

Analiza korektivnih mjera u procesu upravljanja kapacitetima zrakoplova

Rajnović, Antun

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:005080>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Antun Rajnović

ANALIZA KOREKTIVNIH MJERA U PROCESU
UPRAVLJANJA KAPACITETIMA ZRAKOPLOVA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA KOREKTIVNIH MJERA U PROCESU
UPRAVLJANJA KAPACITETIMA ZRAKOPLOVA**

**ANALYSIS OF REVENUE MANAGEMENT
ANALYSTS CORRECTIVE MEASURES**

Mentor: doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Student: Antun Rajnović, univ. bacc. ing. traff.

JMBAG: 0135233105

Zagreb, rujan 2018.

Zagreb, 5. travnja 2018.

Zavod: Zavod za zračni promet
Predmet: Planiranje zračnog prijevoza

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4864

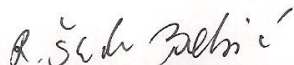
Pristupnik: **Antun Rajnović (0135233105)**
Studij: Promet
Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Analiza korektivnih mjera u procesu upravljanja kapacitetima zrakoplova**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada potrebno je opisati predmet istraživanja, objasniti svrhu i cilj istraživanja te dati kratak pregled strukture završnog rada. Opisati ulogu i značenje sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova te njegove osnovne elemente, posebno matematičke modele izračuna rezervacijskih limita po pojedinim klasama prijevoza. Na temelju nekoliko analiziranih letova odabranog zračnog prijevoznika prikazati karakteristike punjenja zrakoplova (punjenje zrakoplova u sezoni i izvan sezone) te interventne aktivnosti analitičara u revenue management programima u slučajevima kada popunjavanje kapaciteta odstupa od predviđenoga. Komentirati dobivene rezultate i izvesti zaključak.

Mentor:



doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

ANALIZA KOREKTIVNIH MJERA U PROCESU UPRAVLJANJA KAPACITETIMA ZRAKOPLOVA

SAŽETAK

Povećanje ukupnog prihoda na letu zračni prijevoznici postižu upravljajući prihodima kroz proces upravljanja kapacitetima zrakoplova. Upravljanje kapacitetima nekada se obavljalo manualno, no razvojem tehnologije upravljanje kapacitetima preuzimaju sofisticirani računalni programi koji su gotovo u potpunosti automatizirali cijeli proces. Cjelokupni sustav upravljanja kapacitetima sastoji se od pet jednako važnih elementa: predviđanja potražnje, kontrole raspoloživih sjedala, planiranja prekapacitiranosti, očuvanja integriteta prihoda i određivanja cijena. Zadatak upravljanja kapacitetima je alocirati sjedala po klasama prijevoza. Računalni programi rade alokaciju kapaciteta na temelju povijesnih podataka o popunjenosti zrakoplova na liniji, a za izračun zaštitnih limita po klasama prijevoza koriste određene matematičke modele. Računalni programi upravljanja kapacitetima zrakoplova prate kretanje popunjavanja kapaciteta zrakoplova, te u slučaju neuobičajenih situacija punjenja kapaciteta obavještavaju analitičara upravljanja kapacitetima o nepravilnostima. Analitičari upravljanja kapacitetima u tim situacijama poduzimaju određene korektivne mjere kako bi maksimizirali prihode na letu.

KLJUČNE RIJEČI: upravljanje kapacitetima zrakoplova; revenue management programi; revenue management analitičar; korektivne mjere

SUMMARY

Airlines are trying to increase their total revenue through the aircraft capacity management process. Capacity management used to be handled manually but because of the technology development sophisticated computer programs have taken over capacity management and almost completely automated the entire process. Capacity management system consists of five equally important elements: demand forecast, seat occupancy control, overbooking planning, revenue integrity and pricing. The task of capacity management is to allocate seats by class of transport. Computer programs utilize capacity allocation based on the historical data of cabin load factor and for the calculation of protection limits certain mathematical model are used. Revenue management computer programs monitor the movement of the booking on flights, and in case of unusual situation with booking of certain flights the program reports irregularities to the revenue management analyst. Revenue management analyst then takes certain corrective measures to maximize the revenue on the flight.

KEY WORDS: revenue management; revenue management computer programs; revenue management analyst; corrective measures

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Razvoj procesa upravljanja prihodom	3
2.1. Problematika upravljanja kapacitetima zrakoplova.....	5
2.2. Faze razvoja sustava upravljanja prihodima	6
2.3. Sustav upravljanja ukupnim prihodom u Croatia Airlinesu	8
3. Proces i elementi sustava upravljanja kapacitetima zrakoplova.....	10
3.1. Predviđanje potražnje	12
3.2. Kontrola raspoloživih sjedala	14
3.2. Planiranje prekapacitiranosti	15
3.3.1. Probabilistički model prekapacitiranosti zrakoplova.....	16
3.3.2. Model prekapacitiranosti zrakoplova temeljen na uravnoteženju troškova.....	17
3.4. Sustav za očuvanje integriteta prihoda	18
3.5. Određivanje cijena	19
3.5.1. Elementi cjenovne politike kod tradicionalnih zračnih prijevoznika.....	20
3.5.2. Cjenovna politika niskotarifnih prijevoznika.....	25
4. Matematički modeli izračuna rezervacijskih limita po pojedinim klasama prijevoza	26
4.1. Rezervacijski limit	26
4.2. Zaštitni limiti	28
4.3. Temeljni pojmovi iz vjerojatnosti i statistike povezani sa modelima upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova	29
4.4. EMSR modeli	30
4.4.1. EMSR-a model.....	32
4.4.2. EMSR-b model	33
5. Analiza faktora popunjenosti putničke kabine i praćenje popunjavanja kapaciteta zrakoplova	34
5.1. Kretanje faktora popunjenosti putničke kabine na analiziranim letovima Croatia Airlinesa.....	35
5.2. Analiza kretanja punjenje zrakoplova	41
6. Interventne aktivnosti analitičara u neuobičajenim situacijama popunjavanja kapaciteta zrakoplova.....	47
7. Zaključak	52
Literatura	53
Popis slika.....	55
Popis tablica	56
Popis grafikona.....	57

1. Uvod

Upravljanje prihodom (engl. *Revenue Management*) razvijeno je u svrhu povećanja prihoda. Primjenjivo je u mnogim djelatnostima, ali najveću primjenu doživljava u putničkom zračnom prometu. Iako pojam „upravljanje prihodom“ sugerira da se doslovno radi o upravljanju i raspodijeli novčanih sredstava, to nije tako. Upravljanje prihodom podrazumijeva prikupljanje i analiziranje povijesnih podataka o popunjenosti zrakoplova na određenoj ruti i istraživanje navika putnika te njihove osjetljivosti na promjene cijena zrakoplovnih karata kako bi se precizno predvidjela potražnja za određeni let i na temelju te procjene odredili rezervacijski limiti za pojedine klase prijevoza kojima se u konačnici nastoje maksimizirati prihodi po letu. Dakle u zračnom prometu upravljanje prihodom se manifestira kroz proces upravljanja kapacitetima zrakoplova.

U ovom diplomskom radu opisana je osnovna uloga i značenje sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova te njegovi osnovni elementi. Navedeni su i opisani matematički modeli izračuna rezervacijskih limita po pojedinim klasama prijevoza. Prikazane su karakteristike punjenja zrakoplova na temelju nekoliko analiziranih letova, te su opisane interventne aktivnosti analitičara u *revenue management* programima u slučajevima kada popunjavanje kapaciteta odstupa značajno od predviđenog.

Rad je podijeljen u sedam tematskih cjelina:

1. Uvod
2. Razvoj procesa upravljanja prihodom
3. Proces i elementi sustava upravljanja kapacitetima zrakoplova
4. Matematički modeli izračuna rezervacijskih limita po pojedinim klasama prijevoza
5. Analiza faktora popunjenosti putničke kabine i praćenje popunjavanja kapaciteta zrakoplova
6. Interventne aktivnosti analitičara u neuobičajenim situacijama popunjavanja kapaciteta zrakoplova
7. Zaključak.

Nakon uvoda u diplomski rad slijedi drugo poglavlje u kojem je objašnjena važnost upravljanja prihodom (engl. *revenue management*), odnosno sustava upravljanja kapacitetima zrakoplova. Pojašnjen je povijesni razvoj *revenue managementa* te su definirane osnovne faze razvoja sustava upravljanja prihodom.

U trećem poglavlju je objašnjen proces upravljanja kapacitetima zrakoplova, kao i pojedini elementi cjelokupnog procesa kao što su predviđanje potražnje, kontrola raspoloživih sjedala, planiranje prekapacitiranosti, očuvanje integriteta prihoda i određivanje cijena.

Četvrto poglavlje objašnjava matematičke modele izračuna rezervacijskih i zaštitnih limita, te pojašnjava temeljne pojmove iz vjerojatnosti i statistike važne za razumijevanje i upravljanje kapacitetima zrakoplova.

U petom poglavlju su napravljene analize popunjavanja zrakoplova na tri linije na temelju statističkih podataka Croatia Airlinesa. Prikazana je sezonalnost prisutna na hrvatskom tržištu. Također, grafički je prikazano kretanje rezervacija na letu za vrijeme sezone i izvan sezone.

U šestom poglavlju su objašnjene i grafički prikazane dvije situacije neuobičajenog punjenja zrakoplova te su objašnjene moguće korektivne mjere *revenue management* analitičara u navedenim situacijama.

Za kraj je dan kratak zaključak provedenog istraživanja.

Svrha diplomskog rada je objasniti važnost i način na koji upravljanje kapacitetom zrakoplova može doprinijeti povećanju prihoda, te prikazati različite karakteristike punjenja kapaciteta zrakoplova za vrijeme i izvan sezone.

Cilj istraživanja je na temelju analiziranih letova prikazati interventne aktivnosti analitičara u *revenue management* programima, kojima se nastoji maksimizirati prihod po letu.

2. Razvoj procesa upravljanja prihodom

Okruženje u kojem djeluju zračni prijevoznici vrlo je konkurentno i dinamično. Temeljni cilj zračnih prijevoznika je u takvom okruženju i u tržišno reguliranim uvjetima ostvariti profit, što podrazumijeva postizanje što većih prihoda uz što niže troškove [1].

Jedan od osnovnih pokazatelja uspješnosti zračnog prijevoznika je operativni rezultat. Operativni rezultat se može jednostavno definirati kao razlika između ukupnih operativnih prihoda i ukupnih operativnih rashoda (prije podmirenja poreza) koje je određeni zračni prijevoznik realizirao u određenom razdoblju. Veća pozitivna razlika između ukupnih prihoda i ukupnih rashoda znači veću ukupnu dobit. Povećanje ukupne dobiti moguće je realizirati na tri načina:

- povećanjem ukupnih prihoda, uz zadržavanje iste razine ukupnih troškova
- smanjenjem ukupnih troškova, uz zadržavanje iste razine ukupnih prihoda
- smanjenjem ukupnih troškova i povećanjem ukupnih prihoda [2].

Ovisno o strategijama razvoja, politici vođenja poslovanja i drugim vanjskim čimbenicima, zračni prijevoznici će težiti prema jednom od tri načina generiranja veće ukupne dobiti.

Aktivnosti smanjenja troškova zrakoplovne kompanije uključuju:

- planiranje mreže linije (engl. *Network Planning*)
- mrežni kontroling
- planiranje ruta (engl. *Route Planning*)
- dinamički red letenja [3].

Minimalne aktivnosti koje zrakoplovne kompanije obavljaju u cilju povećanja prihoda uključuju:

- planiranje mreže linija (engl. *Network Planning*)
- planiranje ruta (engl. *Route Planning*)
- specijalne prorate (engl. *Special Prorate Agreements*)
- upravljanje prihodima (engl. *Revenue Management*) [3].

Upravljanje prihodima predstavlja sinergijski pokušaj optimizacije mrežnih rezultata, pri čemu se ne inzistira na maksimalnom faktoru popunjenosti putničke kabine, niti na maksimalnom prihodu po putniku (sjedalu), već na maksimalnom prihodu po letu, odnosno cjelokupnoj rutnoj mreži opsluživanja [3]. Upravljanje prihodima predstavlja tehniku optimiziranja prihoda zračnog prijevoznika prodajom prave količine proizvoda (sjedala u zrakoplovu) u pravo vrijeme za pravu cijenu i pravom kupcu [4].

Maksimiziranje prihoda po letu zračni prijevoznici ostvaruju:

- diferencijalnom strukturom tarifa
- upravljanjem ukupnim prihodom na letu [5].

Diferencijalna struktura tarifa podrazumijeva prodaju sjedala u zrakoplovu po različitim cijenama. To znači da se unutar osnovnih klasa prijevoza koje prijevoznici nude (najčešće su to poslovna i ekonomska klasa) nalazi još nekoliko tarifnih razreda. Na taj način se osigurava različita struktura cijena zrakoplovnih karata za različite kategorije putnika [5].

Upravljanjem ukupnim prihodom na letu zračni prijevoznici kontroliraju odnosno upravljaju kapacitetima zrakoplova nastojeći ostvariti što viši prihod na letu. Upravljanje prihodima određuje količinu svakog proizvoda koji će se ponuditi na prodaju odnosno određuje koliko ukupno sjedala prodati i kako doseći najbolju kombinaciju rezervacija i tako ostvariti maksimalni prihod. Ukratko se može reći da je zadatak upravljanja prihodima zapravo upravljanje kapacitetima zrakoplova u svrhu maksimiziranja prihoda na letu [1].

Raznolika i dobro postavljena struktura tarifa u kombinaciji s kvalitetnim upravljanjem kapacitetima zrakoplova može doprinijeti značajnom povećanju prihoda po letu zrakoplovnog prijevoznika.

Za proces upravljanja prihodima često se koriste i nazivi poput upravljanje prinosom (engl. *Yield Management*) i upravljanje kapacitetima (engl. *Capacity Management*). Pojam *yield managementa* se u avijaciji često koristi umjesto pojma *revenue management* što može stvoriti određenu zabunu jer prihod (engl. *revenue*) i prinos (engl. *yield*) nisu istoznačnice. Putnički prinos (engl. *passenger yield*) po pojedinom letu se definira kao prosječan prihod ostvaren prijevozom putnika po ostvarenom putničkom kilometru. Maksimiziranje prinosa, bez usporedno postavljenog cilja maksimiziranja punjenja putničke kabine, ne mora nužno rezultirati povećanjem profitabilnosti prijevoznika. Prinos kao jedan od pokazatelja učinkovitosti zračnih prijevoznika tek zajedno s ostalim prometnim i ekonomskim pokazateljima poslovanja daje jasnu sliku o učinkovitosti zračnog prijevoznika. S obzirom da je krajnji cilj zračnih prijevoznika maksimiziranje ukupnog prihoda, a ne maksimiziranje prinosa na letu, točnije je koristiti termin upravljanje ukupnim prihodom na letu odnosno *revenue management* [6].

