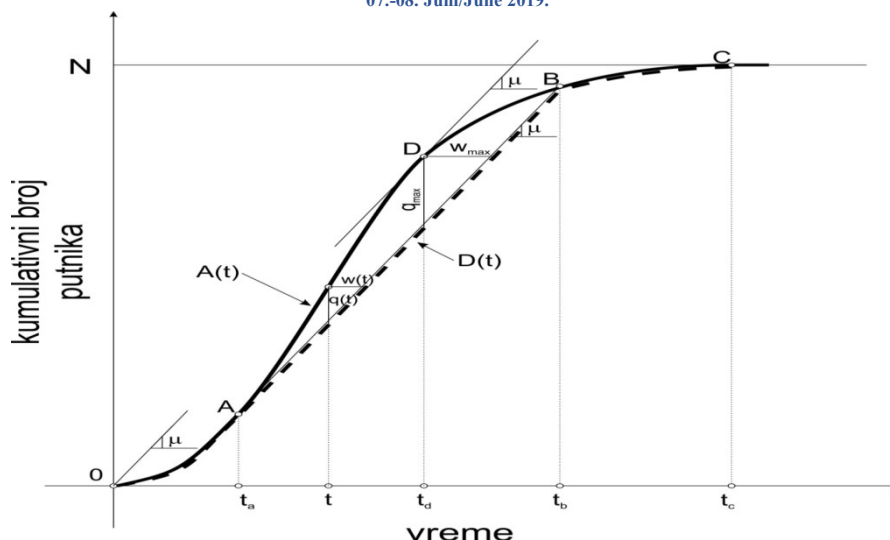
Tabela 2. Kategorizacija aerodroma za borbu protiv požara i spasavanje[10]

<i>Kategorija aerodroma</i>	<i>Rekategorizacija za cargo isključivo</i>	<i>Dužina aviona (m)</i>	<i>Maksimalna širina trupa (m)</i>
1	1	<9	2
2	2	[9,12)	2
3	3	[12,18)	3
4	4	[18,24)	4
5	5	[24,28)	4
6	5	[28,39)	5
7	6	[39,49)	5
8	6	[49,61)	7
9	7	[61,76)	7
10	7	[76,90)	8

a) Zemaljski deo (*land side*)

Opsluživanje putnika i prtljaga odvija se u centralnom delu zemaljskog dela aerodromskog sistema-putničkom terminalu²⁷aerodroma. Kontakt ovog dela sistema sa vazдушnim delom ostvaruje se *kontakt zonom* („interfejsom“) kojim se uspostavlja veza sa vazduhoplovom radi ukrcavanja/iskrcavanja putnika (pešačkim putem, prevoznim sredstvima, aviomostom). S druge strane, ostvaruje se veza sa drugim vidovima prevoza (autobus, privatno vozilo, taxi, železnica). Ulazni tok vazduhoplova generiše izlazni tok kopnenih vidova prevoza i obrnuto. Da bi se ova konverzija tokova obavila, mora postojati efikasan sistem opsluživanja putnika i prtljaga, koji mora biti koncipiran- bez obzira na koncepciju terminala- zadovoljenjem kriterijuma bezbednosti, kvaliteta usluge (po svim atributima) i efikasnosti (brzo i jednostavno opsluživanje svih kategorija putnika). Pri opsluživanju *odlazećih* putnika, ključnu ulogu ima podsistem „*check-in*“ gde se putnici razdvajaju od svog prtljaga, dok pri opsluživanju *dolazećih* putnika, ključnu ulogu igra podsistem „*baggage claim*“, gde se vrši spajanje putnika sa svojim prtljagom i čije funkcionisanje zavisi od stepena sinhronizacije svih relevantnih službi aerodroma. Na ovim mestima naročito do izražaja dolazi veličina vazduhoplova sa aspekta raspoloživog broja putnika. *Vrlo je složen zadatak izvršiti dobru organizaciju opsluživanja putnika u putničkom terminalu u uslovima heterogene flote vazduhoplova u datom intervalu vremena.* Sa jedne strane, postoji visoko ispostavljen zahtev da „avion ne sme kasniti“, sa druge strane, „putnik ne sme krivicom aerodroma“ izgubiti let (ili vezu) a, povrh svega, postoji stalna težnja da se vazduhoplovi što kraće zadržavaju (produktivnost flote) i želja da se putnici što kraće vremena zadržavaju i da im boravak u sistemu bude što prijatniji. Fundamentalni alat (Jovanović, 2014) za potrebe *tehnološkog dimenzionisanja* pojedinih delova putničkog terminala-opslužnih mesta, sastoji se u tzv. *fluidnoj aproksimaciji* tokova zahteva formiranjem *kumulanti* zahteva za opsluživanjem i kumulanti opsluženih zahteva. Ovaj jednostavan analitički pristup, ilustrujemo na slici 6.

