

Usporedba strategija ukrcaja putnika u zrakoplov

Musladin, Mateo

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:246917>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mateo Musladin

USPOREDBA STRATEGIJA UKRCAJA PUTNIKA U
ZRAKOPLOV

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUŠILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 6. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Tehnologija prihvata i otpreme putnika i prtljage**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5871

Pristupnik: **Mateo Musladin (0135252744)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Usporedba strategija ukrcanja putnika u zrakoplov**

Opis zadatka:

U uvodnim postavkama potrebno je opisati predmet istraživanja, objasniti svrhu i cilj istraživanja te dati kratak pregled strukture završnog rada. Potrebno je objasniti značajke procesa ukrcanja putnika u zrakoplov, odrediti i objasniti strategije ukrcanja putnika u zrakoplov, a potom ih i analizirati. Potrebno je pružiti pregled primjene strategija ukrcanja putnika u zrakoplov za odabrane zračne prijevoznike. Na kraju je potrebno izvesti zaključke i koncizno prikazati i komentirati rezultate istraživanja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za

završni ispit:

doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Maja Ozmec-Ban, mag. ing. traff.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

USPOREDBA STRATEGIJA UKRCAJA PUTNIKA U ZRAKOPLOV

COMPARISON OF AIRPLANE BOARDING STRATEGIES

Mentor: doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić
Neposredni voditelj: Maja Ozmec-Ban, mag. ing. traff.

Student: Mateo Musladin
JMBAG: 0135252744

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK

Vrijeme je presudni faktor u zračnom prometu. Iz tog razloga cilj zračnih prijevoznika je da se zrakoplov zadrži što je kraće moguće u procesu prihvata i otpreme, te na taj način dolazi do smanjenja troškova zračnih prijevoznika. Među svim čimbenicima koji pridonose većem vremenu prihvata i otpreme zrakoplova, od velikog značaja je skraćivanje vremena ulaska putnika u zrakoplov. Ujedno i najzahtjevniji dio. S obzirom da zračni prijevoznici nemaju kontrolu nad ponašanjem putnika, bitno je pronaći njima optimalnu strategiju ukrcaja. U ovom radu objašnjena su glavna obilježja procesa ukrcaja putnika, te su pomno objašnjene i analizirane su neke od najpoznatijih strategija ukrcaja.

Ključne riječi: zračni prijevoznici; ukrcaj putnika; strategije ukrcaja; analiza ukrcaja putnika

SUMMARY

Time is of the essence in the airline industry. The goal of the airlines is to reduce the turnaround time and thus reduce the costs. Among all the factors contributing to aircraft turnaround time, reducing the boarding time is essential and the most challenging one. Because the airlines have no control over passenger behaviour, they aim to find the most efficient boarding strategy applicable to their business model. This paper explains the main features of the boarding procedure, and carefully explains and analyses some of the best-known boarding strategies.

Keywords: airlines; passengers boarding; boarding strategies; boarding analysis

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Značajke procesa ukrcaja putnika u zrakoplov	2
2.1 Proces ukrcaja putnika u zrakoplov	3
2.2 Vrijeme početka ukrcaja putnika u zrakoplov	8
3. Strategije ukrcaja putnika u zrakoplov	11
3.1 Slučajni ukrcaj	12
3.2 Strategija slobodnog izbora sjedala	13
3.3 Ukrcaj putnika po grupama.....	13
3.3.1 Strategije od nazad prema naprijed	14
3.3.2 Strategija letećeg tepiha	17
3.3.3 Modificirana optimalna strategija	18
3.3.4 Wilma strategija	19
3.3.5 Strategija obrnute piramide.....	20
3.4 Redoslijedni ukrcaj - Steffen metoda.....	21
4. Pregled primjena strategija ukrcaja putnika u zrakoplov kod odabranih zračnih prijevoznika	23
4.1 American Airlines.....	23
4.2 Delta Airlines	23
4.3 United Airlines.....	23
4.4 Southwest Airlines	24
4.5 Vueling.....	24
4.6 Frontier	25
4.7 Spirit	25
5. Analiza strategija ukrcaja putnika u zrakoplov	26
6. Zaključak	31
Literatura.....	33
Popis slika	35
Popis tablica.....	35

1. Uvod

Tema ovog završnog rada je usporedba strategija ukrcaja putnika u zrakoplov. Cilj zračnih prijevoznika i zračnih luka je skratiti vrijeme ukrcaja putnika u zrakoplov, a samim time i cijelog procesa prijave i otpreme zrakoplova, što dovodi do smanjenja troškova. Iz tog razloga su se zadnjih 20 godina počele intenzivnije razvijati različite strategije ukrcaja putnika u zrakoplov. Zračni prijevoznici koriste različite strategije, ovisno o njihovom krajnjem cilju, npr. je li cilj povećati sigurnost procesa ukrcaja iako to značilo dulje vrijeme ukrcaja, ili je cilj skratiti vrijeme ukrcaja na što je kraće moguće i obavljati paralelno određene aktivnosti koje se inače ne obavljaju paralelno radi sigurnosti, što je često slučaj kod niskotarifnih prijevoznika.

Ovaj rad se sastoji od pet poglavlja od kojih je prvo poglavlje uvod i posljednje zaključak:

1. Uvod,
2. Značajke procesa ukrcaja putnika u zrakoplov,
3. Strategije ukrcaja putnika u zrakoplov,
4. Analiza strategija ukrcaja putnika u zrakoplov, te
5. Zaključak.

U prvom poglavlju je prikazana struktura rada, te je ista opisana u kratkim crtama.

U drugome dijelu su objašnjeni osnovni pojmovi koji se susreću pri ukrcaju putnika u zrakoplov, opisane su značajke procesa ukrcaja, te su objašnjeni koji faktori i na koji način utječu na vrijeme trajanja ukrcaja putnika u zrakoplov.

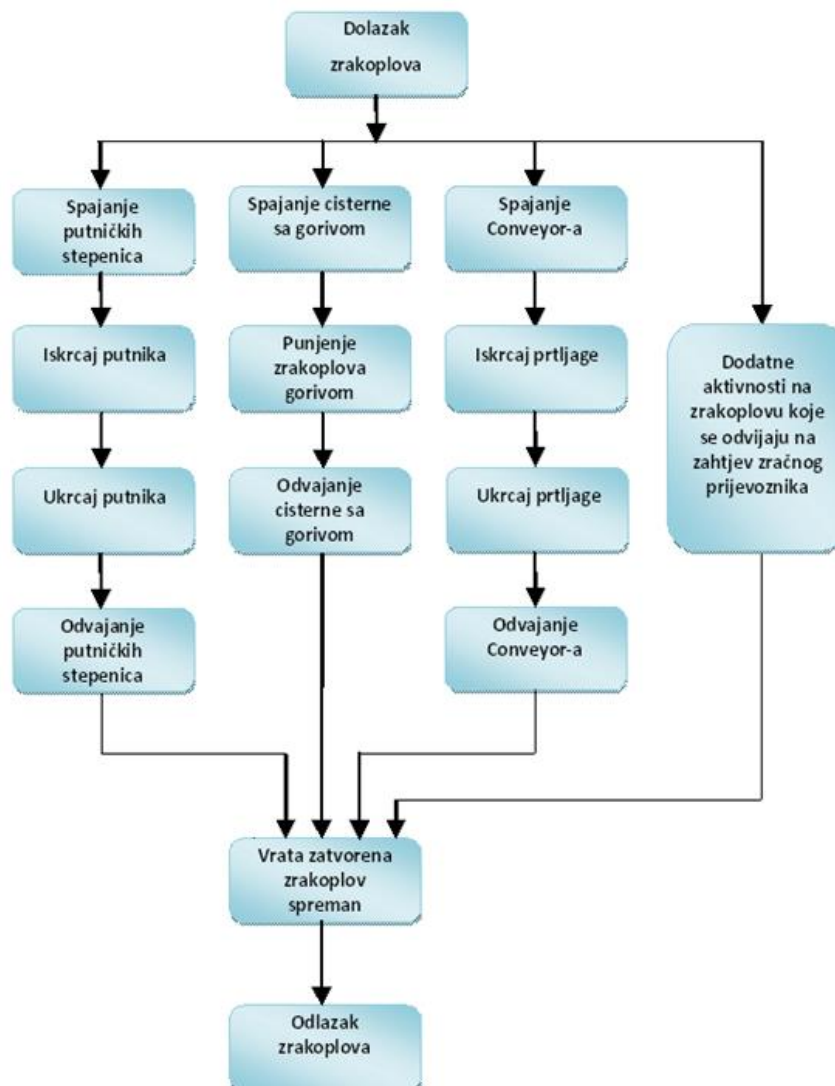
Treće poglavlje rada opisuje strategije ukrcaja putnika u zrakoplov, te se spominju prednosti i nedostaci određenih strategija. Također su navedeni primjeri strategija ukrcaja putnika kod nekih svjetskih zračnih prijevoznika.

U četvrtom su poglavlju uspoređene strategije ukrcaja u zrakoplov i prosječna vremena istih. Nadalje, uspoređena su prosječna vremena ukrcaja dobivena iz dviju analiza, na temelju čega su uspoređene i strategije ukrcaja.

U posljednjem poglavlju rada izneseni su zaključci na osnovi čitavog rada.

2. Značajke procesa ukrcaja putnika u zrakoplov

Ukrcaj putnika u zrakoplov je jedan od ključnih koraka prihvata i otpreme putničkog zrakoplova. Taj proces se odvija na kritičnom putu jer može izravno utjecati na vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova (engl. *turnaround time*). Budući da se proces ukrcaja putnika u zrakoplov nalazi na kritičnom putu, važno je da vrijeme ukrcaja traje što kraće jer ako se to vrijeme produlji, produlji se i ukupno vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova te se stvara nepotrební trošak zračnim prijevoznícima [1].



Slika 1. Dijagram toka aktivnosti prihvata i otpreme zrakoplova na stajanci

Izvor: [2]

Prihvat i otprema zrakoplova predstavlja skup aktivnosti koje je potrebno obaviti na stajanci da bi zrakoplov uspješno završio jedan let i/ili započeo sa drugim. Aktivnosti u tehnološkom procesu prihvata i otpreme zrakoplova se dijele ovisno jesu li vezane za putnike, za prtljagu i teret ili su pak vezane za sam zrakoplov [2]. Slika 1 u prvome stupcu prikazuje aktivnosti koje su vezane za putnike, drugi i četvrti stupac prikazuju aktivnosti vezane za sam zrakoplov, dok treći stupac prikazuje aktivnosti vezane za prtljagu i teret.