Upravljanje prihodima primjenjivo je u mnogim djelatnostima, a najširu primjenu ima u zračnom prometu i hotelijerstvu. Osnovne karakteristike industrija u kojima je upravljanje prihodima primjenjivo su:

- „pokvarljivost“ proizvoda (ili usluge) što znači da višak zaliha ne može biti pohranjen (višak zaliha u zračnom prijevozu predstavlja višak kapacitet odnosno neprodana mjesta u zrakoplovu)
- stohastička i neizvjesna potražnja
- ograničeni kapaciteti
- mogućnost segmentacije tržišta

- visoki fiksni troškovi ponuđenog proizvoda (usluge), a relativno niski marginalni trošak [7].

2.1. Problematika upravljanja kapacitetima zrakoplova

Problem upravljanja kapacitetima može se jednostavno opisati: prodaja sjedala za određeni let počinje godinu dana unaprijed i postoji više segmenata putnika koji su spremni platiti različitu cijenu karte za isti let. Prijevoznik može svaki zahtjev za sjedalom prihvatiti ili odbiti, ovisno o količini već rezerviranih sjedala i još uvijek raspoloživih sjedala te ovisno o tome koliko je vremena preostalo do vremena polijetanja zrakoplova i kolika je predviđena potražnja za svakim cjenovnim razredom na letu. Pritom se zračni prijevoznik susreće sa mogućim rizicima:

- rizik praznih sjedala
- rizik punjenja zrakoplova po niskim tarifama
- rizik odbijanja putnika [6].

Ako zrakoplovna kompanija odbije određen broj zahtjeva za nižim tarifama čekajući da se pojave visokoplatežni putnici, susreće se rizikom praznih sjedala, odnosno riskira mogućnost da neka sjedala u zrakoplovu ostanu nepopunjena [6].

Prihvatajući sve zahtjeve za nižim tarifama, kompanija se suočava s rizikom punjenja kapaciteta zrakoplova po niskim tarifama, odnosno situacijom u kojoj bi mogla izgubiti dio prihoda jer zbog preranog punjenja zrakoplova neće imati dovoljno kapaciteta za visokoplatežne putnike [6].

U slučaju da su sva mjesta u zrakoplovu popunjena, a pojave se dodatni zahtjevi za sjedalima, potvrđujući dodatne zahtjeve kompanija riskira da se na odletu pojavi više putnika nego što ima mjesta u zrakoplovu. U tom slučaju zračni prijevoznik će morati odbiti određen broj putnika s važećom rezervacijom [6].

Cilj zračnih prijevoznika je prodati što više karata po najvećim cijenama. Ukoliko karta za određeni let nije prodana, mogućnost prodaje je nepovratno izgubljena, a potencijalno mogući prihod je nenadoknadiv. Iz tog razloga potrebno je pronaći odgovarajuće tarifne modele koji će privući potencijalne putnike da se odluče za let. Jeftinije zrakoplovne karte dostupne su nekoliko mjeseci ili nekoliko tjedana prije leta. Približavanjem dana leta povećava se cijena zrakoplovnih karata, a neposredno prije samog polijetanja putnicima su na raspolaganju samo skuplje karte. Korisnici koji se na putovanje odlučuju vremenski bliže samom letu najčešće su poslovni putnici koji imaju neodgodivu obavezu. Takvi putnici predstavljaju gotovo sigurnog kupca kojem se naplaćuje cijena karte bez popusta [8].

Kako bi održali svoje letove punima mnogi zračni prijevoznici su proveli takozvane korporativne zaštitne mjere koje povećavaju šanse ili čak jamče održavanje letova punim na određenim relacijama i osiguravaju određeni prihod. Korporativne zaštitne mjere

podrazumijevaju sporazume između zračnih prijevoznika i drugih tvrtki s čestim poslovanjem u dva (ili više) grada. Sporazumom zračni prijevoznik osigurava određen broj mjesta na dogovorenom relaciji po sniženoj cijeni, a korporacije se obvezuju kupiti osigurana mjesta, čak i ako ih neće koristiti [9].

2.2. Faze razvoja sustava upravljanja prihodima

Razvoj *revenue managementa* započinje nakon deregulacije zrakoplovnog tržišta krajem 70-ih godina. Deregulacijom tržišta zračni prijevoznici su slobodno i samostalno određivali cijene zrakoplovnih karata, što je dovelo do pada cijena karata. Prije deregulacije cijene karata su uglavnom određivale države, preko vladinih agencija. Najčešće su se cijene karata određivale na temelju udaljenosti između gradova (zračnih luka). Na taj način su se osigurale jednake cijene za jednake udaljenosti međutim ovakav način određivanja cijene zrakoplovnih karata je imao nekoliko velikih mana sa stajališta zračnog prijevoznika. Naime putnik koji leti direktnom linijom od točke A do točke B, plaća jednaku cijenu karte kao putnik koji će biti prevezen na istu udaljenost, ali sa jednim ili više međuslijetanja sa manjim zrakoplovom. Troškovi zrakoplovnog prijevoznika u slučaju prijevoza manjim zrakoplovom sa nekoliko međuslijetanja su veći nego u slučaju direktnog leta, a samim time je dobit prijevoznika manja u tom slučaju [10].

Deregulacijom zračnog prometa prijevoznici su počeli sami određivati cijene karata, ali ne više samo na temelju udaljenosti između polazišta i odredišta nego i na temelju potražnje za određenim letom, kvalitete pružanja usluga, konkurencije i slično. To je dovelo do pada cijena zrakoplovnih karata te jačanja konkurencije na tržištu zračnog prometa. Predstavljene su tarife s popustima namijenjene segmentu turističkih i privatnih putovanja koje su sadržavale određena ograničenja, što je dovelo do povećanja potražnje, ali i do djelomičnog smanjenja ukupnih prihoda jer je dio putnika, koji bi inače bio spreman platiti punu cijenu karte, sada kupovao karte s popustom. Prijevoznici su, kako bi ojačali svoje pozicije na tržištu, sve veću pažnju pridavali istraživanju tržišta, praćenju konkurenata, povećanju kvalitete usluga, planiranju ruta i slično. Zračni prijevoznici su počeli sve više investirati sredstva u poslovne aktivnosti koje su trebale odgovoriti na pitanja:

- kako promišljeno sniziti cijene u svrhu povećanja tržišnog udjela
- kako otkriti skrivenu potražnju koja dopušta oportunističku cjenovnu politiku
- kako razumjeti relacije između važnosti koju putnici pridaju cijeni i ostalim atributima usluge
- kako identificirati „izgubljeni“ potencijalni prihod [6] [10].

Načini i taktike povećanja ukupnih prihoda upravljanjem kapacitetima zrakoplova razvili su novu poslovnu disciplinu nazvanu *Upravljanje ukupnim prihodom*. Sustavi upravljanja kapacitetima zrakoplova su s godinama evoluirali i postajali sofisticiraniji, a upravo ih s obzirom na razinu sofisticiranosti možemo podijeliti u pet osnovnih generacija:

1. „Prva generacija“ sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova je razvijena u ranim osamdesetim godinama prošlog stoljeća. Prvi sustavi su imali mogućnost nadziranja rezervacijskog procesa i identificiranja letova s velikim brojem nepopunjenih sjedala na temelju čega su zračni prijevoznici poduzimali razne aktivnosti kako bi stimulirali potražnju.
2. „Druga generacija“ sustava može unaprijed identificirati letove s visokom potražnjom za koje postoji mogućnost preranog popunjavanja kapaciteta po nižim tarifama, te su generira preporuke za zaštitu određenog broja sjedala za visokoplatežne putnike.
3. „Treća generacija“ sustava koristi eksplicitne matematičke modele za prognoziranje potražnje i optimizacije alokacije sjedala za svaku klasu prijevoza na svakom segmentu budućeg leta.
4. „Četvrta generacija“ se počela razvijati početkom devedesetih godina prošlog stoljeća, te može upravljati raspoloživim sjedalima na razini mreže letova.
5. „Peta generacija“ uvažava trend pojednostavljene tarifne strukture i temelji se na procjeni putnikove spremnosti na plaćanje i vjerojatnosti vertikalnog pomaka [6].

Ubrzanim razvojem tehnologije i korištenjem sofisticirane tehnologije, sustavi *revenue managementa* iz generacije u generaciju postižu sve bolje rezultate u optimiziranju kapaciteta zrakoplova i generiraju veće prihode.

American Airlines je prva zrakoplovna kompanija koja je započela sa upotrebom *on-line* rezervacijskog sistema SABRE. SABRE (*Semi-Automated Business Research Environment*) je razvijen 1960-ih radi centralizacije i kontrole rezervacijskih aktivnosti, a sadržavao je podatke o rezervacijama na letovima u proteklih deset godina. Kasnije je, pomoću SABRE-a, bilo moguće pratiti ukupan broj rezervacija na različitim letovima kao i broj rezervacija na letu po klasama prijevoza. To je omogućavalo usporedbu stvarne i predviđene potražnje na letovima te formiranje i korekciju cijena zrakoplovnih karata po klasama prijevoza, sve u cilju maksimiziranja prihoda na letu. Bio je to početak *revenue managementa* [10].

Takav poslovni pristup se pojavio kao reakcija na nove tržišne okolnosti izazvane pojavom deregulacije i liberalizacije zračnog prometa u svijetu i u Europi. *Revenue Management* se pokazao kao moćan poslovni komercijalni alat i odgovor na nove okolnosti na zrakoplovnom tržištu [3].

Proces *revenue managementa* je postupnim razvijanjem postao gotovo u potpunosti automatiziran. Implementacijom alata DINAMO (Dynamic Inventory and Maintenance Optimizer) *American Airlines* je, prema procjenama, sveo *overbooking* na samo 3%, a istovremeno su analitičari upravljanja prinosom povećali prinos za 30%. DINAMO je, kao pomoćni alat, preuzeo posao identificiranja problema u upravljanju kapacitetima zrakoplova i omogućio analitičarima da se fokusiraju na rješavanje problema i povećanje prihoda i prinosa [10].

Revenue management sustavi i programi danas su neizostavni alat u pokušaju optimiziranja kapaciteta zrakoplova i predviđanja potražnje na određenim rutama. Zrakoplovne kompanije kupuju gotove *revenue management* softverske pakete ili razvijaju vlastite programe.

Neki od najpoznatijih proizvođača *revenue management* programa u zračnom prometu su:

- PROS
- SITA
- SABRE
- Amadeus
- Lufthansa Rembrandt Revenue Management.

Svaki od proizvođača *revenue management* programa garantira, pod uvjetom pravilne uporabe programa, povećanje prihoda za 2-6%. Iako se taj postotak možda čini malim, kod zrakoplovnih kompanija koje generiraju milijune dolara prihoda (pa čak i milijarde), taj postotak nije zanemariv. Koliku će korist zračni prijevoznici imati od *revenue management* programa zapravo ovisi o samim prijevoznicima i osposobljenosti njihovih *revenue management* analitičara. Nakon što *revenue management* program (RM¹ program) detektira neuobičajenosti u punjenju kapaciteta zrakoplova, RM analitičar mora prepoznati situaciju i reagirati u skladu sa situacijom, u cilju maksimiziranja prihoda na letu [3] [11].

RM programi, iako imaju istu ulogu, razlikuju se najčešće po algoritmima obrade podataka kojima predviđaju potražnju na određenim letovima i po eventualnim dodatnim funkcijama koje nude. Nije moguće utvrditi koji od navedenih poslužitelja RM programa ima najbolji i najpouzdaniji program. Kvaliteta i točnost programa ovisi o bazi podataka s kojom sustav raspolaže.

2.3. Sustav upravljanja ukupnim prihodom u Croatia Airlinesu

Croatia Airlines, hrvatski nacionalni zračni prijevoznik, tek je 2012. godine proveo projekt selekcije *revenue management* sustava. Proces upravljanja kapacitetima, odnosno selektivno odbijanje i prihvaćanje zahtjeva za sjedalima obavljao se, do tada, manualno u službi kontrole punjenja kapaciteta. Djelatnici službe kontrole punjenja kapaciteta svakodnevno su provjeravali punjenje na letovima te informacije o prodanim sjedalima razmjenjivali sa *code-share* i drugim partnerima, a cjelokupni proces upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova temeljio se na njihovom višegodišnjem iskustvu u poznavanju situacija na tržištu [6].

Croatia Airlines je 2012. godine odabrala *SABRE AirVision Revenue Management i Fare Management* sustave kao kvalitetno i moderno rješenje za učinkovito automatizirano upravljanje kapacitetima zrakoplova te tako unaprijedio funkciju upravljanja prihodom i ojačao

¹ RM – Revenue Management

konkurentsku poziciju Croatia Airlines-a na tržištu. Implementacijom navedenog sustava predviđeno je povećanje prihoda od 3,6% tijekom pet godina korištenja sustava [6].

Croatia Airlines i dalje koristi *SABRE AirVision Revenue Management* sustav za upravljanje kapacitetima zrakoplova, a trenutno se razmatra mogućnost implementacije poboljšanog sustava upravljanja kapacitetima zrakoplova novije generacije.

3. Proces i elementi sustava upravljanja kapacitetima zrakoplova

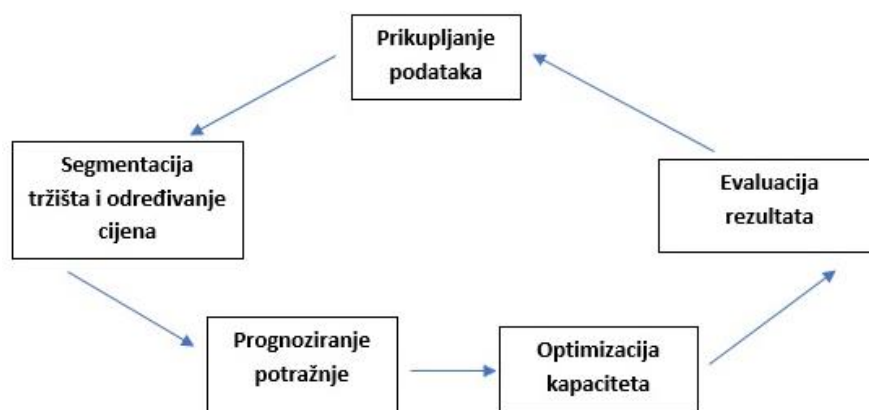
Zračni promet, kao i druge grane prometa, pripadaju grupi industrija koje su ograničene fiksnim kapacitetom svojih proizvoda ili usluga i ograničenim rokom trajanja proizvoda. Svako prazno sjedalo u trenutku polijetanja zrakoplova nije više upotrebljivo i predstavlja gubitak za zračnog prijevoznika. Problem s kojim se zračni prijevoznici svakodnevno suočavaju je kako raspodijeliti fiksni broj sjedala kako bi udovoljili zahtjevima potražnje, a istovremeno ostvarili najveći mogući prihod. Iz te potrebe je razvijen sustav upravljanja kapacitetima zrakoplova.

Prvotni *revenue management* sustavi bili su relativno jednostavni. Temelj su bili sustavi koji su sadržavali povijesne podatke i prikupljali aktualne podatke o punjenju zrakoplova na određenoj ruti, a analitičari su potom na temelju tih podataka matematičkim modelima (Littlewood-ovim matematičkim modelom) određivali koliko će se mjesta rezervirati za putnike poslovne klase, a koliko za putnike ekonomske klase, odnosno, u slučaju samo jedne klase prijevoza, koliko će sjedala biti ponuđeno putnicima uz tarifu s popustom [10].