²⁷ Cargo terminalom se u radu ne bavimo



Slika 6. *Opsluživanje putnika na opslužnom mestu [3]*

$A(t)$ je kumulanta dolazećih putnika na punkt opaluge u datom intervalu vremena $(0, t_c)$; $D(t)$ je kumulanta opsluženih putnika ($\mu = \text{const.}$); u tački A-momentat t_a intenzitet zahteva prevazilazi intenzitet opsluživanja, formira se red klijenata pred opslužnim mestom koji traje do tačke B -momentat t_b . U tački D-momentat t_d , red dostiže maksimum. U momentu t_c ceo proces se završava. Raspolažemo načinom za ocenu dva *značajna parametra* bitna za dimenzionisanje pojedinih delova terminala: možemo odrediti *dužinu reda* ispred uređaja za opsluživanje, pa na taj način i potrebnog prostora, kao i *vreme provedeno* u čekanju. Oba parametra su osnovni pokazatelji *kvaliteta pružene usluge* uz mogućnost *normiranja* iste (nivoi kvaliteta). Poznavanjem zakonitosti dolaženja putnika na aerodrom radi odlaska na određeni let $A(t)$, možemo kreirati sistem opsluge definisanjem $D(t)$ (za različite vrednosti parametra μ), te tako uticati na ukupnu dinamiku procesa prateći seriju opslužnih blokova. Implicitno, može se zaključiti kakav je uticaj strukture flote-smeše vazduhoplova na proces opsluživanja unutar putničkog terminala. Važno je utvrditi postojanje „neprijatnih“ scenarija reda letenja na aerodromu koji bi doveli do drastičnog pada kvaliteta usluge i kašnjenja vazduhoplova. Planeri i operativa aerodroma moraju pravovremeno uočiti ova stanja i u saradnji sa proizvođačima aviona i opreme, u tesnoj vezi sa vazduhoplovnim kompanijama dolaziti do adekvatnih (održivih) rešenja.

3. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan deo vrlo složene problematike proučavanja odnosa „vazduhoplov-aerodrom“ sa aspekta generisanja zahteva koji se postavljaju pred aerodromski sistem, a koje aerodromski sistem treba da zadovolji. Razmatrani su pojedini uticaji na pojedine delove sistema sa idejom identifikovanja istih i kreiranja odgovora, koji bi sistem trebalo da pruža u cilju dostizanja što skladnijeg funkcionisanja. Za planiranje razvoja aerodromskog sistema od presudne je važnosti dobijanje što bolje procene razvojnih tendencija vazduhoplovne industrije: kakav će položaj aerodrom imati u budućoj mreži linija, koja će se flota vazduhoplova pojaviti u okviru datih vremenskih intervala, kojim će se tehnologijama zadovoljavati rastuća tražnja, koji su mogući razvojni koncepti. To su sve pitanja koja se eksterno i interno moraju postavljati u cilju što aktivnijeg pozicioniranja aerodroma na tržištu usluga kroz spomenutu saradnju sa vazduhoplovnim kompanijama i proizvođačima aviona i opreme.

Posebno, na ovom mestu želimo da istaknemo, da je program ciklusa predavanja na Sobraćajnom fakultetu IU-Travnik, smer vazdušnog saobraćaja, iz predmeta Aerodromi, zasnovan na principima izloženim u ovom radu.

REFERENCE:

- [1]National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2017. *NextGen for Airports, Volume 5: Airport Planning and Development*. Washington,DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226>
- [2]Horonjeef, R. et al.,: *Planning and Design of Airports*, McGraw Hill, 5th edition, New York, 2010.
- [3]Eurocontrol: Challenges of Growth, 2018.
- [4] (<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/reports/challenges-of-growth-2018.pdf>)
- [4]BUTLER, W.: *Increasing Airport Capacity Without Increasing Airport Size*. Reason Foundation, 2008.
- [5]ICAO, Aerodromes-Annex 14, Montreal, 2009.
- [6]ICAO, Airport Service Manual, Part 1, Rescue and Fire Fighting, 4th Edition, 2014 (Doc 9137-AN/898, Part 1)
- [7]Newell G.F.: *Applications of Queueing Theory*, Chapman and Hall, Second Edition, London, 1982.
- [8]ACRP- Airport Cooperative Research Program, Report 25: Airport Passenger Terminal Planning and Design, Volume 2: *Spreadsheet Models and User's Guide*, TRB, Washington D.S., 2010
- [9]Odoni, A., de Neufville,R.: *Passenger Terminal Design*, MIT, 1990.
- [10]Jovanović, T.: Aerodromi 2, predavanja, Saobraćajni fakultet, IU-Travnik, novembar, 2014.