Ukrcaj putnika nalazi se u skupini aktivnosti vezanih za putnike. Aktivnost ukrcanja putnika se isto nalazi na kritičnom putu, a to je skup aktivnosti koje određuju ukupno vrijeme trajanja procesa prihvata i otpreme zrakoplova (aktivnosti kod kojih nema rezerve vremena). Poznate su i pod nazivom kritične aktivnosti. Promjene koje se dogode u kritičnim aktivnostima imaju posljedicu na trajanje sveukupnog procesa. Na primjer dođe li do kašnjenja kod neke kritične aktivnosti, vrijeme procesa prihvata i otpreme zrakoplova će se produžiti. S druge strane skraćivanjem vremena za izvršenje kod pojedinih kritičnih aktivnosti može se skratiti cjelokupni proces prihvata i otpreme zrakoplova [2].

Odgovarajuće strategije za smanjenje vremena ukrcanja pretpostavljaju podjelu putnika u grupe, a potom ulazak grupa određenim redoslijedom u zrakoplov. Zbog mogućih varijacija parametara, kao što su broj putnika, veličina grupe, redoslijed ukrcanja grupa i drugih, Marelli i suradnici [3] ističu važnost simulacija za procjenu strategija ukrcanja, odnosno usporedbe vremena trajanja procesa ukrcanja putnika, a samim time i usporedbe troškova koji korištenjem različitih strategija.

2.1 Proces ukrcanja putnika u zrakoplov

Proces ukrcanja putnika u zrakoplov složen je proces koji se sastoji od nekoliko koraka. Prije samog početka ukrcanja, zrakoplov treba biti spreman za prihvat putnika, a ključna stvar je da su putnici u dolasku, ukoliko ih je bilo, napustili zrakoplov da ne bi došlo do interferencije među putnicima u dolasku i putnicima u odlasku, te ako je potrebno, da je napravljeno čišćenje kabine, te ukrcan *catering* u zrakoplov. Nakon ta tri ključna koraka proces ukrcanja smije započeti, međutim većina zračnih prijevoznika, uglavnom tradicionalni zračni prijevoznici, vode brigu o sigurnosti putnika u većoj razini u odnosu na niskotarifne prijevoznike, te proces ukrcanja kod tradicionalnih zračnih prijevoznika najčešće počinje nakon procesa punjenja zrakoplova gorivom, dok kod niskotarifnih zračnih prijevoznika proces ukrcanja traje istovremeno dok traje proces punjenja zrakoplova gorivom. U nekim slučajevima i tradicionalni zračni prijevoznici ta dva procesa vrše istovremeno, zbog

smanjenja vremena prihvata i otpreme zrakoplova. Ukrcaj putnika u zrakoplov se vrši pomoću stepenica ili putem zračnog mosta [1].

Ukrcaj putnika je posljednji korak prije polijetanja zrakoplova. Putnici prolaze izlaz (engl. *gate*), te su vođeni do aviona u prisustvu osoblja zračne luke. Stoga se vrijeme ukrcaja odnosi na trajanje od početka tog postupka sve do zatvaranja vrata zrakoplova. Kad je ukrcaj završen nitko više ne smije ući u zrakoplov [4].

Ukrcaj se odvija nakon dovršetka registracije na let. Putnici ulaze u zrakoplov nakon što obave registraciju putem web stranica, šaltera ili kioska. Razlika između ukrcaja i registracije na let je što ukrcaj mora biti kontroliran osobljem na zračnoj luci, dok se registracija može obaviti iz kuće, putem mobilnih telefona, bez kontroliranja. Ako putnik propusti vrijeme ukrcaja, karta mu postaje nevažeća [4].

Kontrola ukrcaja je jako bitna radi sigurnosti, jer putnik, čije ime piše na ukrcajnoj propusnici (engl. *boarding pass*), može dati istu drugoj osobi i narušila bi se sigurnost. Stoga isključivo osoba na čije ime glasi ukrcajna propusnica smije putovati određenim letom koji također piše na istoj. Kontrola se vrši tako što putnici pokažu osobne iskaznice i ukrcajne propusnice osoblju na kontrolnim točkama, odnosno izlazima. To je dovoljna potvrda za ukrcaj putnika, jer se provjeri ime i slika osobe. Putovnica se koristi umjesto osobnih iskaznica na međunarodnim letovima. Putnici moraju slijediti obavijesti vezane uz vrijeme početka ukrcaja. Pripremanje osobne iskaznice/putovnice i ukrcajne propusnice prije ulaska u liniju ukrcaja, koja ponekad može biti duga, štedi vrijeme putniku i prijevozniku. Tijekom ukrcaja osoblje na izlazu otrgne dio propusnice te ostatak vraća putniku, te ga se savjetuje da taj dio zadrži do kraja leta [4]. Slika 2 prikazuje ukrcajnu propusnicu gdje veći dio otrgne osoblje na izlazu, a manji, desni, dio zadržava putnik. Osim fizičke propusnice, putnici također mogu imati elektroničku ukrcajnu propusnicu, koju nije potrebno ispisati, tada se na skeneru učita bar kod s elektroničke ukrcajne propusnice, kao što se ti čini i s fizičkom, te se na taj način bilježi broj putnika koji je prošao izlaz.



Slika 2. Primjer ukrajne propusnice

Izvor: [5]

Riječ putnik u zračnom prometu označuje dosta širok pojam, jer kao što je opće poznato u zrakoplovstvu postoje različite klase prijevoza, pa gledajući iz te perspektive putnike možemo podijeliti na putnike ekonomske klase, putnike poslovne klase i kod nekih zračnih prijevoznika razlikuju se još i putnici prve klase. Međutim, osim takve podjele po klasama prijevoza putnici se također mogu razlikovati po posebnim kategorijama: UM¹, PRM², INAD³, VIP⁴ i dr. Kod posebnih kategorija putnika treba obratiti pozornost prilikom ukrcanja u zrakoplov jer se ti putnici najčešće ukrcavaju prije ostalih putnika u zrakoplov, da bi ukrcaj ostalih putnika mogao proći bez čekanja. Osobito treba pripaziti ako na letu postoje putnici sa smanjenom pokretljivošću i ako se oni ukrcavaju u zrakoplov putem ambulifta jer taj postupak produljuje vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova, te su moguća kašnjenja. Stoga jedan od zadataka kontrolora opsluživanja je taj da vrijeme početka ukrcanja putnika u zrakoplov krene u unaprijed planiranom terminu jer zbog loše raspoređenog vremena najčešće dolazi do bespotrebnog kašnjenja leta [1].

Nakon što je zrakoplov spreman za ukrcaj putnika, navedeni proces kreće tako što osoblje na zračnoj luci, putem razglasa, izda obavijest o početku ukrcanja za određeni broj leta, te se putnici nakon toga, ovisno o strategiji ukrcanja, formiraju u jedan ili više redova za ukrcaj. Nakon otvaranja izlaza slijedi pregled ukrajne propusnice, zatim hod ili vožnja autobusom do zrakoplova, te potom ulazak u zrakoplov. Nakon što putnik uđe u zrakoplov, on

¹ UM - nepraćena djeca (engl. Unaccompanied Minor)

² PRM - putnici sa smanjenom pokretljivošću (engl. Passengers with Reduced Mobility)

³ INAD - nepoželjni putnici (engl. Inadmissible passenger)

⁴ VIP - veoma važni putnici (engl. Very Important Person)

hoda do svog sjedišta, odlaže ručnu prtljagu, ukoliko putnik ima istu, te kao posljednji korak procesa ukrcaja, putnik sjeda na svoje sjedište [1].

Ukrcaj završava zatvaranjem vrata zrakoplova, tek nakon što je svaki putnik na odgovarajućem sjedalu. Broj ukrcanih putnika treba odgovarati broju kupona otrgnutih od ukrcajnih propusnica, te ukrcajnih propusnica izdanih u elektroničkoj verziji za mobilne telefone sa brojem putnika koji su se prijavili na let. Ponekad putnici koji se registriraju na let se ne pojave na izlazu, niti se ukrcaju u zrakoplov, stoga se broj ukrcanih putnika također provjerava i s brojem putnika u DCS⁵ sustavu (engl. *Departure control system*). Ako se ti brojevi podudaraju zrakoplov je spreman za polijetanje, a ako ima razlike u brojevima treba napraviti one aktivnosti da se ti brojevi podudare, bilo to skidanje putnika s leta u DCS sustavu jer se nije na vrijeme pojavio na izlazu ili ponovno kontroliranje ukrcanih putnika u zrakoplov [1].

Tijekom procesa ukrcaja putnici u zrakoplovu najčešće ulaze u grupama, a zbog ograničenja prostora uspostavljenog dimenzijama kabine, pojavljuje se niz zastoja ili smetnji među putnicima. Stoga, mogu se razlikovati dvije vrste smetnji među putnicima: smetnje u prolazu i smetnje na sjedalima. Smetnje u prolazu događaju se kada putnik pokuša pristupiti sjedalu na koje je dodijeljeno, a drugi mu putnik onemogućuje prolaz do istoga. Slika 3 (lijevo) prikazuje primjer u kojem putnik 1, kojemu je dodijeljeno sjedište 3F, onemogućuje prolaz putniku 2 koji treba doći do dodijeljenog mu sjedala na poziciji 5A. U ovom slučaju, putnik 2 prisiljen je pričekati dok putnik 1 ne oslobodi prolaz, bilo to radi odlaganja ručne prtljage u pretince za istu ili samo radi sjedanja putnika 1 na odgovarajuće sjedalo, jer i ta radnja može stvoriti kratki zastoj, koji u konačnici produlji vrijeme trajanja procesa ukrcaja putnika. Smetnje na sjedalima javljaju se u onim slučajevima u kojima putnici ne mogu pristupiti dodijeljenom sjedalu, jer drugi putnici, koji već sjede u istom redu, blokiraju prolaz do tog sjedala, kao što je prikazano na slici 3 (desno). U tom slučaju putnik 1 se mora ustati iz svoga sjedala kako bi putnik 2 mogao doći na dodijeljeno mu sjedalo [6].

⁵ DCS – u ovom sustavu su implementirani programi u kojima se odvijaju djelatnosti registracije i kontrole registracije putnika i prtljage svih odlaznih letova.