Deregulacija je potaknula brojne promjene u poslovanju zračnih prijevoznika, a sve veća pažnja se pridavala povećanju ukupnih prihoda odnosno cjelokupnom procesu upravljanja prihodima. Prijevoznici su više pažnje pridavali istraživanju tržišta, na temelju istraživanja tržišta formirali su cijene, uvodili su veći broj klasa (odnosno tarifnih razreda), a i „*overbooking*“ na temelju povijesnih podataka popunjenosti zrakoplova je postajao sve češća praksa. Proces upravljanja kapacitetima zrakoplova nije se mogao više manualno izvršavati, pa su razvijeni sofisticirani računalni programi koji su automatizirali pojedine korake *revenue managementa* [10].

RM proces je prilično kompleksan proces koji zahtjeva velike količine različitih podataka kako bi u konačnici mogao dati zadovoljavajuće rezultate. Iako se radi o složenom procesu, može se pojednostavljeno gledati kroz pet različitih koraka (slika 1):

1. prikupljanje podataka
2. segmentacija tržišta i određivanje cijena
3. prognoziranje potražnje
4. optimizacija kapaciteta
5. evaluacija rezultata [8].



Slika 1. Proces upravljanja kapacitetima zrakoplova

Izvor: [8]

Važno je naglasiti da proces upravljanja приходima ne zahtijeva samo dobru računalnu i programsku podršku nego je potrebna suradnja i koordinacija više različitih službi. Osim službe upravljanja kapacitetima (engl. *Space Control*) čiji je zadatak upravljanje kapacitetima zrakoplova (kroz *revenue management* računalne programe), odnosno prihvaćanje i odbijanje rezervacija i nadgledanje punjenja zrakoplova, u *revenue management* proces su uključene i službe izrade reda letenja, služba prodaje, služba određivanja cijena, marketinška služba itd. Kvalitetnim radom navedenih službi, te njihovom koordinacijom i suradnjom, mogu se postići značajni rezultati u povećanju prihoda prijevoznika.

Velika većina prijevoznika danas koristi računalne programe za upravljanje kapacitetima zrakoplova. Takvi programi su gotovo u potpunosti automatizirali cjelokupni proces kontrole i upravljanja raspoloživim sjedalima i omogućili analitičarima da dnevno nadgledaju stotinjak letova sa različitim datumom polijetanja i sa po više od desetak tarifnih proizvoda. *RM software* ima mogućnost samostalno optimizirati kapacitet zrakoplova na određenom letu, ali isto tako dopušta intervenciju analitičara sustava za upravljanje kapacitetima. Kod letova kod kojih popunjavanje kapaciteta teče prema očekivanom (prognoza potražnje i popunjavanja kapaciteta se gotovo podudara sa stvarnom situacijom), intervencije *RM* analitičara zapravo nisu niti potrebne. Posebnu pažnju analitičara zahtijevaju kritični letovi u kritičnim razdobljima prije leta poput letova kod kojih stvarna potražnja premašuje (ili je drastično niža) od prognozirane potražnje, te druge situacije koje analitičari prepoznaju na temelju iskustva i poznavanja tržišta [6] [10].

Kvalitetno i uspješno upravljanje приходima zahtijeva čim preciznije procjene veličine i strukture potražnje za uslugama zračnog prometa, prilagođavanje cjenovne politike, optimalnu strukturu flote zrakoplova (s različitom ponudom kapaciteta) i *revenue management* analitičara čiji je posao pratiti popunjavanje kapaciteta zrakoplova na letovima i uz pomoć *RM* programa povećati prihode na letu. Posebnu pažnju *RM* analitičari pridaju neuobičajenim situacijama punjenja zrakoplova koje zahtijevaju poduzimanje određenih korektivnih mjera kako bi se ostvario maksimalni mogući prihod [1].

Sustav za upravljanje kapacitetima zrakoplova su u užem smislu sastoji od dva osnovna elementa:

- predviđanje potražnje
- kontrola raspoloživih sjedala [6].

Sustav za kontrolu raspoloživih sjedala, na temelju prognozirane potražnje na letu, raspoređuje sjedala zrakoplova u određene klase prijevoza. Na taj način nastoji optimizirati očekivani prihod na letu [6].

U širem smislu sustav za upravljanje kapacitetima zrakoplova se sastoji od slijedećih pet elemenata:

- predviđanje potražnje
- kontrola raspoloživih sjedala
- planiranje prekapacitiranosti
- modul za očuvanje integriteta prihoda
- određivanje cijena [6].

3.1. Predviđanje potražnje

Za cjelokupni uspjeh maksimiziranja prihoda prijevoznika bitne su kvalitetne i čim preciznije prognoze tržišta, odnosno prognoze cijena karata, prognoze troškova, prognoze prihoda i slično, ali poseban značaj u sustavu upravljanja kapacitetima zrakoplova imaju prognoze potražnje. Sustav za kontrolu raspoloživih sjedala alocira sjedala u određene klase prijevoza prema parametrima prognozirane potražnje, pri čemu je potrebno za svaki let predvidjeti potražnju za prijevozom po klasama prijevoza kao i varijabilnost potražnje [6] [8].

Odabir baze podataka za prognozu broj rezervacija usko je povezan sa točnošću prognoze. Baze podataka koje koriste sustavi za upravljanje raspoloživim sjedalima sastoje se od tri skupine podataka:

- podaci o potražnji za realizirane letove
- podaci o krivuljama rezervacija za realizirane letove
- aktualni broj rezervacija za letove koji će biti realizirani [6].

Modul za prognoziranje potražnje na svakom od budućih letova mora osigurati ulazne podatke za optimizacijski modul kontrole raspoloživih sjedala, obavljajući pritom slijedeće radnje:

- prikupljanje podataka iz prošlosti
- pročišćivanje i uređivanje podataka
- procjenu stvarne potražnje u slučaju zatvorenih klasa
- generiranje prognoze za buduće letove
- ocjenu točnosti prognoza [6].

RM sustav sakuplja i pohranjuje sve podatke važne za precizno prognoziranje potražnje i određivanje rezervacijskih limita, poput:

- broja rezervacija letu
- broja *no-show* putnika
- broja *go-show* putnika
- broja grupnih rezervacija
- CLF²
- drugo.

Prognoziranje potražnje temelji se na raspoloživim tj. cenzuriranim podacima. Broj mjesta koje zračni prijevoznik može prodavati na letu određen je rezervacijskim limitima u RM sustavu. Zračni prijevoznici prihvaćaju rezervacije u klasi prijevoza sve dok se ne dosegne rezervacijski limit te u tom trenutku prestaje prodaja mjesta u toj klasi i prestaje brojanje daljnjih zahtjeva koji su odbijeni. Korištenje cenzuriranih podataka za procjenu stvarne potražnje može rezultirati netočnom prognozom. Prihvaćene rezervacije postaju povijesni podaci za slijedeću prognozu, ali se odbijene rezervacije ne evidentiraju, pa je potrebno cenzurirane podatke nadograditi s procijenjenim brojem odbijenih zahtjeva. Nadograđeni podaci predstavljaju stvarnu povijesnu potražnju za letom, koja se zatim koristi za predviđanje potražnje [12].

Točnost prognoza ovisi o količini povijesnih podataka punjenja zrakoplova, kao i o njihovoj vjerodostojnosti. Premalo podataka može dovesti do nepouzdanе prognoze dok velika količina podataka može donijeti nepreciznost zbog zanemarivanja sezonskih utjecaja na potražnju. Dakle, u svakom slučaju prognoze potražnje nikad nisu 100% točne. Svaka kvalitetna prognoza potražnje bi trebala uračunati i mogućnost pogreške odnosno određena odstupanja od prvotne prognoze. U situacijama premale količine povijesnih podataka o određenom letu, modul za predviđanje potražnje će analizirati letove sličnih karakteristika ili će analizirati letove na određenom tržištu kako bi mogao što točnije prognozirati potražnju na zadanom letu (primjerice, ako ne postoji dovoljno povijesnih podataka za kvalitetnu prognozu potražnje za letu Zagreb – Frankfurt, sustav će analizirati letove na relaciji između Zagreba i njemačkog tržišta) [6] [13].

² Faktor popunjenosti putničke kabine (engl. *Cabin Load Factor* – CLF)

3.2. Kontrola raspoloživih sjedala

Optimizacijski modul za kontrolu raspoloživih sjedala je jezgra sustava za upravljanje kapacitetima. Ovaj modul odlučuje o prihvaćanju zahtjeva za sjedalom, a odluku donosi na temelju izlaznih vrijednosti modula za predviđanje potražnje [6].

Postoji mogućnost da će na zrakoplovu biti rezervirana sva sjedala, ali će unatoč tome poletjeti s nekoliko praznih mjesta zbog no *show putnika* koji su rezervirali svoje sjedalo, ali se nisu pojavili na odletu. Kako bi smanjili gubitke nastale zbog no *show putnika* zračni prijevoznici rade *overbooking* odnosno prodaju više karata nego što ima mjesta na zrakoplovu [4].

Modeli upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova temelje se na predviđanju potražnje po pojedinim klasama prijevoza. Zahtijevaju dobro poznavanje statističke teorije i njene primjene u obradi empirijskih podataka. Najveći problem upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova jest slučajni karakter potražnje. Zbog toga nije moguće sa stopostotnom sigurnošću odrediti broj zahtjeva na budućem letu, osobito broj zahtjeva po pojedinoj klasi prijevoza [6].

Modeli za kontrolu raspoloživih sjedala zrakoplova se, prema razini upravljanja, dijele na:

- modele za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini segmenta leta
- modele za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini mreže letova [6].

Modeli za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini segmenta leta optimiziraju svaki segment leta zasebno i u pravilu se koriste za direktne letove (sa jednim segmentom leta). Modeli za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini mreže letova simultano optimiziraju sve segmente svih letova na ukupnoj mreži letova na kojoj lete zrakoplovi jednog prijevoznika, s ciljem maksimiziranja ukupnog prihoda na mreži [6].

Modeli za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini segmenta leta koriste određene mehanizme kontrole raspoloživih sjedala, poput:

- rezervacijskog limita
- zaštitnog limita
- *Bid price* kontrole raspoloživih sjedala [6].

Mehanizmi rezervacijskog i zaštitnog limita temelje se na kapacitetu (detaljnije objašnjeni u četvrtom poglavlju), dok se *bid price* kontrola raspoloživih sjedala zasniva na prihodu. Ovakva vrsta kontrole postavlja krivulju najnižih prihvatljivih cijena koje ovise o varijablama kao što su preostali kapacitet ili vrijeme, a zahtjev se prihvaća ako prihod premašuje postavljenu cijenu. Prednost *bid price* metode je mogućnost selektivnog prihvaćanja zahtjeva u istoj klasi, odnosno prihvaćanja onih zahtjeva koji znače veći prihod [6].

Kontrola raspoloživih sjedala na razini mreže letova može biti implementirana na više načina koji odlikuju različite mogućnosti povećanja prihoda i drugačiji stupanj kompleksnosti i troškova. Mehanizmi kontrole raspoloživih sjedala na razini mreže letova su:

- pojedinačni rezervacijski limiti
- GVN³ rezervacijski limiti
- DAVN⁴ rezervacijski limiti
- *Bid price* [6].

Pojedinačni rezervacijski limiti slični su rezervacijskim i zaštitnim limitima koji se koriste za kontrolu raspoloživih sjedala na razini segmenta. Ovaj mehanizam alokira fiksni broj sjedala na svaki segment leta, ali je neučinkovit u praksi zbog stohastičke potražnje te se rijetko koristi [6].

GVN rezervacijski limiti su hibridno rješenje između kontrole sjedala na razini segmenta i na razini mreže, a ovakav pristup preferira putnike na duljim putovanjima i povezanim letovima zbog svog „greedy“⁵ pristupa (iako bi ponekad bilo razumnije prihvatiti prijevoz dva ili tri lokalna putnika na uzastopnim segmentima) [6].

DAVN mehanizam nastoji eliminirati slabost GVN pristupa koja se temelji na vrijednosti ukupnog putovanja. DAVN rezervacijski limiti polaze od pojma oportunitetnog troška kojim se mjeri vrijednost jedinice kapaciteta, a znači gubitak potencijalnog budućeg prihoda zbog potvrđivanja zahtjeva niskoplatežnog putnika, umjesto čuvanja sjedala za budući segment [6].

Bid price kontrola na razini mreže je proširenje istog mehanizma korištenog na razini segmenta leta. Zahtjev za sjedalom na letu koji se sastoji od više segmenata bit će potvrđen ako tako dobiveni prihod bude veći od sume najniže prihvatljivih cijena na pojedinim segmentima [6].

3.2. Planiranje prekapacitiranosti

Prekapacitiranje zrakoplova (engl. *overbooking*) je najstarija tehnika upravljanja ukupnim prihodom na letu. Ovim se elementom sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova nastoji utvrditi maksimalni broj potvrđenih zahtjeva za sjedalima na određenom letu. Razina prekapacitiranosti se temelji na predviđanju visine postotka otkazivanja potvrđenih rezervacija i broja putnika koji se neće pojaviti na odletu do čega dolazi ili zbog promjene putnikovog plana putovanja ili zbog automatskog otkazivanja rezervacije ako karta nije kupljena u zadanom roku [6].

³ engl. *Greedy Virtual Nesting*

⁴ engl. *Displacement Adjusted Virtual Nesting*

⁵ *Greedy* – engl. lakom, pohlepan

Stopa nepojavljivanja putnika na letu variraju među zračnim prijevoznicima no ona u prosjeku iznosi oko 10% konačnog broja rezervacija, a tijekom vršnog perioda sezone može biti i značajno viša, čak 20%, stoga je ekonomska motivacija za planiranje prekapacitiranosti velika [5].

Zračni prijevoznici se pri planiranju prekapacitiranosti zrakoplova oslanjaju na dva osnovna principa:

- probabilistički model
- model prekapacitiranosti temeljen na uravnoteženju troškova [6].

Probabilistički model nastoji izračunati postotak prekapacitiranosti na temelju procjene postotka nepojavljivanja putnika, dok model prekapacitiranosti temeljen na uravnoteženju troškova nastoji uravnotežiti troškove nastale zbog odbijanja putnika i gubitka prihoda uslijed nepopunjenih sjedala [6].

Čimbenici koji utječu na visinu rizika prekapacitiranosti i koji su često inkorporirani u računalne programe za kontrolu raspoloživosti sjedala su:

- frekvencija letova
- kapacitet putničke kabine
- prometno opterećenje
- visina prinosa
- stopa otkaza rezervacija i *no-show* putnika
- varijabilnost u ponašanju putnika
- drugi čimbenici [6].

3.3.1. Probabilistički model prekapacitiranosti zrakoplova

Probabilistički model nastoji, matematički gledano, utvrditi čimbenik prekapacitiranosti OVF^6 takav da vrijedi:

$$AC = PC \times OVF \quad (1)$$

Najčešće korišteno i najjednostavnije pravilo za određivanje postotka prekapacitiranosti za cijeli zrakoplov glasi:

$$AC = \frac{PC}{1-NSR} \quad (2)$$

pri čemu je:

⁶ Faktor prekapacitiranosti (engl. *Overbooking Factor*)

AC – autorizirani kapacitet (engl. *Authorized Capacity*), broj zahtjeva koje je prijevoznik spreman potvrditi

PC – fizički kapacitet (engl. *Physical Capacity*), broj raspoloživih sjedala u zrakoplovu

NSR – stopa nepojavljivanja putnika na odlet (engl. *No show rate*), prosječan postotak putnika s potvrđenom rezervacijom koji se ne pojavljuju na odletu [6].

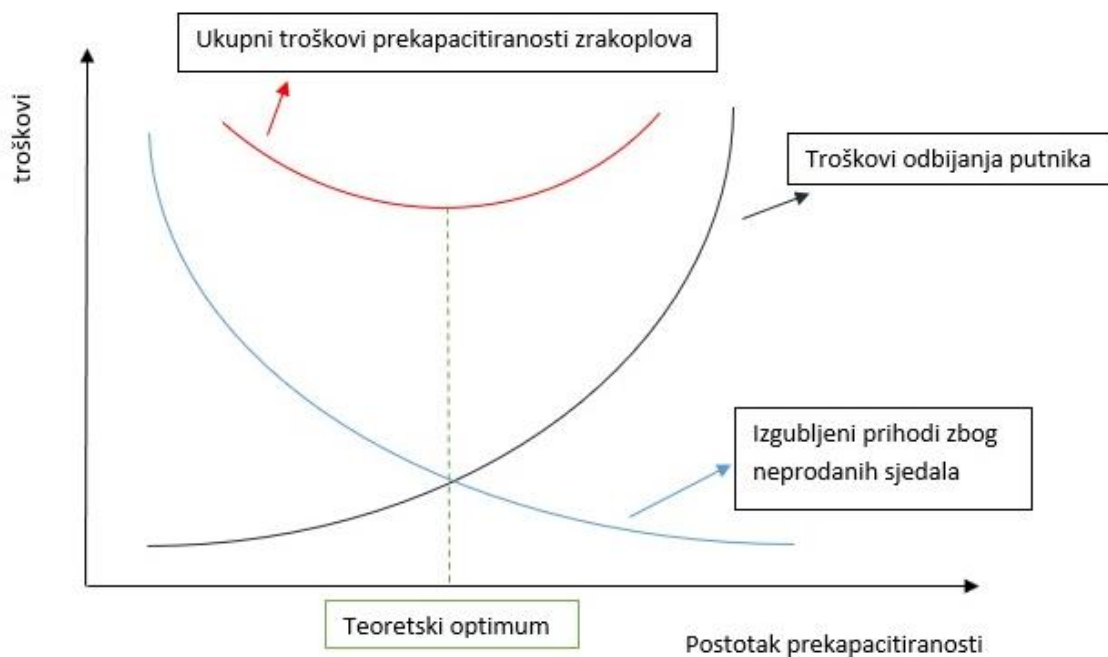
U obzir treba uzeti i da je stopa nepojavljivanja putnika na odletu zadana kao prosjek povijesnih podataka te kao takva nije precizna i pouzdana. Složeniji model izračuna postotka prekapacitiranosti zrakoplova pretpostavlja normalnu razdiobu NSR stope i osim prosječne vrijednosti u obzir uzima i njezinu standardnu devijaciju:

$$AC = \frac{PC}{1 - NSR + \phi^{-1}(z) \times SD} \quad (3)$$

Pritom je ϕ^{-1} inverzna funkcija standardne normalne funkcije distribucije za koju vrijedi $\mu = 0$, $\sigma = 1$, a z je stupanj pouzdanosti da će broj odbijenih putnika biti 0 [6].

3.3.2. Model prekapacitiranosti zrakoplova temeljen na uravnoteženju troškova

Kod modela prekapacitiranosti temeljenog na uravnoteženju troškova potrebno je uravnotežiti rizik neprodanih sjedala (engl. *spoilage*) i rizik odbijanja ukrcaja (engl. *denied boarding*) za putnike koji imaju valjanu rezervaciju [6]. Na grafičkom prikazu 1 prikazano je uravnoteženje rizika neprodanih sjedala i prekapacitiranosti zrakoplova.



Grafički prikaz 1. Uravnoteženje rizika neprodanih sjedala i prekapacitiranosti zrakoplova

Izvor: [14]

Trošak rizika neprodanih sjedala se može izraziti kroz izgubljeni prihod od neprodanih sjedala, dok rizik odbijanja putnika sa sobom povlači određene direktne i indirektne troškove. Direktni troškovi se manifestiraju kroz odštete putnicima (propisane zakonima i regulativama⁷). Indirektni troškovi teže su mjerljivi, a manifestiraju se kroz narušen ugled prijevoznika i gubitka lojalnosti putnika. Iz tih razloga, prijevoznici granicu prekapacitiranosti najčešće postavljaju ispod optimalne razine [6].

Cilj navedenog modela prekapacitiranosti je minimizirati sumu troškova zbog uskraćenog ukrcaja i troškova (izgubljenog prihoda) zbog neprodanih sjedala odnosno postaviti autorizirani kapacitet zrakoplova na razinu za koju je suma tih dvaju troškova minimalna [6].

Za bilo koju vrijednost autoriziranog kapaciteta moguće je izračunati ukupne troškova prekapacitiranosti na slijedeći način:

$$\text{Ukupni troškovi prekapacitiranosti} = C[\text{DB}] \times E[\text{DB}] + C[\text{SP}] \times E[\text{SP}] \quad (4)$$

pritom je:

$C[\text{DB}]$ – trošak po uskraćenom ukrcaju

$E[\text{DB}]$ – očekivani broj uskraćenih ukrcaja za autorizirani kapacitet

$C[\text{SP}]$ – trošak neprodanog sjedala (izgubljeni prihod)

$E[\text{SP}]$ – očekivani broj neprodanih sjedala za zadani autorizirani kapacitet [5].

Većina zračnih prijevoznika koristi probabilistički model, najviše zbog njegove jednostavnosti i činjenice da troškovi uskraćenog ukrcaja uključuju niz komponenata od kojih neke nije moguće kvantificirati u novčanim jedinicama [6].

3.4. Sustav za očuvanje integriteta prihoda

Razlika između prihoda na letu koji se očekuje s obzirom na broj prodanih sjedala neposredno prije leta i aktualnog prihoda na tom letu, predstavlja gubitak očekivanog prihoda (engl. *leakage*). Uzroci gubitka očekivanog prihoda su:

- potvrđene rezervacije za koje nisu izdane putničke karte
- višestruke rezervacije na letovima istog/različitih prijevoznika
- dvostruke rezervacije, putem različitih distribucijskih kanala
- nedopuštena kombinacija klasa prijevoza
- kršenje pravila zadanih u pojedinim tarifama
- fiktivna imena putnika i rezervacije bez imena putnika

⁷ Za redovne zračne prijevoznike u Europskoj Uniji, prava putnika u slučaju uskraćenog ukrcaja su regulirana Uredbom Europske Unije 261/2004/EC, dok je u SAD-u usta problematika regulirana sa dokumentom *Code of Federal Regulations, Part 250-Oversales*

- putnici s liste čekanja koji imaju djelomičnu potvrđenu rezervaciju odnosno neke segmente putovanja [6].

Osnovni razlozi gubitka očekivanog prihoda su *no-show* putnici i kasni otkazi rezervacija [6].

Sustav zaštite integriteta prihoda dodatno oplemenjuje proces upravljanja prihodima na način da kontrolira i analizira ostvarene rezervacije te eliminira eventualne duple rezervacije ili bilo koju vrstu rezervacija koja je uzrok gubitka očekivanog prihoda [3].

Implementacijom sustava za očuvanje integriteta prihoda zračni prijevoznici generiraju i do 3% dodatnog prihoda. Većina dobiti se ostvaruje zbog ponovnog puštanja sjedala koja su bila rezervirana, u prodaju, a koja bi bez implementacije navedenog sustava rezultirala kao *no-show* putnici [6].

Baza podataka sustava za očuvanje integriteta prihoda sadrži PNR podatke⁸ putnika koji su rezervirali let, a obično su pohranjeni u „*shadow*“ bazi. Pristupom u „*shadow*“ bazu mogu se istražiti i identificirati PNR podaci koji krše pravila očuvanja integriteta prihoda čime se značajno pridonosi:

- reduciranju *no-show* putnika i kasnih otkaza rezervacija
- smanjenju troškova (primjerice troškova opskrbe zrakoplova hranom i pićem)
- boljem pristupu raspoloživim sjedalima zbog prepoznavanja i brisanja rezervacija koje neće generirati prihod
- reduciranju kompenzacija za uskraćen ukračaj
- ostalo [6].

3.5. Određivanje cijena

Upravljanje cijenama je važan element u upravljanju prihodom zračnog prijevoznika koji predstavlja mehanizam kojim se potražnja usklađuje s ponudom. Izazov cjenovne strategije je odrediti cijene koje pokrivaju troškove, koje su konkurentne i koje nude korisniku ono što korisnik percipira kao dobru vrijednost za uloženi novac [15].

Cjenovna politika obuhvaća strateško i taktičko upravljanje cijenama. Strateško upravljanje cijenama obuhvaća vremenski okvir od godinu dana do tri mjeseca od polaska, a predstavlja kreiranje tarifne strukture za određeno tržište. Taktičko upravljanje cijenama obuhvaća vremenski okvir unutar tri mjeseca od polaska te je reaktivnog karaktera i prati stanje tržišta i tarife konkurencije [15].

Određivanje cijena usluga u zračnom prometu je kompleksan proces koji reflektira značajke potražnje, troškove proizvodnje te učinkovitost upravljanja prihodima i troškovima.

⁸ PNR podatak (engl. *Passenger Name Record*) je podatak koji se sastoji od šest alfanumeričkih znakova u bazi podataka rezervacijskog sustava zračnog prijevoznika, a sadrži ime i prezime putnika, kontakt podatke izdavatelja karte, podatke o karti, itinerer i ime osobe koja je generirala podatak.

Osnovni teorijski principi određivanja cijena generiraju osnovne metode određivanja cijena, a to su:

- troškovno orijentirane metode
- metode orijentirane na veličinu potražnje
- metode orijentirane na vrijednost proizvoda [5].

Troškovno orijentirane metode podrazumijevaju definiranje cijena prema veličini graničnog troška. Granični trošak predstavlja povećanje ukupnih troškova do kojeg dolazi zbog promjene veličine outputa (količine proizvoda) za jednu jedinicu odnosno u slučaju zračnih prijevoznika, za jedno sjedalo tj. dodatnog putnika. Primjenom navedenog principa prijevoznici ne mogu pokriti operativne troškove leta jer njihov najveći dio čine fiksni troškovi, dok su granični troškovi iznimno niski. Alternativni pristup se temelji na prosječnom trošku kao osnovi za određivanje cijene na određenom O-D tržištu, međutim on je primjenjiv za regulirana tržišta te zanemaruje činjenicu da se tržišta s većom potražnjom mogu opsluživati s nižim operativnim troškovima [5].

Princip određivanja cijena temeljen na veličini potražnje temelji se na spremnosti potrošača na plaćanje (engl. *Willingness to Pay* – *WTP*). *WTP* se može prikazati krivuljom „potražnja – cijena“. Ovisno o spremnosti putnika na plaćanje, prijevoznici zaračunavaju različitu cijenu za istu, ili vrlo sličnu, vrstu usluge, što je u ekonomskoj teoriji zapravo cjenovna diskriminacija [5].

Princip određivanja cijena na temelju vrijednosti proizvoda odnosno kvalitete usluge temelji se na percepciji korisnika o onome što dobiva za uloženi novac. Ovaj princip podrazumijeva različitu razinu troškova za različitu kvalitetu usluge te se, za razliku od prethodno navedenog principa određivanja cijene na temelju veličine potražnje, ne smatra cjenovno diskriminirajućim [5].

U praksi, zračni prijevoznici kombiniraju navedene strategije određivanja cijena. Cilj cjenovne politike zračnih prijevoznika je odrediti cijenu kojom će pokriti svoje troškove, biti konkurentni na tržištu i dati takvu kvalitetu usluge koju će korisnik percipirati kao odgovarajuću s obzirom na uloženi novac [6].

3.5.1. Elementi cjenovne politike kod tradicionalnih zračnih prijevoznika

3.5.1.1. Segmentacija tržišta

Cilj segmentacije tržišta je identificirati različite skupine potrošača (putnika) i njihove navike te ih klasificirati prema pojedinim karakteristikama, pri čemu su potrošači unutar skupina međusobno što sličniji, a razlike među skupinama što je moguće veće.

Segmentacija tržišta jedan je od nužnih preuvjeta implementacije sustava za upravljanje kapacitetima [6].

Zračni prijevoznici su svjesni da zbog prostorne rasprostranjenosti i različitih želja i zahtjeva putnika ne mogu na jednako uspješan način zadovoljiti želje svih potencijalnih putnika. Iz tog razloga prijevoznici usmjeravaju svoju energiju na tržišta na kojima mogu u najboljoj mogućoj mjeri zadovoljiti potrebe korisnika usluga u zračnom prometu. Potom zračni prijevoznici moraju odrediti veličinu potražnje za uslugama zračnog prometa na željenom tržištu i odlučiti se za konkretne ciljane skupine prema kojima će pozicionirati svoju uslugu [6].

Jedna od segmentacija zračnog tržišta je segmentacija prema svrsi putovanja. Prema svrsi putovanja, zračno tržište se dijeli na:

- poslovna putovanja
- privatna/turistička putovanja [3].

Segmentacija tržišta na poslovna i privatna putovanja ima velik utjecaj na cjenovnu politiku zračnih prijevoznika [6].