	A	B	C		D	E	F
5	2						
4							
3			1				1
2				2			
1							

A	B	C		D	E	F
			2			
				1		2

Slika 3. Primjeri interferencija u prolazu (lijevo) i na sjedištu (desno), [6]

Mnoge zračne luke opremljene su putovima koji omogućavaju putnicima da se ukrcaju izravno od terminala do zrakoplova, tzv. zračni most. Oni su dizajnirani da pojednostave postupak ukrcanja putnika u zrakoplov. Kod korištenja samohodnih ili integriranih stepenica zahtijeva se od putnika da autobusom dođu do određene parkirne pozicije zrakoplova. Izravni ukrcanj putem zračnog mosta povećava zadovoljstvo putnika jer je jednostavnije i vremenski uvjeti nemaju utjecaj na putnike (kiša, snijeg i sl.). Često se koristi jedan zračni most za ukrcanj putnika, mada zrakoplovi koji imaju dva prolaza često koriste dva zračna mosta, ukoliko to omogućava infrastruktura zračne luke (npr. Boeing 747, Airbus A380 itd.). Međutim, valja napomenuti da je kapacitet ovakvog ukrcanja ograničen. Koristeći stepenice za ukrcanj u zrakoplov, kod zrakoplova s jednim prolazom, putnici se istovremeno ukrcavaju na dvojna vrata, dok ih zračni most ograničava na jedna, prednja, vrata. Zbog toga neki zračni prijevoznici, koji imaju u cilju kratko vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova (najčešće niskotarifni prijevoznici), odbijaju koristiti zračni most, već se putnici ukrcavaju pomoću stepenica, koje su najčešće integrirane u trup zrakoplova.

Razvijene su različite strategije kako bi se postupak ukrcanja učinio učinkovitijim. Cilj im je skratiti vrijeme procesa ukrcanja putnika. Strategije su da se putnici grupiraju i određenim redoslijedom ulaze u zrakoplov. Međutim, politika cijena zračnih prijevoznika omogućuje kupnju prioriteta ukrcanja. Takvi se putnici ukrcavaju prvi i to slučajnim redoslijedom, što je jedna od strategija ukrcanja objašnjenih dalje u radu. Radi takvog načina ukrcanja ti putnici mogu prouzročiti zastoje u prolazu na različitim mjestima. To može imati značajan utjecaj na primijenjenu strategiju ukrcanja ostalih putnika. Kako bi se utvrdio opseg problema, provedeno je istraživanje u zračnoj luci Wrocław, Poljska. Prebrojan je broj putnika koji su imali ukrcajnu propusnicu s prioritetskim ukrcanjem. Podaci su prikupljeni za 6 nasumce odabranih odredišta niskotarifnih prijevoznika. To su bili letovi kraćih relacija unutar Europe. Istraživanje nije detaljno analiziralo odredišta i prirodu letova (turističke svrhe, posao ili dr.). Cilj ove analize bio je samo provjeriti postoje li letovi s velikim brojem

putnika s prioritetom. Od ponuđenih 180 sjedala u zrakoplovu prosjek putnika koji su koristili prioritetni ukrcaj iznosio je 47 putnika po letu. Međutim, ovaj se broj značajno razlikovao za svaki let, a razlog tomu je što zračni prijevoznici nisu postavili limit takvih putnika. Među uzorkom od 181 pregledanog leta, najmanji broj prioritetnih ukrcajnih propusnica bio je 13, a najveći 90. Iako je ponuđeni broj mjesta u avionu 180, prijevoznici mogu prodati čak i do 90 prioritetnih usluga. To je dakle pitanje koje se ne može zanemariti prilikom ukrcaja putnika u zrakoplov [7].

2.2 Vrijeme početka ukrcaja putnika u zrakoplov

Sve veći pritisak na troškove prisiljava zračne prijevoznike da kontinuirano usvajaju i optimiziraju svoje procese s ciljem maksimiziranja njihove učinkovitosti i profitabilnosti. Istodobno, treba postići i određenu razinu zadovoljstva putnika. Obično su ti ciljevi međusobno suprotni. Na temelju svog poslovnog modela i strategije, svaki zračni prijevoznik pokušava postići pojedinačne ciljeve optimalnim suočavanjem sa svojim tržišnim okruženjem [8].

Što se tiče troškova i prihoda zračnih prijevoznika, korištenje ispravne flote je vrlo važno. Međutim ne postoji jedinstvena ispravna flota, već se ona razlikuje od prijevoznika do prijevoznika, ovisno o željama i potrebama istoga, npr. neće se koristiti ista flota zrakoplova ako se prijevoznik fokusira na duge ili pak na kratke letove. Osim flote, uključeni su i neki drugi faktori:

- planiranje rasporeda letenja (npr. vrijeme leta, i posada na istome),
- rezervacija putnika (npr. odvija li se rezervaciji na šalteru, kiosku ili mobilnom telefonu),
- letačke operacije (npr. reakcija pilota na vremensku situaciju),
- operacije prihvata i otpreme zrakoplova (npr. ulazak / izlazak sa parkirne pozicije, rukovanje prtljagom, punjenje gorivom, ukrcaj putnika itd.) ,
- sustavi za održavanje zrakoplova (npr. osoblje i oprema potrebni za sigurnosne provjere),
- kontrola zračnog prometa (npr. djelotvornost u rješavanju kašnjenja u zraku) i zračne luke (npr. utvrđivanjem propisa).

Iz svega navedenoga vidljivo je da samo ograničeni broj ovih zadataka može kontrolirati zračni prijevoznik.

Industrija zračnog prometa uvelike ovisi o ekonomičnom iskorištenju zrakoplova, iz razloga jer zračni prijevoznici ostvaraju prihode jedino kada je zrakoplov u letu. Drugim riječima, cilj zračnih prijevoznika je smanjiti vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova na što je to kraće moguće jer se procjenjuje da svaka minuta trajanja procesa prihvata i otpreme zrakoplova stvara trošak od približno 30\$ [1].

Samim time što će vrijeme procesa prihvata i otpreme zrakoplova trajati kraće, to ide u korist i zračnim prijevoznicima jer se smanjuje trošak i operatorima na zračnoj luci jer će se određena pozicija za prihvata i otpremu zrakoplova prije osloboditi za sljedeći zrakoplov. Međutim, ukoliko zrakoplov provede više vremena u prihvatu i otpremi, operator na zračnoj luci taj trošak naplati prijevozniku. Na primjer, znajući da prosječno vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova iznosi oko 40 minuta, te ako se na određenoj zračnoj luci vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova skрати za pet minuta po zrakoplovu, to bi značilo da dolazi do uštede vremena, te zbog nje bi se teoretski moglo prihvatiti osam umjesto sedam zrakoplova (ušteda od pet minuta po zrakoplovu, puta sedam zrakoplova, dakle vrijeme za jedan dodatni prihvata zrakoplova (35min)). Stoga, vrlo je važan odabir ispravne, tj. optimalne strategije ukrcanja putnika u zrakoplov, jer taj odabir uvelike utječe na vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova.

Vrijeme početka ukrcanja putnika u zrakoplov najčešće kreće u vremenskom razdoblju od jedan sat do trideset minuta prije planiranog vremena odlaska. Na vrijeme početka ukrcanja, kao i na samo vrijeme trajanja ukrcanja, utječu sljedeći faktori [1]:

- vrsta, tip zrakoplova – vrijeme trajanja ukrcanja se razlikuje kod zrakoplova koji imaju relativno velik broj raspoloživih sjedala u odnosu na zrakoplove koje imaju malen broj sjedala. Primjerice vrijeme ukrcanja za zrakoplov Boeing 747, koji ima oko 400 raspoloživih sjedala, će trajati znatno dulje u odnosu na Airbus A319 koji raspolaže s oko 140 sjedala,
- broju putnika u odlasku i broju njihove ručne prtljage – planirano vrijeme ukrcanja neće biti isto u slučaju da su u zrakoplovu sva sjedala popunjena ili je tek polovina sjedala popunjena. Također ovisi o broju komada ručne prtljage jer svaki putnik koji sa sobom nosi ručnu prtljagu, on mora istu odložiti u pretince za prtljagu iznad sjedala, a ta radnja traje određeni dio vremena, te se vrijeme ukrcanja produljuje, što je vidljivo kasnije u radu u tablici 2 koja navodi da bi se vrijeme ukrcanja produžilo za približno 5

minuta ako bi svaki putnik sa sobom imao ručnu prtljagu u odnosu na situaciju gdje 50% putnika na letu ima ručnu prtljagu.

- postoje li na odlaznom letu putnici koji trebaju dodatnu pomoć pri ukrcanju, tj. posebne kategorije putnika – važno je provjeriti ima li na letu posebnih kategorija putnika, posebice putnika sa smanjenom pokretljivošću koji se ukrcavaju putem ambulifta,
- na kojoj je poziciji zrakoplov parkiran, odnosno koliko je ista udaljena od zgrade putničkog terminala – vrijeme trajanja ukrcanja biti će kraće što je pozicija bliža putničkom terminalu jer će vožnja do zrakoplova kraće trajati.
- koristi li se preboarding zona – kad se koristi preboarding zona putnici će ranije ući u zrakoplov jer su ukrcajne propusnice skenirane prije ulaska u istu,
- prevoze li se putnici autobusom, kreću li se pješke do zrakoplova ili je terminal povezan putem zračnog mosta sa zrakoplovom – prijevoz autobusom će trajati dulje, jer autobus kreće voziti prema zrakoplovu tek nakon što se uđe određen broj, grupa, putnika, za razliku ako se putnici kreću pješice gdje ne ovise jedan o drugome, već se svaki pojedinačno kreće.

Svi prethodno navedeni parametri kao i odabir određene strategije ukrcanja ovise o vremenu potrebnom za ukrcaj putnika, a samim time i cjelokupnom potrebnim vremenom za prihvat i otpremu zrakoplova.

3. Strategije ukrcaja putnika u zrakoplov

U današnje vrijeme postoji dvadesetak različitih strategija ukrcaja putnika ekonomske klase u zrakoplov. Međutim u ovome radu obraditi će se koncept nekoliko značajnijih strategija, prvenstveno zato jer su neke strategije međusobno veoma slične.

Putnici poslovne i prve klase imaju prioritet pri ukrcaju, te se njihov ukrcaj neće analizirati kroz strategije u ovome radu jer su te grupe putnika relativno male, te je samim time i vrijeme ukrcaja kraće. Nakon što ukrcaj tih grupa putnika završi, kreće ukrcaj putnika ekonomske klase. Za ovu vrstu putnika razlikujemo nekoliko vrsta ukrcaja [9]:

- slučajni ukrcaj,
- strategija slobodnog izbora sjedišta,
- ukrcaj putnika po grupama i
- redosljedni ukrcaj - Steffen metoda.

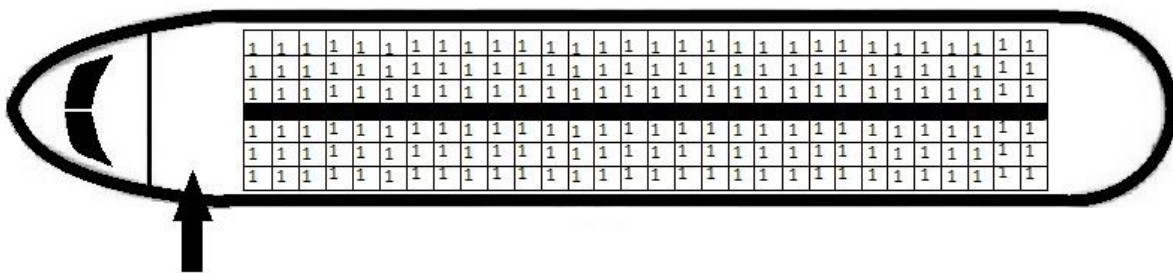
Svaka od prethodno navedenih metoda bit će detaljno pojašnjena u nastavku, te će neke strategije biti popraćene primjerom procedure kod zračnog prijevoznika koji koristi određenu strategiju.

U znanstvenoj literaturi koja se odnosi na problem ukrcavanja putnika, većina radova usmjerena je na određivanje najboljih, odnosno optimalnih strategija ukrcaja. Međutim, kako su prepoznali neki autori, ove studije obično ne uzimaju u obzir promjenjive faktore kod kretanja putnika ili njihove pojedinačne karakteristike. Također je važno napomenuti da bi svaka strategija ukrcaja trebala moći smanjiti ukupno vrijeme ukrcaja bez negativnog utjecaja na zadovoljstvo putnika, tj. na kvalitetu usluge koja se nudi. Uz to, strategije ukrcaja trebaju biti pouzdane i pod utjecajem različitih vrsta poremećaja, poput kašnjenja putnika, veličine zrakoplova i faktora popunjenosti. Konačno, kao što su primijetili neki autori, „(...) sve učinkovite strategije imaju tendenciju međusobnog odvajanja putnika na susjednim sjedalima“ [10]. Iz tih razloga se smatra da su individualne i grupne karakteristike putnika bitan čimbenik koji se mora uzeti u obzir kako bi se zajamčio uspjeh strategije ukrcaja. [6].

3.1 Slučajni ukrcaj

Strategija slučajnog ili nasumičnog ukrcaja (engl. *Random strategy*) osnovna je strategija gdje putnici nisu podijeljeni u grupe niti im je unaprijed definiran redoslijed ulaska u zrakoplov, tj. putnici ulaze nasumično. Stoga cijeli zrakoplov predstavlja jednu cjelinu, odnosno sekciju kao što je prikazano na slici 4, za razliku od ostalih strategija kod kojih su zrakoplovna sjedala podijeljena u više sekcija. Putnicima su dodijeljeni brojevi sjedala, ali nemaju određen način ukrcaja u zrakoplov, odnosno ukrcavaju se po načelu prvenstva dolaska (engl. *First Come – First Served*) [9].

Strategija slučajnog ukrcaja se u današnje vrijeme najčešće koristi jer pokazuje relativno dobre rezultate uspoređujući vrijeme potrebno za ukrcaj i zadovoljstvo putnika. Također se koristi radi svoje jednostavnosti jer nema velike pripreme i truda koji mora biti uloženi prije početka ukrcaja za ostvarenje ove strategije.



Slika 4. Prikaz plana slučajnog ukrcaja

Izvor: [9]

Kao što i samo ime sugerira, strategija slučajnog ukrcaja temelji se na korištenju jednolike slučajnog reda za upravljanje procedurom ukrcaja. To znači da putnici mogu pristupiti kabini zrakoplova kako bi zauzeli mjesta na koja su dodijeljeni, istim redoslijedom kojim čekaju na redu za ulazak. Strategija slučajnog ukrcaja posebno je popularna među niskotarifnim prijevoznicima zbog svoje učinkovitosti korištenja u zrakoplovima s jedinstvenom konfiguracijom kabine [11].

Međutim postoje ipak naprednije strategije od strategije slučajnog ukrcaja, kod kojih je bolje optimizirano vrijeme ukrcaja i povećano zadovoljstvo putnika.

3.2 Strategija slobodnog izbora sjedala

Strategija slobodnog izbora sjedala vidljiva je kod nekih niskotarifnih zračnih prijevoznika, te je u mnogočemu slična strategiji slučajnog ukrcaja jer putnici također ulaze nasumičnim redom. Razlika je u tome što putnicima nije dodijeljeno sjedalo kao što je to slučaj u ostalim strategijama, nego putnici sjedaju po slobodnim sjedalima u kabini kako oni žele, proizvoljno. Nedostatak ovoj strategiji je taj da se putnicima pruža manje zadovoljstva, u usporedbi sa ostalim strategijama gdje postoji dodjela sjedala, prisiljavajući putnike na užurbano natjecanje za odabir njima željenog sjedala u zrakoplovu [12].

Strategija slobodnog izbora za sjedenja razlikuje se od strategije slučajnog ukrcaja u tome što kod strategije slobodnog izbora sjedala putnicima nisu dodijeljena sjedala, već pristupaju kabini zrakoplova onim redosljedom kojim čekaju u redu za ukrcaj i zauzimaju mjesto koje im je draže, dok su kod strategije slučajnog ukrcaja sjedala unaprijed dodijeljena putnicima.

Ova strategija razlikuje dva načina ukrcaja, prvi način gdje putnici ulaze nasumičnim redom i biraju gdje žele sjediti. Nedostatak ovakvom načinu je taj da se stvori gužva i zastoj u prolazu jer svi žele što prije ući i izabrati željno sjedalo. Kod drugog načina postoje određene grupe za ukrcaj, iz razloga da se stvori nekakav red prije ulaska u zrakoplov kako bi se smanjili zastoji [12]. Drugi primjer strategije slobodnog izbora sjedala koristi zračni prijevoznik Southwest Airlines na način koji je objašnjen kasnije u radu.

3.3 Ukrcaj putnika po grupama

Većina strategija ukrcaja putnika u zrakoplov koristi princip ukrcaja po grupama, gdje je zrakoplov podijeljen na različite sekcije, dok su putnici podijeljeni u grupe. Putnici u zrakoplov ne ulaze nasumično, kao što je to slučaj kod strategije slučajnog ukrcaja, nego ulaze u određenim grupama, gdje broj grupe označava kada je njihov red za ukrcaj. Kod ovog načina ukrcaja razlikujemo sljedeće strategije [9]:

- strategija od nazad prema naprijed (po sekciji, po pola sekcije, po redu, po pola reda),
- strategija letećeg tepiha,
- modificirana optimalna strategija,
- Wilma strategija i
- strategija obrnute piramide.

U nastavku rada je svaka od navedenih strategija pojedinačno opisana, te također popraćena ilustracijom.

3.3.1 Strategije od nazad prema naprijed

Svaka strategija od nazad prema naprijed (engl. *Back to front strategies*) se temelji na principu da u zrakoplov prvi ulaze putnici kojima je dodijeljeno sjedalo u stražnjem dijelu zrakoplova, te tako redom nastavljaju prema prednjem dijelu u koji putnici, s dodijeljenim sjedalima u prednjem dijelu zrakoplova, ulaze posljednji. Zbog takvog načina ukrcaja ove strategije su i dobile svoj naziv „od nazad prema naprijed“.

U strategiji ukrcaja od nazad prema naprijed, od putnika se očekuje da se ukrcaju u zrakoplov u redosljed silaznih redova. To se postiže započinjanjem postupka ukrcaja s redovima smještenim u stražnjem dijelu zrakoplova, s ciljem uklanjanja bilo kakvih interferencija u prolazu zrakoplova. To dovodi do smanjenja ukupnog vremena ukrcaja putnika. Međutim, kako bi se interferencije u prolazu smanjile, putnicima treba odrediti redosljed ukrcaja, ovisno o redu u koji su dodijeljeni. Ova činjenica čini strategiju od nazad prema naprijed uglavnom teoretskom strategijom, s obzirom na složenost njezine provedbe u scenariju iz stvarnog života budući da nije lako sortirati putnike u takav redosljed gdje je ukrcaj prema točnome redu u kojemu je putniku dodijeljeno sjedalo. Strategija ukrcaja od nazad prema naprijed obično je pojednostavljena spajanjem redova sjedala u blokove. To omogućuje definiranje redosljeda ulaska putnika u svaki dio zrakoplova, iako nije moguće zajamčiti potpuno uklanjanje interferencija u prolazu zbog činjenice da je postupak ukrcaja unutar svake grupe putnika nasumičan [6].

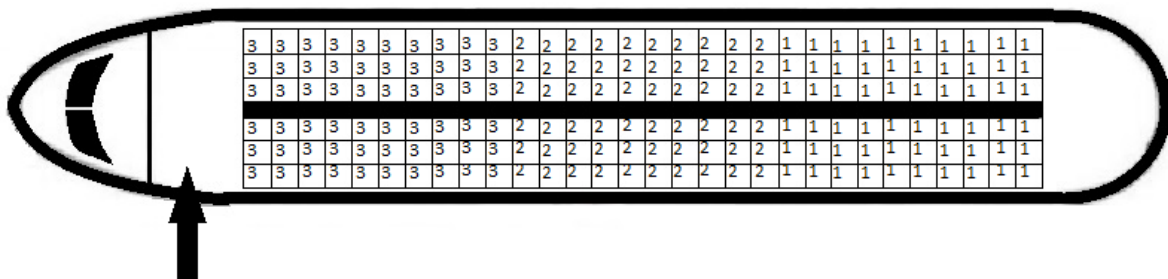
Strategije od nazad prema naprijed mogu biti podijeljene u četiri podskupine te je svaka pojedinačno opisana u nastavku rada [9]:

- 1) strategija po sekciji (engl. *By block strategy*),
- 2) strategija po pola sekcije (engl. *By half block strategy*),
- 3) strategija po redu (engl. *By row strategy*) i
- 4) strategija po pola reda (engl. *By half row strategy*).

Prva i druga podskupina su gotovo jednake, odnosno njihova jedina razlika se očituje u tome da kod strategije po sekciji zrakoplov je najčešće podijeljen u tri sekcije (može ih biti i više, a ovisno o veličini zrakoplova) kako je prikazano na slici 5, dok je zrakoplov kod strategije po pola sekcije podijeljen u šest sekcija kako je prikazano na slici 6. Kod strategije

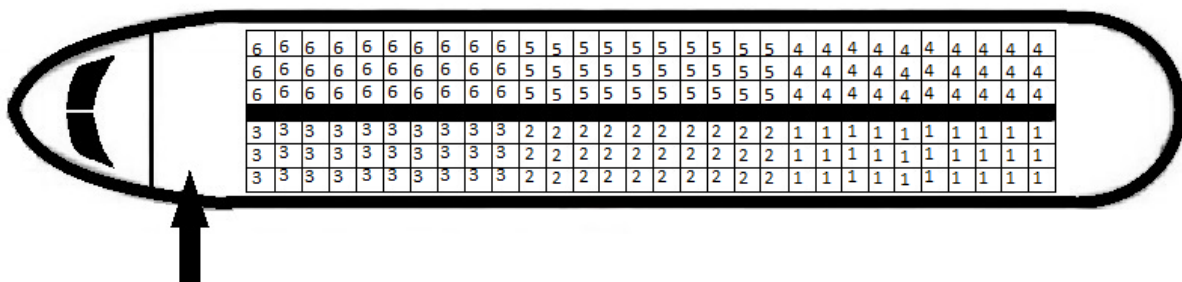
po sekciji kao što je zrakoplov podijeljen u tri sekcije tako su i putnici podijeljeni u tri grupe, gdje grupa broj jedan ulazi prva u zrakoplov, nakon nje grupa broj dva, te posljednja ulazi grupa broj tri.