Svaka kategorija putnika ima određene preferencije vezane uz putovanje zrakoplovom. Preferencije poslovnih putnika su:

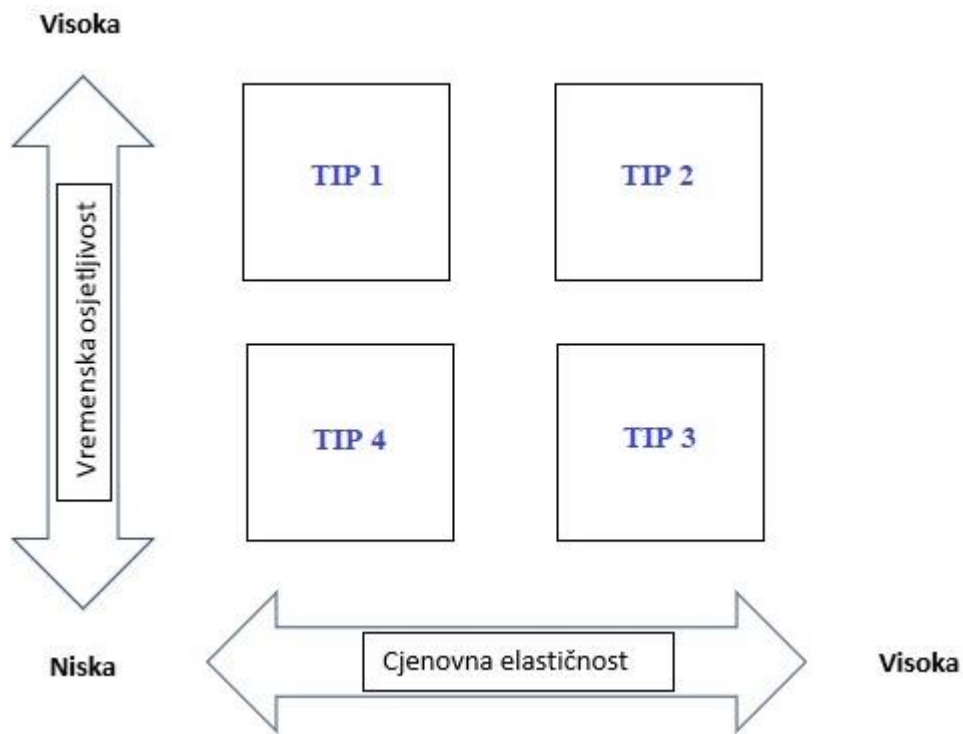
- fleksibilnost u uvjetima i okolnostima putovanja
- vrednuju kvalitetu usluge (red letenja, uslugu na letu i sl.)
- odluku o putovanju najčešće donose nekoliko dana uoči putovanja
- relativno niska cjenovna elastičnost
- vremenski su osjetljivi [3].

Putnici koji putuju u turističke i privatne svrhe imaju slijedeće preferencije:

- odluku o putovanju najčešće donose unaprijed
- fleksibilniji su u odnosu na datume putovanja
- odluku o putovanju temelje uglavnom na cijeni
- relativno visoka cjenovna elastičnost [3].

Prema navedenim preferencijama mogu se izdvojiti četiri osnovna tipa segmentirane potražnje, prema vremenskoj i cjenovnoj osjetljivosti (slika 3):

- TIP 1 – vremenski osjetljiv, ali neosjetljiv na cijenu usluge zračnog prijevoza
- TIP 2 – vremenski i cjenovno osjetljiv korisnik usluge zračnog prijevoza
- TIP 3 – cjenovno osjetljiv, ali neosjetljiv na vremenska ograničenja
- TIP 4 – cjenovno i vremenski neosjetljiv korisnik usluge zračnog prijevoza.



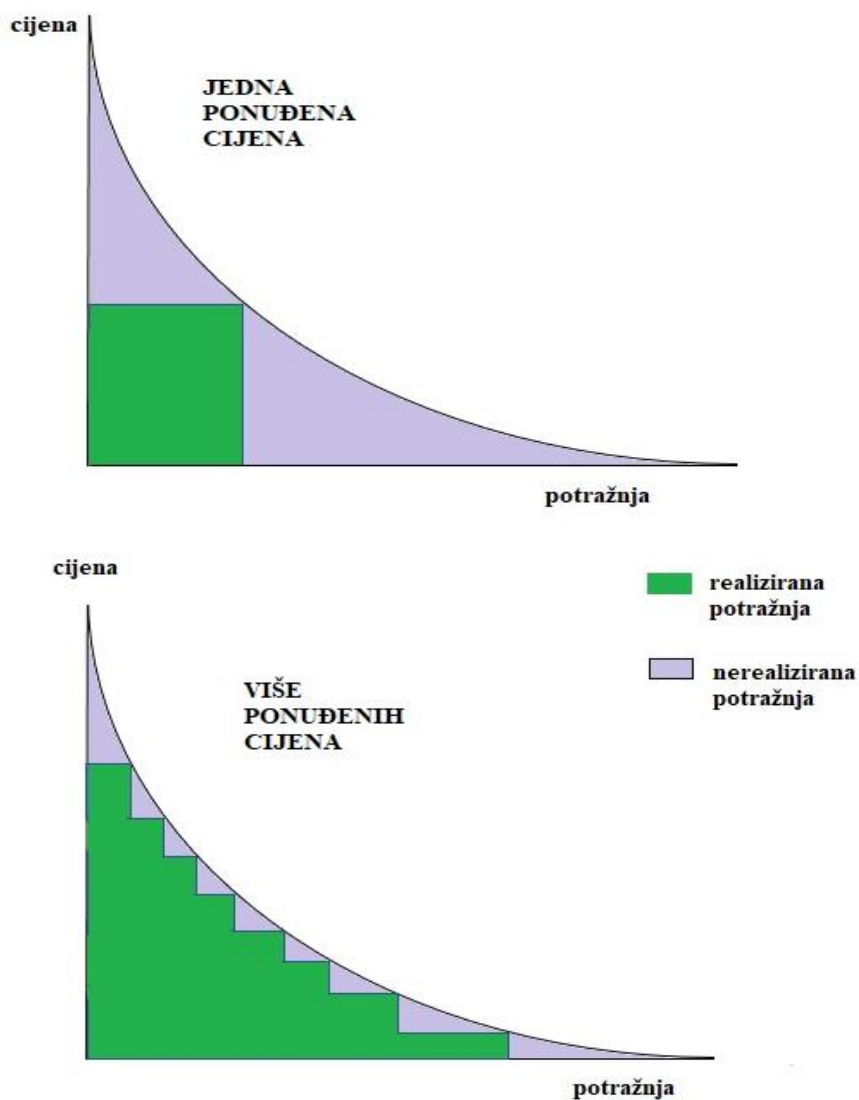
Slika 2. Četiri tipa segmentirane potražnje

Izvor: [5]

Bez obzira na osnovne značajke i preferencije poslovnih i turističkih putnika, poslovna putovanja u pravilu podrazumijevaju neelastičnost potražnje s obzirom na cijenu usluge, dok je kod privatnih putovanja situacija u pravilu obrnuta [6].

3.5.1.2. Diferencijalna struktura cijena

Segmentacija tržišta omogućuje zračnim prijevoznicima primjenu cjenovne politike na principu različitosti cijena odnosno diferencijalne cjenovne politike, što znači da različiti segmenti putnika plaćaju različite cijene za istu, ili gotovo istu uslugu. Primjenom različitih restrikcija na niske tarife, prijevoznici čine niske tarife neatraktivnim za poslovne putnike, štiteći na taj način integritet strukture cijena [6].



Grafički prikaz 2. Zadovoljenje potražnje na principu jedne ponuđene cijene i na principu više ponuđenih cijena

Izvor: [6]

Krivulja potražnje na grafičkom prikazu 2 prikazuje teoretski odnos između cijene usluge i potražnje za uslugom po toj cijeni. Vidljivo je da se primjenom različitih cijena, odnosno diferencijalnom strukturom cijena može postići povećanje prihoda za istu uslugu.

Ukupan prihod na letu bi, u teoriji, bio maksimalan kada bi svaki putnik na letu kupio kartu po različitoj cijeni i to onoj koja odgovara putnikovoj spremnosti za plaćanje usluge prijevoza. U praksi je takav scenarij nemoguć, pa zračni prijevoznici nastoje identificirati više segmenata putnika koje karakteriziraju isti atributi, nudeći im dovoljan broj tarifnih proizvoda s restrikcijama koje onemogućavaju da visokoplatežni putnici rezerviraju i kupe karte s niskim cijenama. Na taj način prijevoznici nastoje smanjiti razliku između potencijalnog i ostvarenog prihoda na letu [6].

Izazov s kojim se suočavaju prijevoznici koji prakticiraju diferencijalnu cjenovnu politiku jest odrediti skup tarifnih restrikcija koji će podržavati takvu cjenovnu politiku tako da minimizira prelijevanje putnika iz segmenta s višom spremnosti za plaćanje u segment s nižom spremnosti za plaćanje. Kako bi se spriječilo prelijevanje putnika iz viših u niže tarifne razrede koriste se restrikcije poput:

- minimalno trajanje boravka
- rezervacija i kupnja prijevoznog dokumenta unaprijed
- nemogućnost refundacije
- uvođenje naplate promjena i otkazivanja leta [6].

S druge strane, restrikcije i razlike između susjednih cjenovnih razreda bi trebale biti takve na stimuliraju putnika na prelazak u višu klasu prijevoza u slučaju da mjesta po željenoj tarifi nisu raspoloživa [6].

Kako bi sustav diferencijalnog određivanja cijena bio učinkovit i funkcionalan unutar RM sustava, mora biti konstruiran u skladu sa sljedećim pravilima:

- pravilo tržišnih cijena: cijene trebaju biti postavljene u skladu s osjetljivošću na cijenu različitih tržišnih segmenata, ali i u skladu s ostalim cijenama koje su ponuđene na tržištu, kako bi se osigurala konkurentna usluga
- pravilo fleksibilnosti: struktura cijena mora imati određenu fleksibilnost kako bi se moglo odgovoriti na promjene cijena konkurenata
- pravilo separacije: struktura cijena mora imati određen stupanj separacije između različitih tržišnih segmenata kako bi se putnici koji su manje osjetljivi na cijenu spriječili da koriste niže cijene
- pravilo razumljivosti: struktura cijena mora biti jasna distribucijskim kanalima i razumljiva putnicima
- pravilo primjenjivosti: rezervacijski sustavi i sustav upravljanja raspoloživim sjedalima moraju moći implementirati strukturu cijena
- pravilo degresivnosti: razlike između pojedinih cijena trebaju biti takve da ohrabruju putnike na pomak k višoj cijeni [6].

Kod primjene diferencijalnog određivanja cijena postoji korist kako za prijevoznike, tako i za putnike. Korist za zrakoplovne prijevoznike se očituje u višim приходima po letu zbog stimulativnog privlačenja dodatnih putnika s popustima, koji inače ne bi putovali, te u povećanju segmenta prijevoza putnika po visokim tarifama koji su voljni platiti više. Putnici su zadovoljni jer koriste zračni prijevoz i onda kada to nisu planirali, a visokoplatežni putnici plaćaju manje ili uživaju višu kvalitetu i frekvenciju usluge zbog dodatnog prihoda koji generiraju tarife s popustom [3].

3.5.2. Cjenovna politika niskotarifnih prijevoznika

Cjenovna politika niskotarifnih prijevoznika i upravljanje kapacitetima zrakoplova imaju sljedeće karakteristike:

- prodaja karata se uglavnom odvija telefonom ili internetom
- pojednostavljeno izdavanje karata s velikim udjelom putovanja bez karte
- direktna prodaja karata, bez posrednika
- nemogućnost refundacije u slučaju odustajanja od leta
- za rezervirano mjesto je potrebno odmah kupiti kartu [16].

Na taj način niskotarifni prijevoznici znatno smanjuju troškove distribucije u odnosu na tradicionalne prijevoznike i generiraju prihod prije nego je sama usluga prijevoza obavljena [16].

Važno je istaknuti da, iako je pojednostavljena, tarifna struktura niskotarifnih prijevoznika ne može se okarakterizirati kao nediferencijalna. Niskotarifni prijevoznici također nude različite cijene karata na istom letu unutar iste ekonomske klase prijevoza, uz ista ograničenja za svaku cjenovnu razinu. Sustav za upravljanje raspoloživim sjedalima kod niskotarifnih prijevoznika zatvorit će niže cjenovne razrede kako se približava datum leta [6].

Smanjenje potražnje za poslovnim putovanjima, sve veća konkurencija niskotarifnih prijevoznika, veća zastupljenost interneta kao kanala prodaje karata, te jednostavnost pretraživanja najpovoljnijih tarifa i sve veći otpor korisnika prema složenim tarifnim strukturama rezultirali su simplifikacijom tarifne strukture i kod tradicionalnih prijevoznika. Tradicionalni prijevoznici su ukinuli određene restrikcije na niže tarife, raspon tarifa je smanjen kao i ukupan broj tarifnih proizvoda po letu [6].

Pojednostavljenje diferencijalnog određivanja cijena i smanjenje potražnje za poslovnim putovanjima dovelo je do „prelijevanja“ putnika koji su ranije bili spremni platiti najviše tarife u segment putnika koji su spremni prihvatiti određene restrikcije u zamjenu za nižu cijenu putovanja. U konačnici je to rezultiralo smanjenje ukupnog prihoda po letu [6].

Fundamentalna teorija diferencijalnog određivanja cijena ostaje i dalje valjana, unatoč značajnim promjenama u potražnji i ponašanju visokoplatežnih putnika, te promjeni odnosno simplifikaciji tarifne strukture tradicionalnih prijevoznika [6].

4. Matematički modeli izračuna rezervacijskih limita po pojedinim klasama prijevoza

Temelj sustava za upravljanje kapacitetima zrakoplova su matematički modeli za kontrolu raspoloživih sjedala, poput EMSR⁹ modela. EMSR modeli¹⁰ služe za upravljanje kapacitetima zrakoplova na razini dionice leta. Takvi modeli su jednostavni i relativno lako primjenjivi u slučaju da zračni prijevoznik nema računalni program za upravljanje kapacitetima zrakoplova već se taj proces obavlja manualno u službi kontrole punjenja kapaciteta zrakoplova [6].

Za razumijevanje matematičkih modela izračuna rezervacijskih limita po klasama prijevoza, potrebno je razlikovati pojmove „rezervacijski limit“ i „zaštitni limit“ te razumjeti temeljne pojmove iz vjerojatnosti i statistike koji su povezani sa modelima upravljanja kapacitetima zrakoplova [6].