Strategija po pola sekcije dijeli zrakoplov je na šest sekcija, a sekcije ovise o dva parametra: radi li se o prednjem, središnjem ili stražnjem dijelu zrakoplova, i radi li se o lijevoj ili desnoj strani u odnosu na prolaz u zrakoplovu. Putnici su podijeljeni u šest grupa, te se ulazak u zrakoplov odvija takvim redoslijedom gdje grupa broj jedan ulazi prva, zatim ulazi grupa broj dva, te tako redom s time da posljednja ulazi grupa broj šest [9].



Slika 5. Prikaz plana strategije po sekciji

Izvor: [9]



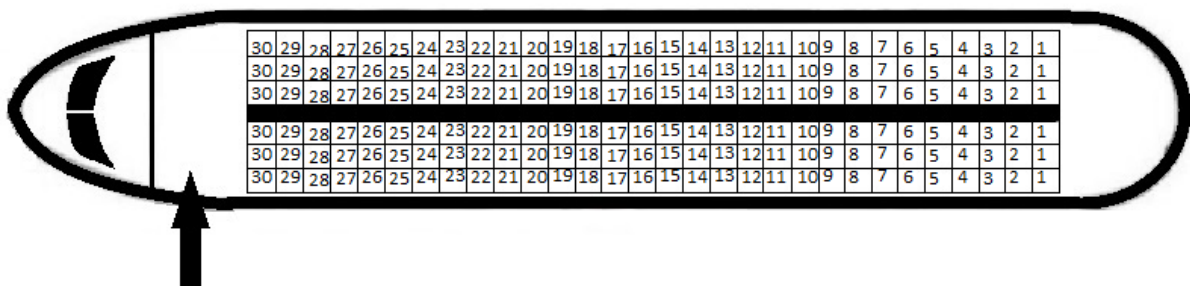
Slika 6. Prikaz plana strategije po pola sekcije

Izvor: [9]

Strategija po redu i strategija po pola reda također slične jedna drugoj, međutim u odnosu na prethode dvije strategije, ove podskupine imaju takav plan ukrcaja putnika da je zrakoplov podijeljen po redovima. Kada se primjenjuje strategija po redu zrakoplov je podijeljen samo po redovima, nebitno nalaze li se oni s lijeve ili desne strane prolaza u

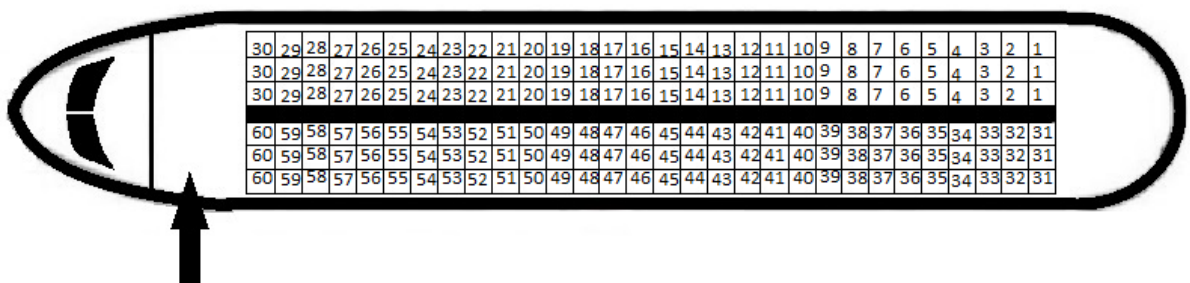
zrakoplovu. Uzimajući u obzir da se zrakoplovna sjedala promatraju s prednjih vrata zrakoplova prema stražnjim, kod strategije po redu redoslijed broja sjedala je takav da je ukrcajni red broj jedan zapravo zadnji red sjedala u zrakoplovu (odnosno najdalji), red broj dva je predzadnji red, i tako nastavljajući niz sve do prvoga reda sjedala, odnosno reda broj 30 kako je prikazano na slici 7. Grupa putnika broj jedan prva ulazi u zrakoplov i smješta se na ukrcajni red sjedala broj jedan, zatim ulazi grupa broj dva koja se smješta na red sjedala broj dva i tako redom do posljednje grupe, grupe broj 30, koja se smješta na svoj broj sjedala.

Ukoliko se primjenjuje strategija po pola reda zrakoplovna sjedala su podijeljena i po redu i po tome nalaze li se s lijeve ili desne strane s obzirom na prolaz u zrakoplovu. Također kao što je slučaj kod prethodne strategije, grupe putnika ulaze istim redoslijedom, prvo grupa broj jedan, nakon toga grupa broj dva, jedino što je kod ove strategije posljednja grupa, grupa broj 60, kako je prikazano na slici 8 [9].



Slika 7. Prikaz plana strategije po redu

Izvor: [9]



Slika 8. Prikaz plana strategije po pola reda

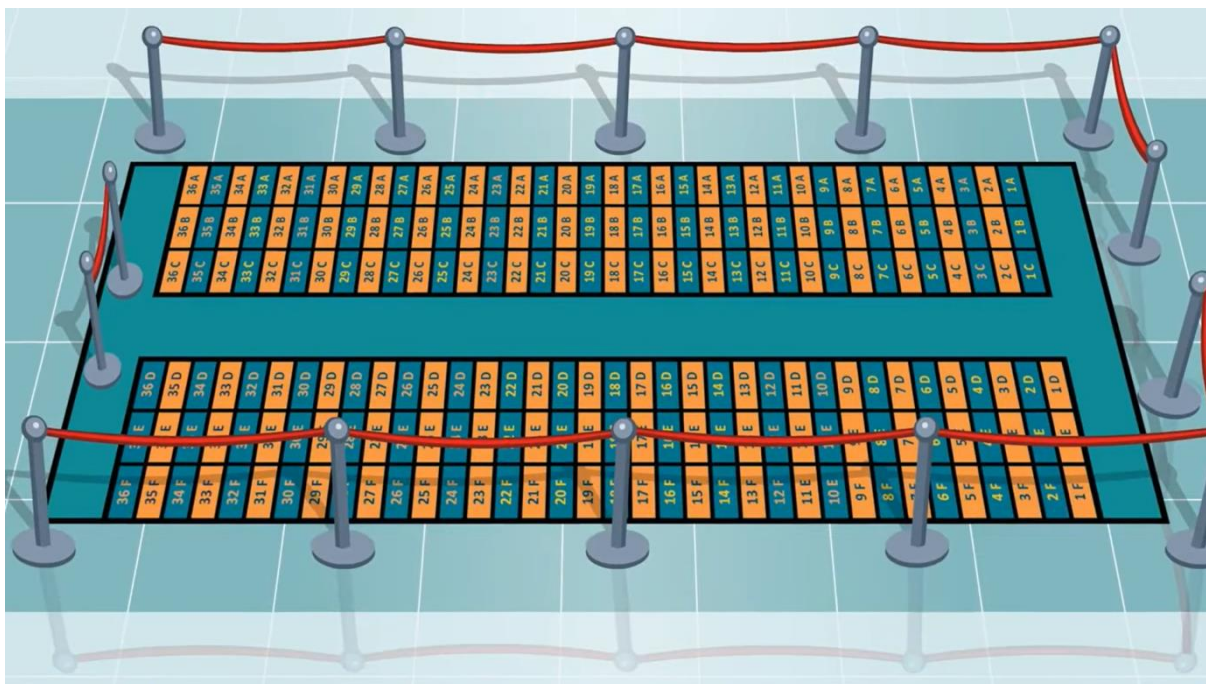
Izvor: [9]

Od svih strategija od nazad prema naprijed, operativno se koriste samo strategije po sekciji, iz razloga jer je jednostavnije podijeliti putnike u tri grupe, nego u npr. 30 grupa kao što je to slučaj kod strategije po redu ili čak 60 grupa kod strategije po pola reda. Strategija po pola sekcije je također efikasna, međutim nema velikog dobitka na uštedi vremena ukrcaja uspoređujući je sa strategijom po sekciji koja je jednostavnija jer ima manje grupa. U praksi se strategija po sekciji može pronaći kod zračnog prijevoznika Vueling, koja je kasnije u radu ukratko opisana.

3.3.2 Strategija letećeg tepiha

Strategija letećeg tepiha (engl. *The flying carpet*) je jednostavna i jako efikasna strategija ukrcaja putnika u zrakoplov. Ova strategija je osmišljena kako bi se na jednostavan način optimiziralo vrijeme ukrcaja putnika u zrakoplov i poboljšalo iskustvo istima. Funkcionira po principu da se određen broj putnika (otprilike njih 30 do 40), rasporedi po letećem (posebnom) tepihu kao što je prikazano na slici 9. Leteći tepih je smješten ispred gate-a i omeđen je trakama radi lakše kontroliranja prolaska putnika na tepih. Na njemu je preslikana smanjena verzija plana sjedenja u zrakoplovu, te se svaki putnik zaustavlja točno iznad njegovog broja sjedala. Brojevi su postavljeni tako da su stražnja sjedala najbliža izlazu. Tako poredani brojevi sjedala na tepihu dovode do stvaranja reda putnika, gdje onaj dio putnika kojima je dodijeljeno sjedalo u stražnjem dijelu zrakoplova ulaze prvi u zrakoplov, a oni putnici kojima je dodijeljeno sjedalo u prednjem dijelu ulaze posljednji [13].

Kada prva grupa putnika napusti leteći tepih i krene prema zrakoplovu, idućih 30 do 40 putnika popunjava tepih. Stvori se takva situacija da dok putnici iz prve grupe sjedaju na svoja sjedala, druga grupa putnika u međuvremenu popunjava leteći tepih, te kako ga popuni ta grupa također kreće prema zrakoplovu. Cilj je dobiti takvu situaciju gdje u trenutku kada se raščisti prolaz u zrakoplovu od putnika prve grupe, da se putnici iz druge grupe nalaze na početku prolaza i da im je put do svog sjedala slobodan. Time se postiže minimalna gužva i zastajkivanje prilikom ulaska u zrakoplov. Drugim riječima, svaki putnik može doći do svoga sjedala bez da mu to sprječavaju drugi putnici koji odlažu svoju ručnu prtljagu ili su se zaustavili da sjednu na svoje sjedište, čime se povećava zadovoljstvo putnika i skraćuje vrijeme ukrcaja [13].



Slika 9. Prikaz označene površine kod strategije letećeg tepiha

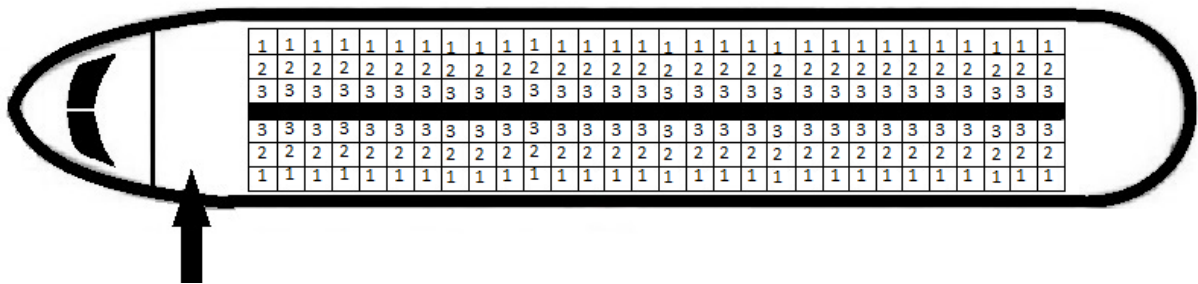
Izvor: [13]

3.3.3 Modificirana optimalna strategija

Modificirana optimalna strategija kombinacija je dviju strategija, strategije po pola sekcije i strategije po pola reda, gdje su putnici najčešće podijeljeni u četiri grupe. Sukladno tome zrakoplov je podijeljen u četiri sekcije koje su raspoređene uzduž zrakoplova tako da u određenu sekciju spada svako drugo sjedalo na, isključivo, lijevoj ili desnoj strani zrakoplova kako je prikazano na slici 10. Putnici ulaze redosljedno od grupe broj jedan prema grupi broj četiri [9].

Ova strategija ne može se pronaći u praksi iz razloga jer nije optimalna kako njen naziv govori, već naprotiv, vrijeme ukrcaja putnika kod ove strategije je dosta duže od optimalnog. Objašnjenje tog razloga se nalazi u četvrtom poglavlju ovoga rada.

određeni dio vremena, gdje putnik zablokira prolaz za ostale putnike koji sjede iza njega [6], [9].



Slika 101. Prikaz plana Wilma strategije

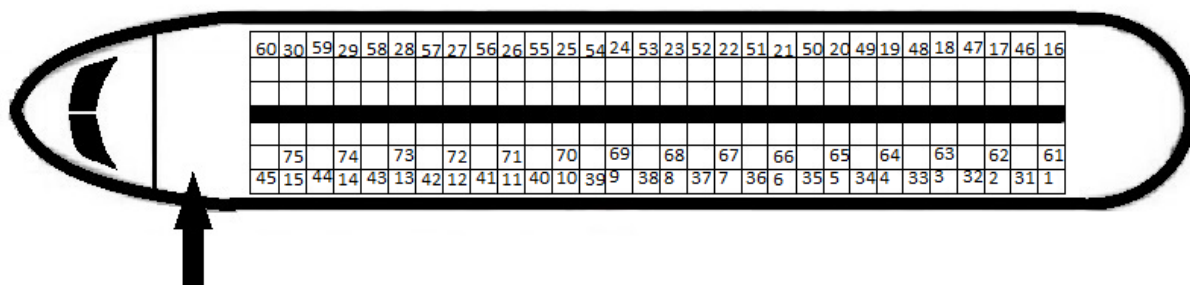
Izvor: [9]

3.3.5 Strategija obrnute piramide

Način ukrcanja putnika u zrakoplov kod strategije obrnute piramide (engl. *Reverse pyramid strategy*) je takav da putnici dolaze do svojih sjedišta u, tako reći, dijagonalnom pravcu kako je prikazano na slici 12. Prije samog početka ukrcanja putnici su najčešće podijeljeni u pet grupa, te ulaze sljedećim redoslijedom: grupa broj jedan ulazi prva, grupa broj dva ulazi druga, te tako redom. Naziva se „obrnuta piramida“ jer se zrakoplov popunja putnicima takvim redoslijedom koji nalikuje na obrnutu piramidu, gdje putnici koji sjede u posljednjim redovima zrakoplova nalikuju na bazu piramide, a putnici koji sjede u sjedalima na početku zrakoplova nalikuju na vrh piramide [9].

Kod strategija od nazad prema naprijed prilikom ukrcanja često se stvaraju nedovoljno iskorišteni prostori kabine zrakoplova, što ne rezultira optimalnom strategijom. Kako bi se riješio ovaj problem, strategija obrnute piramide kombinira aspekte postojećih strategija s ciljem ukrcanja u zrakoplov od vanjskih do unutrašnjih sjedala bez premalog iskorištavanja bilo kojeg područja kabine u zrakoplovu. To se postiže dodjeljivanjem unutar iste grupe putnika sa sjedalima smještenim u različitim dijelovima zrakoplova, što omogućuje optimiranje razine aktivnosti u svim dijelovima zrakoplova. Uz to, ulazak u zrakoplov izvana prema unutrašnjim sjedalima minimizira potencijalne interferencije među putnicima, što dovodi do smanjenja ukupnog vremena ukrcanja. Iako razne studije zaključuju da je strategija ukrcanja s obrnutom piramidom vrlo učinkovita i omogućuje postizanje niskog vremena ukrcanja, jedan od glavnih nedostataka je slaba operativna primjenjivost. Slično strategiji Wilma, obrnuta piramida ne uzima u obzir postojeće odnose među putnicima. Ukrcavanje u

nedostatak ove strategije je što je ova strategija relativno zahtjevna i komplicirana u odnosu na ostale strategije koje imaju svega par grupa pri ukrcaju.



Slika 123. Prikaz plana Steffen metode

Izvor: [9]

4. Pregled primjena strategija ukrcaja putnika u zrakoplov kod odabranih zračnih prijevoznika

U ovom poglavlju dani su podaci o načinima ukrcaja putnika u nekim od poznatijih globalnih zračnih prijevoznika.

4.1 American Airlines

American Airlines ima devet različitih grupa za ukrcavanje, poredanih po uzlaznom redoslijedu. Grupe od jedan do četiri predstavljaju putnike koji sjede u prvoj ili poslovnoj klasi, imaju status čestog putnika ili u vojsci.

Nakon te četiri grupe započinje grupa broj pet, a zatim grupe nastavljaju do grupe osam. Te grupe za ukrcaj organizirane su po zonama u zrakoplovu. Posljednja koja se ukrcava je skupina devet: osnovna ekonomska klasa. Oni iz posljednje skupine neće imati mjesta za prtljagu u pretincu ali, s druge strane, jedno od pravilo American Airlinesa vezano za osnovnu ekonomsku klasu je da takvim putnicima se ne dodjeljuje pravo na ručnu prtljagu [14].

4.2 Delta Airlines

Delta ima stil ukrcaja tipičan za većinu američkih zračnih prijevoznika. Ukrcaj započinje putnicima kojima je potrebna dodatna pomoć, a zatim se prelazi u prvu klasu, putnike sa statusom čestog putnika i putnike s nagradnim miljama. Poslije su vrata otvorena za putnike u glavnoj kabini, ulazeći u zrakoplov od nazad prema naprijed. Posljednji koji se ukrcavaju su putnici iz osnovne ekonomske klase. Iako im je dopuštena jedna ručna prtljaga, do trenutka kada se pokaže da su svi pretinci puni, ostaju bez nje, a putnici moraju predati ručnu prtljagu osoblju na gate-u, te se takva prtljaga ukrcava u prtljažnike zrakoplova [14].

4.3 United Airlines

Postupak ukrcaja putnika zračnog prijevoznika United započinje na sljedeći način: prva se ukrcava vojska, maloljetnici bez pratnje i svi oni kojima je potrebno dodatno vrijeme pri ukrcaju. U prvu skupinu spada prva i poslovna klasa, dok u drugu skupinu spadaju putnici sa statusom čestog putnika statusom.

Nakon njih se ukrcavaju ostali putnici i to prvo na sjedala do prozora (skupina 3), zatim na sjedala u sredini (skupina 4) i na kraju na sjedala uz prolaz (skupina 5), pri čemu ovaj prijevoznik zapravo prakticira Wilma strategiju ukrcaja. No oni putnici koji odaberu

lakši pristup prolazu tijekom leta mogu ostati bez mjesta u pretincu za prtljagu, jer se posljednji ukrcaju [14].

4.4 Southwest Airlines

Zračni prijevoznik Southwest Airlines ne dodjeljuje putnicima broj sjedala, ali im dodjeljuje poseban redoslijed ulaska u zrakoplov iz razloga da ne bi došlo do naguravanja i zastoja, a samim time i nepotrebnog smanjenja zadovoljstva putnika. Kad putnici dobiju e-poštu da je vrijeme da se prijave na svoj let, trebali bi odmah slijediti poveznicu i prijaviti se što je brže moguće ako žele među prvima ući u zrakoplov. Grupe za ukrcavanje su A, B i C - pri čemu je svakom putniku dodijeljen broj negdje u toj grupi. Stoga, na njihovim ukrcajnim propusnicama ne piše broj sjedala, nego jedinstvena kombinacija slova i broja, što predstavlja grupu ukrcaja i poziciju u toj grupi. Ta kombinacija daje informaciju putniku kada je njegov red za ukrcaj u zrakoplov. Kada osoblje koje radi na izlazu pozove njihov broj grupe, putnici nalaze svoje mjesto u redu. Nakon što se određena grupa putnika ukrca u zrakoplov slijedi princip slobodnog izbora sjedala gdje ukrcani putnici sami odabiru gdje žele sjediti u odnosu na preostala slobodna sjedala [15].

4.5 Vueling

Primjer strategije po sekciji primjenjuje zračni prijevoznik Vueling na način da su putnici podijeljeni u tri grupe (grupa jedan, grupa dva i grupa tri) koje ulaze redoslijedno, s time da grupa broj tri ulazi posljednja. Sukladno toj podjeli, zrakoplov je podijeljen na tri sekcije. Putnici broj grupe dobiju na šalteru za prijavu za let, tj. na ukrcajnoj propusnici kao što je vidljivo na slici 14. Kada je zrakoplov spreman za ukrcaj prve grupe putnika osoblje na izlazu izda obavijest o početku ukrcaja i napomene da grupa broj jedan krene prema izlazu. Osim takvog informiranja, broj grupe koja se trenutno ukrcava u zrakoplov je prikazan na monitorima iznad izlaza. Nakon što se ukrcaju svi putnici grupe broj jedan, kreće ukrcaj iduće grupe.