4.1. Rezervacijski limit

Rezervacijski limit (engl. *Booking Limit* - BL) predstavlja vrstu kontrole raspoloživih sjedala po klasama prijevoza kojom je u svakom trenutku jednoznačno određen broj sjedala koji može biti prodan u svakoj od klasa. Rezervacijski limit može biti:

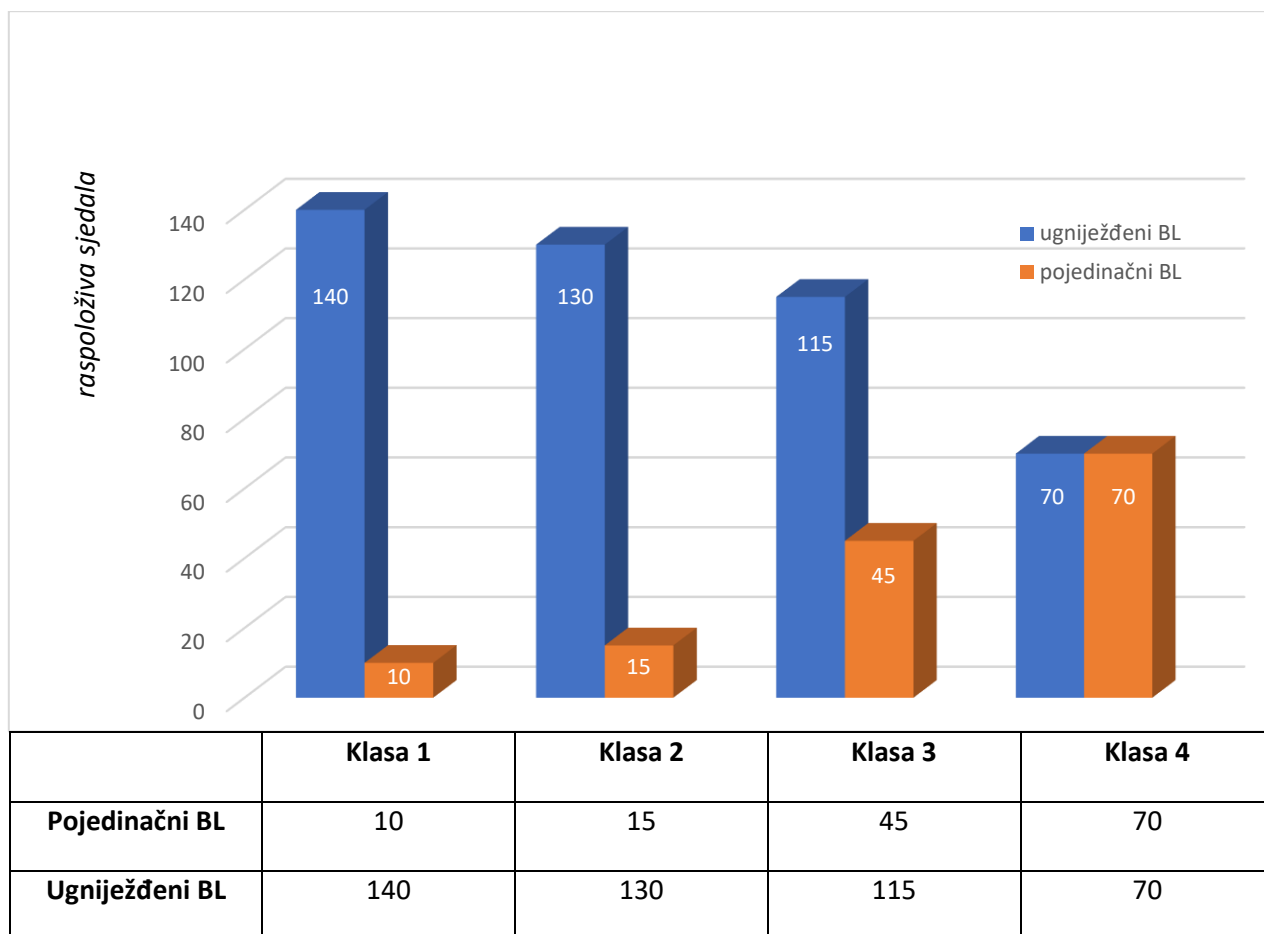
- pojedinačni
- ugniježđeni (engl. *Nested booking limit*) [6].

Pojedinačni BL se koristi kod nezavisne kontrole raspoloživih sjedala po klasama prijevoza. Ukupni kapacitet putničke kabine zrakoplova se dijeli u onoliko odvojenih blokova sjedala koliko ima klasa prijevoza, a suma svih rezervacijskih limita čini ukupni kapacitet putničke kabine. Kada se dosegne BL neke od klasa, ta se klasa „zatvara“ odnosno svi eventualni kasniji zahtjevi za mjestima u toj klasi će biti odbijeni, bez obzira na broj raspoloživih mjesta u ostalim klasama [6].

Ugniježđeni BL se koristi kod integrirane kontrole raspoloživih sjedala. Kod primjene ugniježđenih rezervacijskih limita ne fiksira se broj raspoloživih sjedala u određenoj klasi, nego se kapacitet klase integrira u kapacitet viših klasa prijevoza. Na grafičkom prikazu 3 je prikazan primjer odnosa pojedinačnih i ugniježđenih rezervacijskih limita na zrakoplovu kapaciteta 140 mjesta [6].

⁹ EMSR (engl. *Expected Marginal Seat Revenue*) – očekivani prihod graničnog sjedala

¹⁰ EMSR modele je predstavio Peter P. Belobaba u svojoj doktorskoj disertaciji pod nazivom „*Air Travel Demand and Airline Seat Inventory Management*“ iz 1987. godine



Grafički prikaz 3. Odnos pojedinačnih i ugniježđenih rezervacijskih limita

Izvor: [6]

Kod ugniježđenih rezervacijskih limita razlikuju se tri vrste preklapanja:

- serijsko preklapanje
- paralelno preklapanje
- mješovito preklapanje.

Kod serijski postavljenih rezervacijskih limita u kapacitet viših klasa ulaze sva sjedala dodijeljena u nižim klasama, štiteći na taj način sjedala u višim klasama prijevoza od odbijanja zahtjeva za sjedalom u višoj klasi dokle god postoje raspoloživa sjedala u nižim klasama prijevoza. U paralelno postavljenim ugniježđenim rezervacijskim limitima raspoloživa sjedala u nižim klasama prijevoza se međusobno ne preklapaju, a sva su integrirana u rezervacijski limit najviše klase. Bilo koja kombinacija navedenih preklapanja predstavlja mješoviti sustav rezervacijskih limita [6].

4.2. Zaštitni limiti

Zaštitni limit (engl. *Protection Limit*) predstavlja vrstu kontrole raspoloživih sjedala, odnosno određuje broj sjedala koja trebaju biti zaštićena za određenu klasu ili više njih. Zaštitni limiti mogu biti:

- pojedinačni
- ugniježđeni [6].

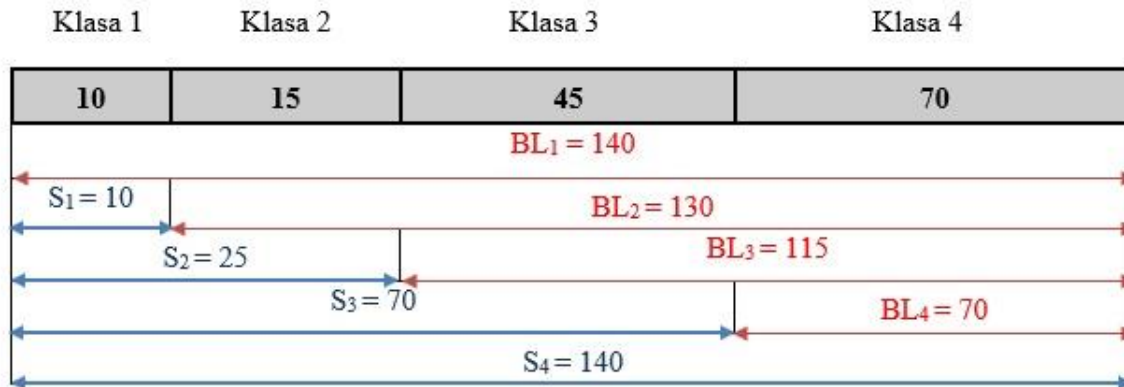
Pojedinačni zaštitni limiti identični su rezervacijskim limitima, dok ugniježđeni zaštitni limiti definiraju broj sjedala koji treba biti zaštićen za određenu klasu i sve, u odnosu na nju, više klase prijevoza. Odnos između ugniježđenih rezervacijskih limita i zaštitnih limita za četiri klase prijevoza prikazan je na grafičkom prikazu 4. Rezervacijski limit za klasu j iznosi:

$$BL_j = C - S_{j-1}, \quad j = 2, \dots, n \quad (5)$$

C – ukupni kapacitet putničke kabine

BL – rezervacijski limit

S – zaštitni limit.



Grafički prikaz 4. Odnos rezervacijskih i zaštitnih limita

Izvor: [6]

4.3. Temeljni pojmovi iz vjerojatnosti i statistike povezani sa modelima upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova

Modeli upravljanja raspoloživim kapacitetima zrakoplova zahtijevaju također dobro poznavanje statističke teorije i primjene u obradi empiričkih podataka. Upravljanje kapacitetom zasniva se na predviđanju potražnje. Prognoze potražnje moraju biti što je moguće točnije, ali nikada ne mogu biti 100% pouzdane zbog stohastičnosti potražnje i drugih faktora koji utječu na potražnju [6].

Stohastička potražnja za budućim letom može se prikazati funkcijom gustoće vjerojatnosti. Pri tome aproksimiramo diskretnu funkciju potražnje s kontinuiranom funkcijom gustoće vjerojatnosti, na način da je očekivanje μ jednako srednjoj vrijednosti broja zahtjeva, a standardna devijacija σ je jednaka standardnoj devijaciji broja zahtjeva. Prema dosad provedenim istraživanjima, Gaussova razdioba potražnje najbolje i najjednostavnije prikazuje očekivanu potražnju za budućim letom, te će se u nastavku rada pretpostavljati da se zahtjevi za određenom klasom prijevoza distribuiraju upravo po zakonu normalne razdiobe [6].

Gaussova ili normalna razdioba je najvažnija kontinuirana razdioba u teoriji vjerojatnosti i primjenama matematičke statistike. Za slučajnu varijablu x kažemo da je distribuirana prema zakonu normalne razdiobe ako je područje njenih vrijednosti $< -\infty, +\infty >$, a funkcija vjerojatnosti:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (6)$$

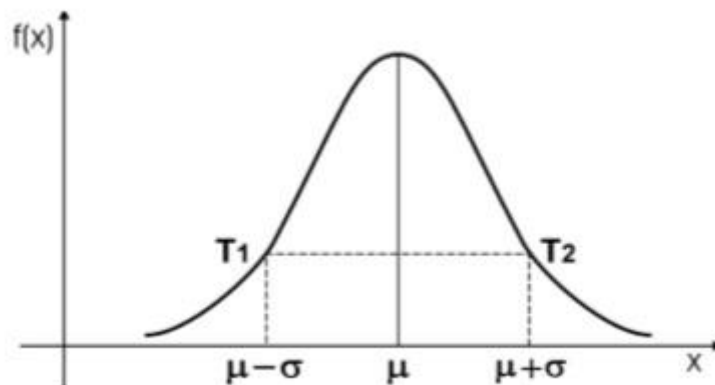
Normalna razdioba je jednoznačno označena očekivanjem μ i varijancom σ^2 .

Vjerojatnost da uzorak poprimi vrijednost u intervalu σ odnosno 2σ iznosi:

$$P(\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma) = 0,6826$$

$$P(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma) = 0,9544$$

Krivulja normalne razdiobe je zvonolikog oblika, kao što je prikazano na slici 3. Simetrična je s obzirom na pravac $x = \mu$ (tjeme), a točke infleksije T_1 i T_2 imaju apscise $\mu \pm \sigma$, pa je krivulja uža i viša što je σ manji.



Slika 3. Gaussova krivulja normalne razdiobe

Izvor: [17]

4.4. EMSR modeli

Dinamičkim programiranjem i uz primjenu jednostavnih algoritama, optimalni zaštitni limiti se mogu efikasno i egzaktno izračunati.

EMSR modeli se temelje na Littlewoodovom pravilu za problem kontrole raspoloživih sjedala zrakoplova u slučaju postojanja samo dviju klasa prijevoza. Littlewoodovo pravilo glasi: *zahtjevi za sjedalima u nižoj klasi prijevoza, po tarifi f_2 trebaju se prihvaćati sve dok je*

$$f_2 \geq \bar{P}_1(S_1) \cdot f_1 \quad (7)$$

gdje je $\bar{P}_1(S_1)$ vjerojatnost da će svih S_1 preostalih sjedala biti prodana putnicima u klasi 1, po tarifi f_1 odnosno da će se pojaviti barem S_1 putnika koji će kupiti kartu u prvoj klasi prijevoza. U sustavu ugniježđenih rezervacijskih limita, najmanji cijeli broj koji zadovoljava gornju nejednakost predstavlja broj sjedala koja trebaju biti zaštićena za potencijalne putnike u klasi 1 [18].

Definiramo $p_i(r_i)$ kao funkciju gustoće vjerojatnosti za ukupan broj zahtjeva r_i u klasi i za vrijeme trajanja procesa rezerviranja. Temelji se na povijesnim podacima za isti (ili slične) letove, pa pretpostavljamo da vrijedi i za buduće letove.

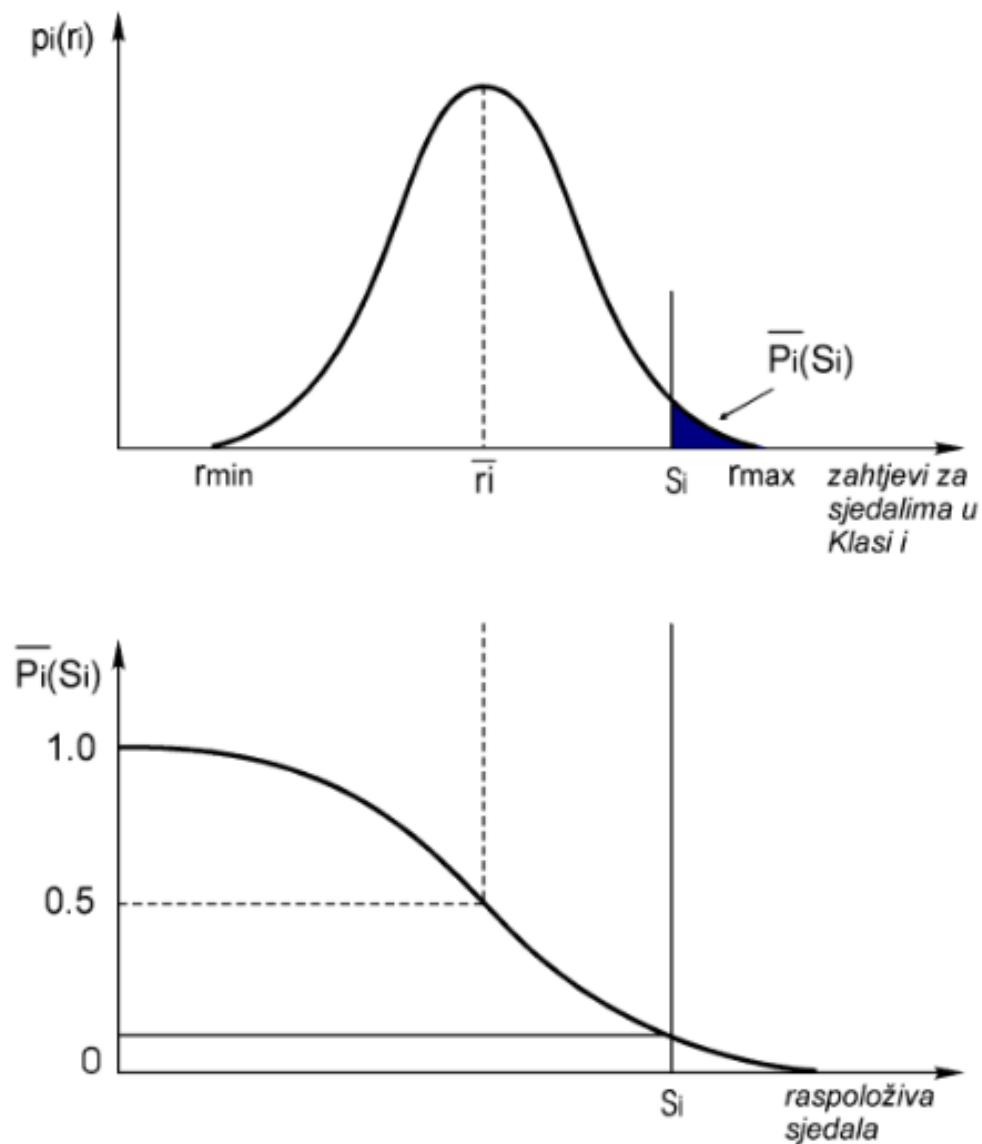
Definiramo i kumulativnu vjerojatnost da će svi zahtjevi za klasom i biti prihvaćeni kao:

$$P_i(S_i) = P[r_i \leq S_i] = \int_0^{S_i} p_i(r_i) dr_i \quad (8)$$

Obrnuto, vjerojatnost da će se pojaviti više od S_i zahtjeva je:

$$P_i[r_i > S_i] = \int_{S_i}^{\infty} P_i(r_i) dr_i = 1 - P_i(S_i) = \bar{P}_i(S_i) \quad (9)$$

Na slici 4 je dan prikaz odnosa između $p_i(r_i)$ i $\bar{P}_i(S_i)$.