Slika 14. Ukrajna propusnica zračnog prijevoznika Vueling

4.6 Frontier

Postupak ukrcavanja kod zračnog prijevoznika Frontier može se činiti nešto drugačiji, no i dalje je prilično sličan ostalim prijevoznicima. Oni koji trebaju dodatno vrijeme za ukrcaj se prvi ukrcaju u zrakoplov. Nakon njih ukrcavaju se ljudi koji su platili naknadu za rano ukrcavanje. Frontier naplaćuje pristup pretincima za prtljagu. Odnosno, samo oni koji odluče platiti dodatnu naknadu za ručnu prtljagu mogu se ukrcati prije ostalog dijela putnika. Tada slijedi strategija ukrcaja od nazad prema naprijed. Sjedala (i zone ukrcaja) su nasumično dodijeljena, osim ako putnik ne odluči platiti dodatnu naknadu [14].

4.7 Spirit

Zračni prijevoznik Spirit je poznat po svojim dodatnim uslugama. Oni koji plate te usluge mogu prvi ući u avion - osim maloljetnika bez pratnje ili putnika kojima je potrebna pomoć, oni svakako ulaze prvi bez plaćanja dodatnih naknada. Putnicima koji su kupili „velika prednja sjedala“ dopušteno je da se prvi ukrcaju, a zatim kreće ukrcaj za preostale redove, na temelju strategije od naprijed prema natrag. Putnici koji su dodatno platili dodjelu sjedala mogu odabrati sjedalo i među prvima se ukrcati [14].

5. Analiza strategija ukrcaja putnika u zrakoplov

Većina zračnih prijevoznika preferira jednu strategiju ukrcaja, te je primjenjuju u većini slučajeva. Međutim prijevoznici mogu mijenjati strategije ukrcaja ovisno o tipu zrakoplova, opremljenosti zračne luke za proces ukrcaja, broju putnika koji se ukrcavaju u zrakoplov i njihovoj ručnoj prtljazi i dr. U tablici 1 prikazani su najčešći izbori strategija ukrcaja pojedinih zračnih prijevoznika [12].

Tablica 1. Prikaz strategija ukrcaja na primjeru zračnih prijevoznika

Strategije ukrcaja	Zračni prijevoznici
Strategija po sekciji	Air Canada, American Airlines, Delta, British Airways, JetBlue, US Airways, Vueling, Lufthansa i druge
Strategija slučajnog ukrcaja	US Airways, Lufthansa, American Airlines, Croatia Airlines
Wilma strategija	United Airlines
Strategija slobodnog izbora sjedala	Southwest, Ryanair

Izvor: [12], [15]

Svaka strategija ukrcaja putnika u zrakoplov je jedinstvena te ima svoje prednosti i nedostatke. Cilj zračnih prijevoznika je analizirati i zaključiti koja je od navedenih strategija optimalna za ukrcaj na određenoj zračnoj luci. Samim odabirom ispravne, tj. optimalne strategije ukrcaja, zračni prijevoznici skraćuju vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova, te samim time štede novac [9].

Provedena je usporedba simuliranih vremena ukrcaja za različite strategije [12]. Simulacija je napravljena u simulacijskom okruženju NetLogo na uzorku zrakoplova tipa Airbus A318 sa konfiguracijom od 132 sjedala s uvjetima da su sva sjedala su popunjena s putnicima (bez putnika poslove i prve klase), te da pri ukrcaju nije bilo posebnih kategorija putnika. Na početku simulacije svi su se putnici nalazili ispred prednjih vrata zrakoplova, te su ovisno o analiziranoj strategiji ukrcaja ulazili nasumično, u grupama ili po dodijeljenom sjedalu [12]. Prosječna vremena ukrcaja vidljiva su u tablici 2.

Tablica 2. Prosječno vrijeme ukrcaja putnika u zrakoplov po strategijama ukrcaja

	Otkucaji		Minute	
Slučajni ukrcaj	214	283	19:16	25:28
Wilma	209	287	18:49	25:50
Obrnuta piramida	192	264	17:17	23:46
Po sekciji	170	241	15:18	21:41
Po pola sekcije	173	235	15:34	21:09
Po redu	167	232	15:02	20:53
Po pola reda	166	233	14:56	20:58
Modificirana optimalna	214	280	19:16	25:12
Steffen	200	268	18:00	24:07
<i>Postotak ručne prtljage</i>	<i>50%</i>	<i>100%</i>	<i>50%</i>	<i>100%</i>

Izvor: [12]

Tablica 2 prikazuje analizu dva scenarija. U prvom scenariju polovina putnika sa sobom nosi ručnu prtljagu, a u drugom scenariju svaki putnik sa sobom ima komad ručne prtljage. Vrijeme ukrcaja je izračunato u otkucajima, jer je to mjerna jedinica simulacijskog okruženja NetLogo. Jedan otkucaj iznosi 5.4 sekunde [12].

Kod scenarija u kojemu polovina putnika sa sobom nosi komad ručne prtljage daleko su najbrže strategije ukrcaja od nazad prema naprijed. Među njima prednjači strategija ukrcaja po pola reda sa prosječnim vremenom ukrcaja od 14:56 minuta. Slijedi strategija ukrcaja po redu (15:02 minuta), po sekciji (15:18 minuta), te po pola sekcije (15:34 minuta). Kod ovog scenarija najsporije strategije ukrcaja su strategija slučajnog ukrcaja i modificirana optimalna strategija sa prosječnih 19:16 minuta ukrcaja putnika [12].

Kod drugog scenarija u kojemu svaki putnik ulazi u zrakoplov sa jednim komadom ručne prtljage također prednjače strategija ukrcaja od nazad prema naprijed. Međutim najbrža od njih je strategija ukrcaja po redu sa prosječnih 20:53 minuta, zatim slijedi strategija ukrcaja po pola reda (20:58 minuta), po pola sekcije (21:09 minuta), te strategija po sekciji (21:41 minuta). Najsporija je Wilma strategija sa prosječnim vremenom ukrcaja 25:50 minuta [12].

Strategije od nazad prema naprijed su na simulaciji pokazale dobro vrijeme jer kao što i samo ime strategija govori, putnici se krcaju od nazad prema naprijed, a to dovodi do slobodnog prolaza po osi zrakoplova, jer kako koji putnik uđe u zrakoplov nastavlja se kretati

do kraja prolaza, te ga putnici koji uđu nakon njega ne trebaju čekati dok on odloži prtljagu u pretinac za prtljagu iznad sjedala i dok se smjesti u sjedalo [12], [9].

Strategije koje nemaju takav princip ukrcaja (slučajni ukrcaj, modificirana optimalna, Wilma strategija) pokazale su se relativno spore uzimajući u obzir prosječna vremena svih strategija. Razlog tome je da kada putnik uđe u zrakoplov i dođe do svoga sjedala treba mu određeni dio vremena dok on odloži prtljagu u pretinac za prtljagu i dok se smjesti u sjedalo. Taj dio vremena putnik blokira prolaz, te ostali putnici kojima je dodijeljeno mjesto poslije tog putnika ne mogu proći [9]. Na primjer, kada u zrakoplov uđe putnik kojemu je dodijeljeno sjedalo u desetome redu, kada dođe pokraj svoga reda, on se zaustavi, odloži prtljagu i sjeda. Za to određeno vrijeme on blokira prolaz i putnici koji su ušli poslije njega a sjede u bilo kojemu redu nakon reda broj deset ne mogu proći dok se putnik ne smjesti u dodijeljeno mu sjedalo. Stvori se zastoje pored desetog reda, mada je sve iza tog reda prazno, odnosno bez putnika.

Vrijeme ukrcaja kod modificirane optimalne strategije iznosilo je 19:16 minuta, odnosno 25:12 minuta, gdje je postotak ručne prtljage iznosio 50%, odnosno 100% [12]. Razlog ovako velikom vremenu ukrcaja, uspoređujući s ostalim strategijama, je taj što se kod ove strategije putnici ne ukrcavaju tako da se prvo popunja stražnji dio zrakoplova, nisi da se popunjavaju sjedala do prozora, već je osmišljena da se popuni svaki drugi red. Međutim takav način ulaska putnika zrakoplov ne rješava problem zastoja kada putnik treba odložiti svoju ručnu prtljagu u pretinac, a ostali putnici čekaju njega da sjede, niti rješava problem da se neki putnici moraju ustati kako bi drugi putnici mogli doći do svoga sjedala. Modificirana optimalna strategija postoji samo u teoriji i na simulacijama, jer nije efikasna sa svojim dugim vremenom trajanja ukrcaja. Strategija slučajnog ukrcaja također je pokazala slične rezultate analize kao i modificirana optimalna strategije iz ista dva razloga, međutim strategija slučajnog ukrcaja često se koristi u praksi zbog svoje jednostavnosti i lakoće izvedbe.

Rezultati korištenjem Wilma strategije su malo bolji u odnosu na prethodno analizirane dvije strategije, međutim ovom strategijom nije riješen problem zastoja u prolazu zbog odlaganja ručne prtljage, te je to i razlog zašto vrijeme ukrcaja ove strategije nije bolje, odnosno kraće. Ova strategija se može pronaći u praksi mada je veoma rijetka.

Strategija obrnute piramide i Steffen strategija imaju slična vremena ukrcaja putnika u zrakoplov. Uspoređujući ih sa svim vremenima nalaze se po sredini ljestvice najbrže strategije ukrcaja. Obe strategije imaju za cilj ukloniti, već ranije spomenuta, dva problema. Kod

strategije obrnute piramide oba problema su riješena dijagonalnim ukrcajem, odnosno putnici se ukrcajavu tako da se ne stvaraju zastoji niti gužva u prolazu radi odlaganja njihove ručne prtljage, a putnici ne moraju ustajati iz svojih sjedala kako bi drugi putnici mogli proći. Kod Steffen strategije ti problemi su riješeni na način da svaki putnik ima svoju grupu i točno se zna kada je njegov red za ulaz u zrakoplov. Ove strategije ne mogu se pronaći u praksi, već samo na simulacijama i u teoriji. Razlog tome je taj što je Steffen strategija relativno komplicirana radi velikog broja grupa.

U još jednoj analizi uspoređena je strategija po sekciji i strategija letećeg tepiha, te su dobiveni sljedeći rezultati vremena ukrcaja putnika u zrakoplov. Vrijeme trajanja ukrcaja kod strategije po sekciji je iznosilo 15:46 minuta, dok je kod strategije letećeg tepiha to vrijeme iznosilo 8:57 minuta. Simulacija je napravljena sa idućim parametrima: broj sjedala u zrakoplovu iznosi 150 i svako sjedalo je popunjeno, te je svaki putnik sa sobom imao ručnu prtljagu [6]. Simulacija nije napravljena u programskom jeziku NetLogo, niti pod istim parametrima i radi toga dolazi do odstupanja kod vremena ukrcaja strategije po sekciji.

Mnogi zračni prijevoznici koriste strategije ukrcaja na nazad prema naprijed, uglavnom zato što se čini logičnim da se prvo napuni stražnji dio zrakoplova. Međutim uspoređujući vremena trajanja ukrcaja putnika u zrakoplov kada se koristi strategija po sekciji i strategija letećeg tepiha može se vidjeti da je kod strategije po sekciji vrijeme ukrcaja znatno dulje jer dolazi do zastoja i gužve. To se dogodi iz razloga jer u jedan red treba sjesti šest putnika, koji su jedan relativno blizu drugome. Primjerice ako je šest putnika koji sjede u redu broj 30 jedan iza drugoga u prolazu, oni će zauzeti red broj 30 i još pet redova ispred sprječavajući putnicima koji sjede u tim redovima da dođu do svojih redova. Dok kod strategije letećeg tepiha u zrakoplov uđe otprilike onoliko ljudi koliko je i redova sjedala, te se stvori takva situacija da svaki putnik može nesmetano doći do svoga reda i sjesti na svoje sjedalo. Kod situacije da se drugi putnik mora ustati da ovaj može proći do svoga sjedala, neće se stvoriti zastoj, jer putnici koji su ušli u zrakoplov nakon tog putnika imaju dodijeljeno sjedalo između njega i ulaznih vrata zrakoplova, te nemaju razloga ići dalje nego što je išao putnik prije njih.

Prema nekim istraživanjima izračunato je da svaka minuta prihvata i otpremne zrakoplova stvara trošak od čak 40 \$. Strategija letećeg tepiha može skratiti vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova i čak do deset minuta, iz čega slijedi da bi se uštedio iznos od 400 \$ po jednome letu. S prosječno šest letova po zrakoplovu dnevno, to je ušteda od 2 400 \$ dnevno.

Pod pretpostavkom da zrakoplovi rade 300 dana u godini, ušteda po zrakoplovu iznosi 720 000 \$ godišnje. Konačno, za zračnog prijevoznika srednje veličine s flotom od 100 zrakoplova ukupna ušteda koju bi mogla biti ostvarena korištenjem strategije letećeg tepiha iznosila bi nevjerojatnih 72 milijuna dolara godišnje [13] [16]. Čak i uz pretpostavku manjeg troška po jednoj minuti prihvata i otpreme, to je i dalje impresivna računica za potencijalnu uštedu.

6. Zaključak

Proces ukrcaja putnika u zrakoplov značajan je segment u cjelokupnom procesu prihvata i otpreme zrakoplova jer se nalazi na kritičnom putu, te samim time direktno utječe na ukupno trajanje procesa prihvata i otpreme zrakoplova.

Dulje vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova rezultira većim troškovima. Zračnim prijevoznicima je u cilju smanjiti troškove, a jedan od efikasnijih način za to je pravilno planiranje procesa ukrcaja, odnosno odabir ispravne strategije ukrcaja putnika u zrakoplov. Odabirom ispravne strategije skraćuje se vrijeme trajanja procesa ukrcaja, samim time se smanjuju i troškovi. Zračnim prijevoznicima je također u cilju povećati zadovoljstvo putnika koje se mijenja ovisno o odabranoj strategiji.

Strategije ukrcaja putnika u zrakoplov razlikuju se međusobno i svaka od njih ima određene prednosti ali i nedostatke. Samim time danas postoji više različitih strategija ukrcaja, bile one dio slučajnog ukrcaja, ukrcaja po grupama ili pak redosljednog ukrcaja.

Podaci o prosječnom vremenu trajanja ukrcaja ukazuju koliko se to vrijeme može razlikovati od strategije do strategije. Primjerice u analizi gdje je simulacija rađena na primjeru zrakoplova Airbus A318 sa konfiguracijom od 132 sjedala, kod scenarija da svaki putnik sa sobom ima ručnu prtljagu, najbrža se pokazala strategija ukrcaja po redu sa prosječnih 20:53 minuta, a najsporija je Wilma strategija sa prosječnim vremenom ukrcaja 25:50 minuta. Uzimajući u obzir da je jedna minuta kod prihvata i otpreme zrakoplova generira trošak od 30 do 40 američkih dolara potencijalna razlika od pet minuta znači veliku uštedu kod prihvata i otpreme zrakoplova, jer uz pet minuta uštede na svakom zrakoplovu, u razdoblju od jedne godine zračni prijevoznik može uštedjeti čak i do par milijuna američkih dolara.

Unatoč kratkom vremenu ukrcaja putnika u zrakoplov, zračni prijevoznici određene strategije ne preferiraju, odnosno tek mali dio prijevoznika koristi takve strategije. Naime, riječ je o strategijama po grupama, izuzev strategiji po sekciji, te o redosljednom ukrcaju. Takve strategije prijevoznici najčešće ne koriste, jer se smanjuje zadovoljstvo putnika. Odnosno, oni putnici koji putuju u paru ili u grupama neće imati istu grupu za ukrcaj, te će prilikom ukrcaja biti razdvojeni. Osim tog problema, redosljedni ukrcaj (Steffen metoda), strategije po redu, po pola reda i strategija obrnute piramide se u praksi ne koriste zbog njihove relativno komplicirane izvedbe, radi velikom broja grupa ti ukrcaju. Rješenje

problema razdvajanja putnika koji putuju zajedno neki zračni prijevoznici su riješili tako što se takvi putnici ukrcaju prvi u zrakoplov, međutim takvo rješenje najčešće produži vrijeme ukrcaja.

Drugi su studiji pak napravili simulaciju gdje je analizirana strategija letećeg tepiha, te je pokazala iznenađujuće dobre rezultate. Oni tvrde da je vrijeme prihvata i otpreme zrakoplova moguće skratiti za barem još pet, a u nekim slučajevima i deset minuta. S tako velikim skraćanjem vremena i tako jednostavnim rješenjem, strategija letećeg tepiha bi ubrzo mogla postati svakodnevica na zračnim lukama. Međutim kao i kod prethodnih strategija, strategija letećeg tepiha također nije riješila problem razdvajanja putnika koji putuju u grupama, ali je uspjela riješiti problem kod razdvajanja parova.

Literatura

- [1] Ozmec-Ban M. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnologija prihvata i otpreme putnika i prtljage. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2020.
- [2] Bračić M. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnologija prihvata i otpreme zrakoplova. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2020.
- [3] Marelli S, Mattocks G, Merry R. The role of computer simulation in reducing airplane turn time. Boeing Aero Magazine, p. Issue 1, 1998. Preuzeto sa: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_01/textonly/t01txt.html [Pristupljeno: rujan 2020.]
- [4] Pegasus. Preuzeto sa: <https://www.flypgs.com/en/travel-glossary/boarding>. [Pristupljeno: rujan 2020].
- [5] Depositphotos. Preuzeto sa: <https://depositphotos.com/222759302/stock-illustration-green-airline-boarding-pass-ticket.html>. [Pristupljeno: rujan 2020].
- [6] Budesca GC, Juan AA, Fonseca PC. Optimization of Aircraft Boarding Processes Considering Passengers' Grouping Characteristics. Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. 2014: 1977-1988.
- [7] Kisiel T. Resilience of passenger boarding strategies to priority fares offered by airlines. Journal of Air Transport Management. 2020;87
- [8] Steiner A, Philipp M. Speeding up airplane boarding process by using pre-boarding areas. Swiss Transport Research Conference, Switzerland, Ascona, 2009.
- [9] Ozmec-Ban M, Škurla Babić R, Modić A. Airplane Boarding Strategies for Reducing Turnaround Time. 18th International Conference on Transport Science, Koper, 2018: 1-7
- [10] Ferrari P, Nagel K. Robustness of Efficient Passenger Boarding Strategies for Airplanes. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2005: 44-54.

- [11] Multi-Agent Based Simulation for Boarding. Preuzeto sa: http://www.wis.win.tue.nl/~bnaic/2009/papers/bnaic2009_paper_38.pdf. [Pristupljeno: rujan 2020].
- [12] Delcea C, Cotfas LA, Paun R. Agent-Based Evaluation of the Airplane Boarding Strategies' Efficiency and Sustainability. Economic and Business Aspects of Sustainability. 2018;10(6).
- [13] The Flying Carpet. Preuzeto sa: <http://the-flying-carpet.com/>. [Pristupljeno: kolovoz 2020].
- [14] Every Airline Has a Different Boarding Process — Here's What You Need to Know. Preuzeto sa: <https://www.travelandleisure.com/airlines-airports/airline-boarding-groups>. [Pristupljeno: rujan 2020].
- [15] Southwest. Preuzeto sa: https://www.southwest.com/html/generated/help/faqs/boarding_the_plane_faq.html [Pristupljeno: kolovoz 2020].
- [16] Flying Carpet: Embarque rápido para aerolíneas. Preuzeto sa: <https://aviaciondigital.com/flying-carpet-embarque-rapido-aerolineas/> [Pristupljeno: rujan 2020].

Popis slika

Slika 1. Dijagram toka aktivnosti prihvata i otpreme zrakoplova na stajanci	2
Slika 2. Primjer ukrcajne propusnice.....	5
Slika 3. Primjeri interferencija u prolazu (lijevo) i na sjedištu (desno), [6]	7
Slika 4. Prikaz plana slučajnog ukrcaja	12
Slika 5. Prikaz plana strategije po sekciji	15
Slika 6. Prikaz plana strategije po pola sekcije	15
Slika 7. Prikaz plana strategije po redu	16
Slika 8. Prikaz plana strategije po pola reda	16
Slika 10. Prikaz plana modificirane optimalne strategije	19
Slika 11. Prikaz plana Wilma strategije.....	20
Slika 12. Prikaz plana strategije obrnute piramide.....	21
Slika 13. Prikaz plana Steffen metode.....	22

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz strategija ukrcaja na primjeru zračnih prijevoznika	26
Tablica 2. Prosječno vrijeme ukrcaja putnika u zrakoplov po strategijama ukrcaja	27



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **USPOREDBA STRATEGIJA UKRCAJA PUTNIKA U ZRAKOPLOV**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 9/9/2020 _____

Student/ica:

Marko Kiselčić
(potpis)