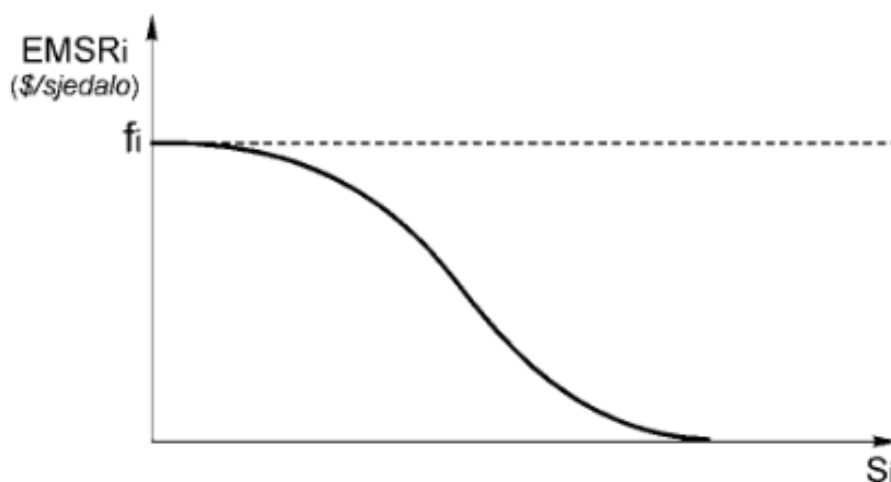
Slika 4. Tipične razdiobe vjerojatnosti zahtjeva

Izvor: [18]

$EMSR_i(S_i)$ definiramo kao očekivani prihod graničnog sjedala S_i u klasi i . $EMSR_i(S_i)$ je jednak umnošku prosječne tarife za klasu i i vjerojatnosti da će se u klasi i prodati S_i ili više sjedala:

$$EMSR_i(S_i) = f_i \cdot \bar{P}_i(S_i) \quad (10)$$

EMSR krivulja je prikazana na slici 5.



Slika 5. Krivulja očekivanog graničnog prihoda

Izvor: [18]

4.4.1. EMSR-a model

Najšire publicirani model za problem upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova, na razini jedne dionice leta, je EMSR-a model. Temelji se na ideji zbrajanja zaštitnih limita koji su izračunati na temelju Littlewood-ovog pravila za sukcesivne parove klasa [6].

Problem upravljanja raspoloživim sjedalima se svodi na donošenje odluke o tome koliko sjedala ne prodati po nižim tarifama te ih tako sačuvati za visokoplatežne putnike. Zbog toga postoje restrikcije koje se primjenjuju na rano rezerviranje sjedala po najnižim tarifama. Cilj ovog modela je pronaći zaštitne limite za više klase prijevoza koji se zatim mogu jednostavno pretvoriti u rezervacijske limite nižih klasa prijevoza [18].

Osnovni EMSR-a model pretpostavlja slijedeće:

- potražnja za različitim klasama je međusobno nezavisna
- u slučaju odbijenog zahtjeva ne postoji mogućnost promjene leta ili klase, tj. odbijeni zahtjev se smatra trajno izgubljen
- prihvaćena rezervacija pretpostavlja izvjestan prihod za kompaniju, tj. ne uzimaju se u obzir mogućnosti nepojavljivanja putnika ili otkaza rezervacije [18].

U ugniježđenom sustavu kontrole raspoloživih sjedala koji uvijek štiti sjedalo u višoj klasi prijevoza, rezervacijski limit neke klase predstavlja maksimalni broj sjedala koja smiju biti prodana u toj i svim nižim klasama prijevoza. Rezervacijski limit najviše klase je jednak ukupnom kapacitetu putničke kabine zrakoplova. Zaštitni limit za svaku nižu klasu prijevoza jednak je razlici rezervacijskog limita te i prve slijedeće niže klase. Zaštitni limit za pojedine klase prijevoza predstavlja minimalni broj sjedala koja trebaju ostati sačuvana za tu klasu prijevoza [6].

4.4.2. EMSR-b model

Unatoč tome što je EMSR-a model najšire publiciran model za problem upravljanja raspoloživim sjedalima zrakoplova na razini jedne dionice, EMSR-b model je češće korišten od srodnog mu EMSR-a modela. EMSR-b model je nastao nakon EMSR-a modela, a osnovna razlika je u tome što se EMSR-b model temelji na agregiranju potražnje umjesto zbrajanja zaštitnih limita za parove klasa. EMSR-b model promatra podskupove uzastopnih klasa te donosi odluku o zajedničkom broju sjedala koja će biti zaštićena u odnosu na sve niže klase prijevoza. Na taj je način skraćeno vrijeme potrebno za kalkulacije u odnosu na EMSR-a model te je upravo zbog toga EMSR-b model češće korišten u praksi [6].

5. Analiza faktora popunjenosti putničke kabine i praćenje popunjavanja kapaciteta zrakoplova

U Hrvatskoj je prisutna izuzetna sezonalnost u putničkom prometu, osobito zračnom prometu. Hrvatska slovi kao turistička zemlja, a najveći broj turista posjećuje Hrvatsku u ljetnim mjesecima, točnije između lipnja i rujna. Upravo u tim mjesecima zračne luke u RH bilježe najveći broj putnika, a zračni prijevoznici koji operiraju na hrvatskom tržištu bilježe također velik prevezenih putnika i više razine popunjenosti putničke kabine zbog povećane potražnje. Na grafičkom prikazu 5 je prikazano kretanje broja prihvaćenih i otpremljenih putnika u hrvatskim zračnim lukama u 2017. godini, sa prikazom udjela Croatia Airlinesa u ukupnom broju prihvaćenih i otpremljenih putnika.



Grafički prikaz 5. Broj putnika u hrvatskim zračnim lukama u 2017. godini

Izvor: [19]

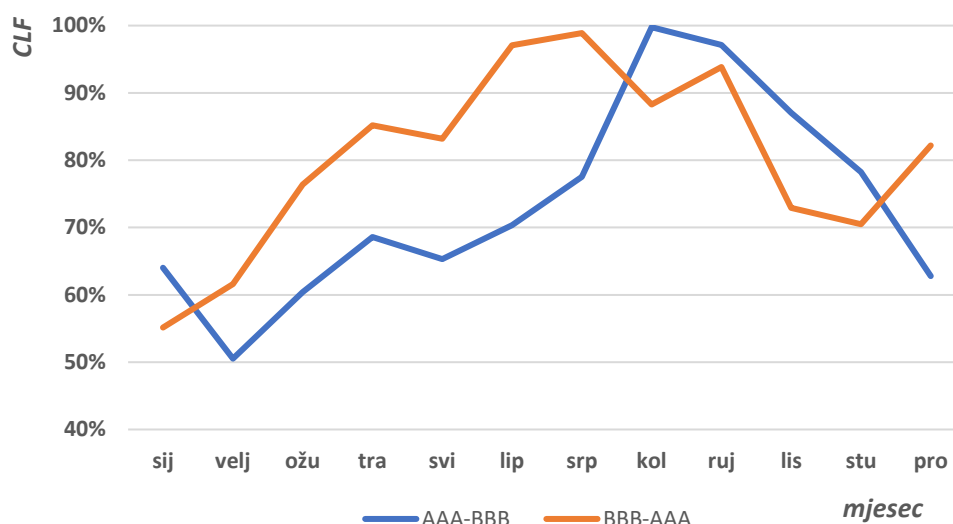
5.1. Kretanje faktora popunjenosti putničke kabine na analiziranim letovima Croatia Airlinesa

Za analizu kretanja faktora popunjenosti putničke kabine izabrane su četiri linije prijevoznika Croatia Airlinesa:

- međunarodna obalna linija AAA¹¹-BBB¹² i BBB-AAA
- domaća linija CCC¹³-AAA
- međunarodna linija DDD¹⁴-CCC.

S obzirom da se radi o internim podacima Croatia Airlinesa koji nisu dostupni široj javnosti, radi očuvanja tajnosti podataka, navedene linije su šifrirane.

Grafički prikaz 6 prikazuje prosjek faktora popunjenosti putničke kabine na međunarodnoj obalnoj liniji AAA-BBB i BBB-AAA kroz 2017. godinu. Radi se o cjelogodišnjim linijama koje se realiziraju jednim letom dnevno.



Grafički prikaz 6. Kretanje CLF-a na međunarodnoj obalnoj liniji

Izvor: [20]

Iz grafičkog prikaza vidljivo je da prijevoznik ostvaruje bolje rezultate popunjenosti putničke kabine u ljetnim mjesecima, osobito na liniji BBB-AAA odnosno, prema zračnoj luci na hrvatskoj obali. Najvjerojatniji razlog tome je dolazak velikog broja turista na hrvatsku obalu. Također je vidljiv relativno visok postotak CLF-a u travnju i prosincu na liniji BBB-AAA. Jedan od razloga tome mogu biti uskršnji te božićni i novogodišnji blagdani kada je

¹¹ Zračna luka na hrvatskoj obali

¹² Zračna luka u inozemstvu (Europa)

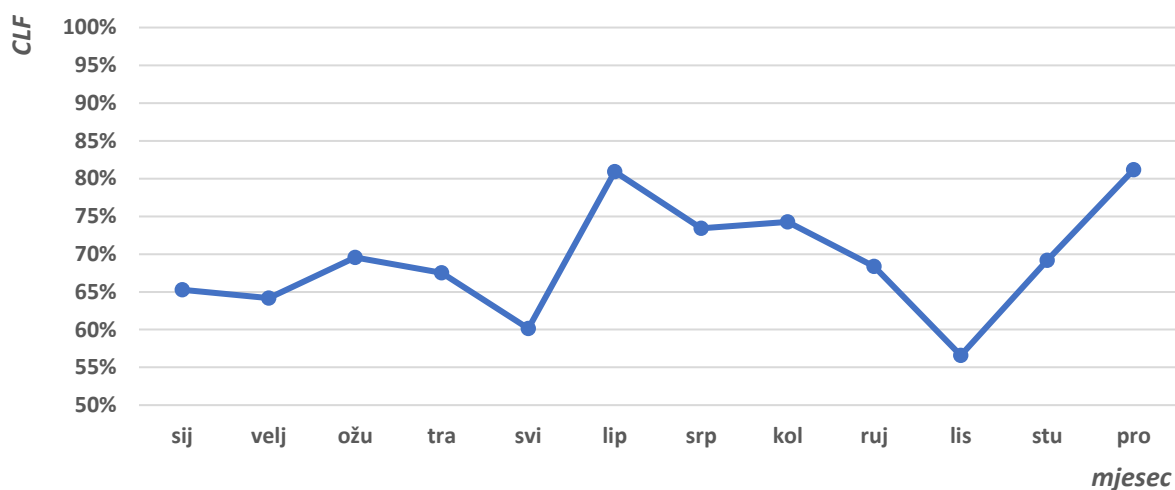
¹³ Zračna luka u kontinentalnoj Hrvatskoj

¹⁴ Zračna luka u inozemstvu (Europa)

potražnja za letovima nešto viša. Također, iz krivulje popunjenosti putničke kabine u smjeru AAA-BBB, je vidljivo da krivulja uglavnom prati trend krivulje popunjenosti putničke kabine na liniji BBB-AAA.

Na domaćoj liniji CCC-AAA situacija je nešto drugačija. Bolji rezultati popunjenosti putničke kabine postignuti su u ljetnim mjesecima, ali, gledajući prosjek, najbolji rezultat je postignut u prosincu, kada je prosjek CLF-a bio 81,2%. Grafički prikaz 7 prikazuje kretanje prosječnog faktora popunjenosti putničke kabine kroz 2017. godinu.

Razlozi nešto lošijim rezultatima CLF-a na navedenoj liniji mogu biti razni. Jedan od razloga je što se radi o domaćoj liniji, a Hrvatska je malo tržište osobito za domaće letove. Još jedan od razloga je veća ponuda kapaciteta. Naime na liniji CCC-AAA letjela su dva do četiri leta dnevno, ovisno o danu.



Grafički prikaz 7. Kretanja CLF-a na liniji domaćoj liniji CCC-AAA

Izvor: [20]

Tablica 1. Broj prevezani putnika na liniji CCC-AAA u 2018. godini

Ukupno ponuđeni kapacitet	Ukupan broj realiziranih rezervacija	Popunjenost putničke kabine	Mjesec
9104	5942	65,3%	sij
8750	5614	64,2%	velj
9266	6447	69,6%	ožu
9914	6693	67,5%	tra
12939	7782	60,1%	svi
13740	11119	80,9%	lip
14821	10879	73,4%	srp
14128	10490	74,2%	kol
13908	9507	68,4%	ruj
13538	7660	56,6%	lis
9802	6782	69,2%	stu
9182	7453	81,2%	pro

Izvor: [20]



Grafički prikaz 8. Broj prevezanih putnika na liniji CCC-AAA u 2018. godini

Izvor: [20]

Također se može uočiti da unatoč tome što je u listopadu postignut najlošiji prosječni faktor popunjenosti putničke kabine, taj mjesec nije najlošiji po broju prevezanih putnika, kao što se može vidjeti iz tablice 1 i grafičkog prikaza 8. Razlog ovako niskoj razini CLF-a je što se u listopadu prijevoznik i dalje primjenjuje ljetni red letenja, a u ljetnom redu letenja prijevoznik nudi više letova, a samim time i veće kapacitete.

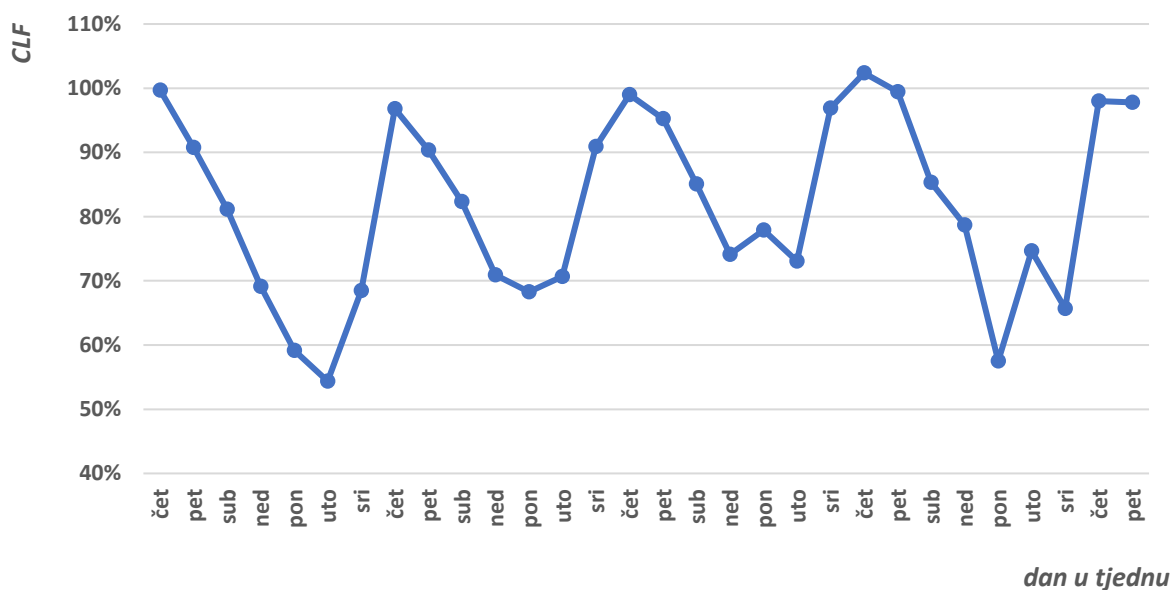
Tijekom ljetnog reda letenja prijevoznik je na relaciji CCC-AAA nudio više letova dnevno, kao što je prikazano u tablici 2.

Tablica 2. Broj letova na liniji CCC-AAA

Broj letova	Dan u tjednu
5	Ponedjeljak
4	Utorak
5	Srijeda
3	Četvrtak
5	Petak
5	Subota
3	Nedjelja

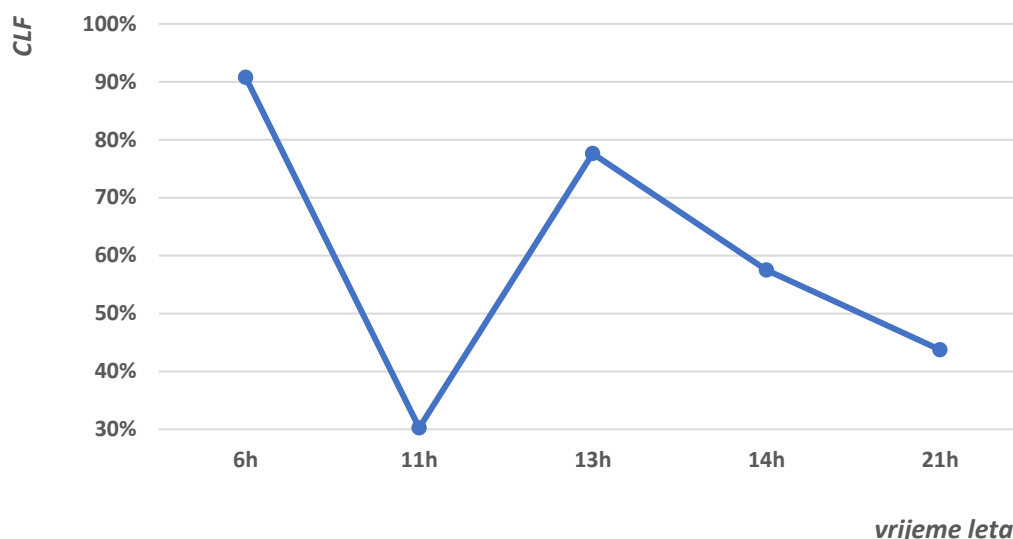
Izvor: [21]

Potražnja na domaćoj liniji CCC-AAA može značajno varirati tijekom tjedna, ali i tijekom dana. Grafički prikaz 9 prikazuje kretanje prosjeka faktora popunjenosti putničke kabine na liniji CCC-AAA kroz lipanj 2017, dok je grafičkim prikazom 10 prikazano kako faktor popunjenosti putničke kabine može varirati na dnevnoj bazi.



Grafički prikaz 9. Kretanje prosječnog dnevnog CLF-a na liniji CCC-AAA

Izvor: [20]



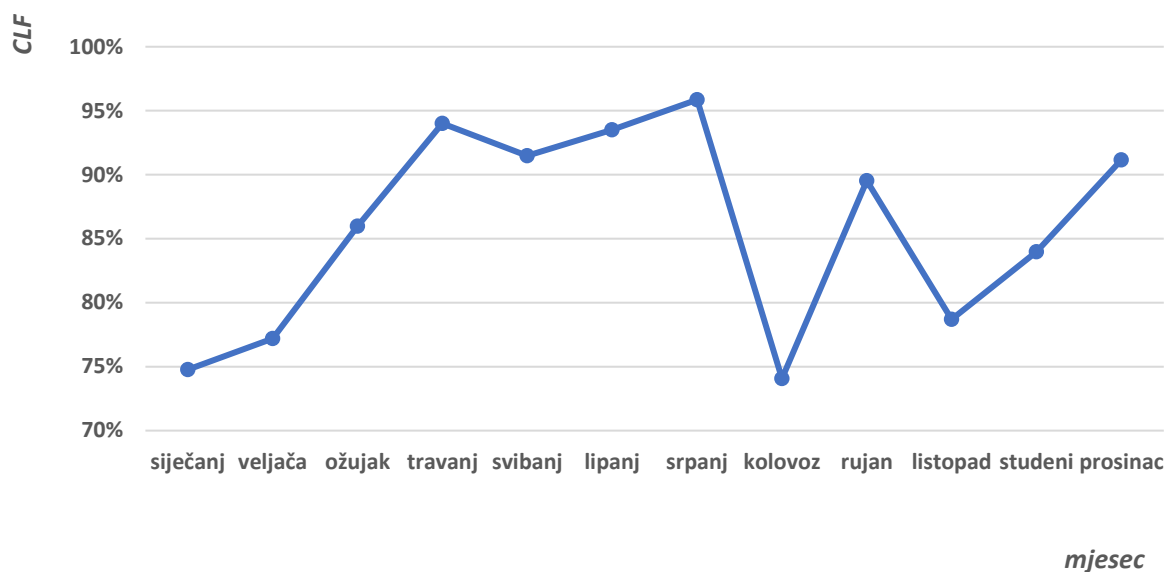
Grafički prikaz 10. Kretanje CLF-a na letovima linije CCC-AAA dana 26. lipnja 2017.

Izvor: [20]

Iz grafičkog prikaza 9 je vidljivo kako faktor popunjenosti putničke kabine ima velike oscilacije tijekom tjedna. Četvrtkom se na analiziranoj liniji ostvaruje najviša razina popunjenosti putničke kabine. Također, četvrtkom su najčešće pojave prekapacitiranosti zrakoplova, što ukazuje na veliku potražnju, ali i na moguć manjak ponuđenog kapaciteta na analiziranoj liniji koji bi se mogao riješiti uvođenjem zrakoplova većeg kapaciteta (ako postoji mogućnost).

Na grafičkom prikazu 10 se mogu primijetiti i dosta velike oscilacije CLF-a na dnevnoj bazi. Za primjer je analiziran let na relaciji CCC-AAA 26. lipnja 2017. Prijevoznik ponedjeljkom leti pet puta na navedenoj liniji. Vidljivo je kako najraniji let (u 06:00 sati ujutro) ima najbolje rezultate popunjenosti putničke kabine (oko 90%). Zadovoljavajuću razinu popunjenosti putničke kabine ima i let 13:00 sati (oko 80%), dok ostali letovi ne ostvaruju tako visoke razine popunjenosti putničke kabine. Let u 11:00 sati ima samo 30% popunjenosti, što je daleko ispod lipanjskog prosjeka za navedenu liniju.

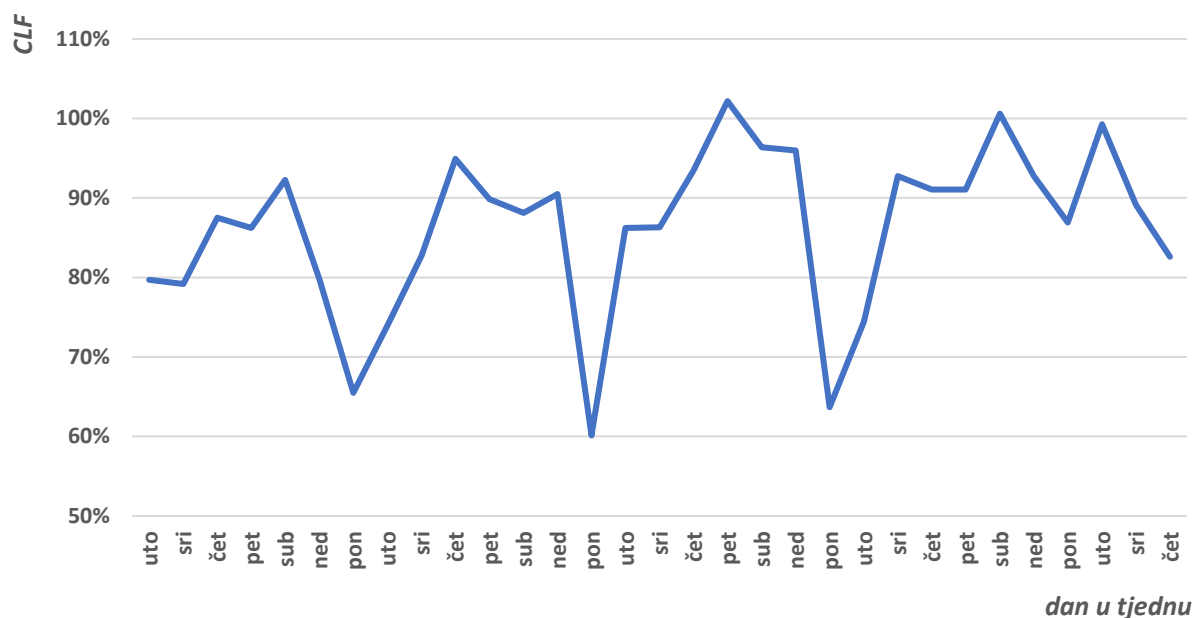
Treća analizirana linija je međunarodna linija DDD-CCC. Radi se o cjelogodišnjoj liniji između jedne zračne luke na sjeveru Europe i jedne zračne luke u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske. Promet se na navedenoj liniji odvija jednom dnevno kroz cijelu godinu. Na grafičkom prikazu 11 je prikazan prosječni mjesečni CLF na navedenoj liniji postignut u 2017. godini. Analizirana linija ima visok prosječni faktor popunjenosti putničke kabine kroz godinu. Najlošiji mjeseci, prema popunjenosti putničke kabine, su siječanj i kolovoz, čiji je prosjek oko 74% popunjenosti.



Grafički prikaz 11. Prosječni mjesečni CLF na liniji DDD-CCC

Izvor: [20]

Na liniji DDD-CCC također su vidljive varijacije u popunjenosti putničke kabine kroz tjedan, ali sveukupno gledajući, navedena relacija postiže dobre rezultate u popunjenosti putničke kabine. Na grafičkom prikazu 12 je vidljivo kretanje CLF-a kroz period od jednog mjeseca (ožujka 2017.) na liniji DDD-CCC.



Grafički prikaz 12. Kretanje CLF-a na dnevnoj bazi u ožujku 2017. godine na relaciji DDD-CCC

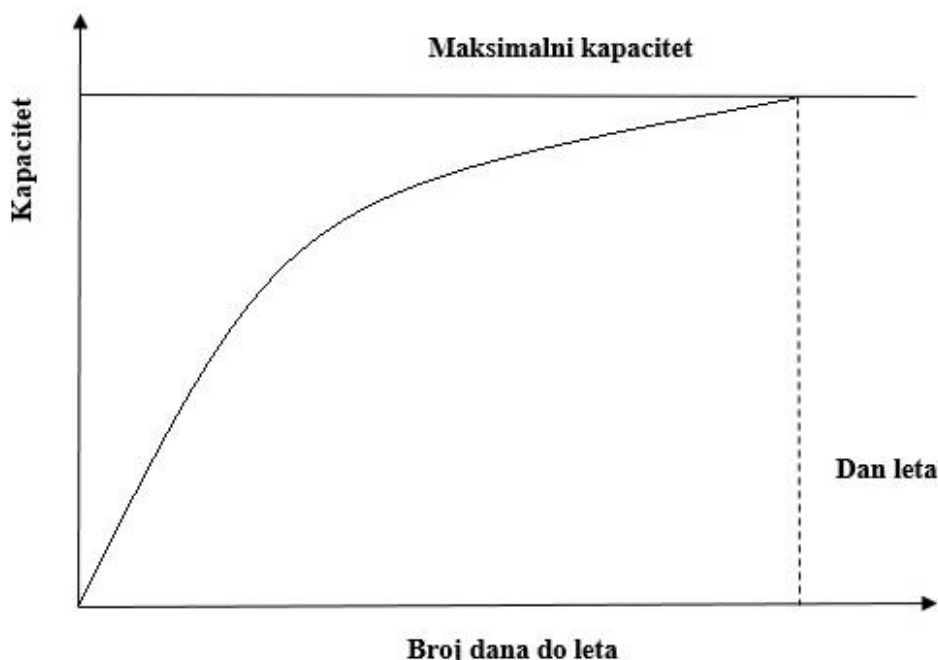
Izvor: [20]

5.2. Analiza kretanja punjenje zrakoplova

Kako bi se osigurala visoka stopa popunjenosti putničke kabine i viši prihodi na letu, važno je pratiti kretanje rezervacija na letu odnosno popunjavanje kapaciteta zrakoplova.

RM programi na temelju povijesnih podataka o letovima i nekih specifičnih karakteristika klasificiraju letove u određene skupine. Osim povijesnih podataka o letovima prijevoznika na određenoj relaciji, RM programima su dostupni i podaci kretanju cijena na letovima drugih prijevoznika na istoj relaciji. Na temelju klasifikacije leta, povijesnih podataka o popunjenosti leta, praćenju konkurencije i drugih relevantnih podataka, RM program će optimalno alocirati sjedala po klasama prijevoza i tarifnim klasama prijevoza te pratiti kretanje popunjavanja kapaciteta i raditi eventualne prilagodbe i re-optimizaciju.

Ovisno o postavkama RM programa, moguće je pratiti kretanje popunjavanja kapaciteta zrakoplova 365 dana prije leta. Teorijski prikaz praćenja kretanja popunjavanja kapaciteta zrakoplova prikazan je na grafičkom prikazu 13. U teoretskom slučaju, poznavajući karakteristike četiri osnovna tipa putnika, prvo će turistički putnici (koji su osjetljivi na cijenu i koji planiraju putovanje unaprijed) popuniti niže (najjeftinije) klase prijevoza. Popunjavanjem nižih klasa i približavanjem dana leta zrakoplova, RM sustav će zatvarati niže klase prijevoza te prihvaćati zahtjeve za višim klasama prijevoza. Nekoliko dana prije leta i na dan leta, u teoriji, niže klase su zatvorene za prodaju, te se prihvaćaju samo zahtjevi za najvišim klasama prijevoza, koje u pravilu kupuju poslovni putnici koji nisu osjetljivi na cijenu i koji planiraju putovanja neposredno prije leta.



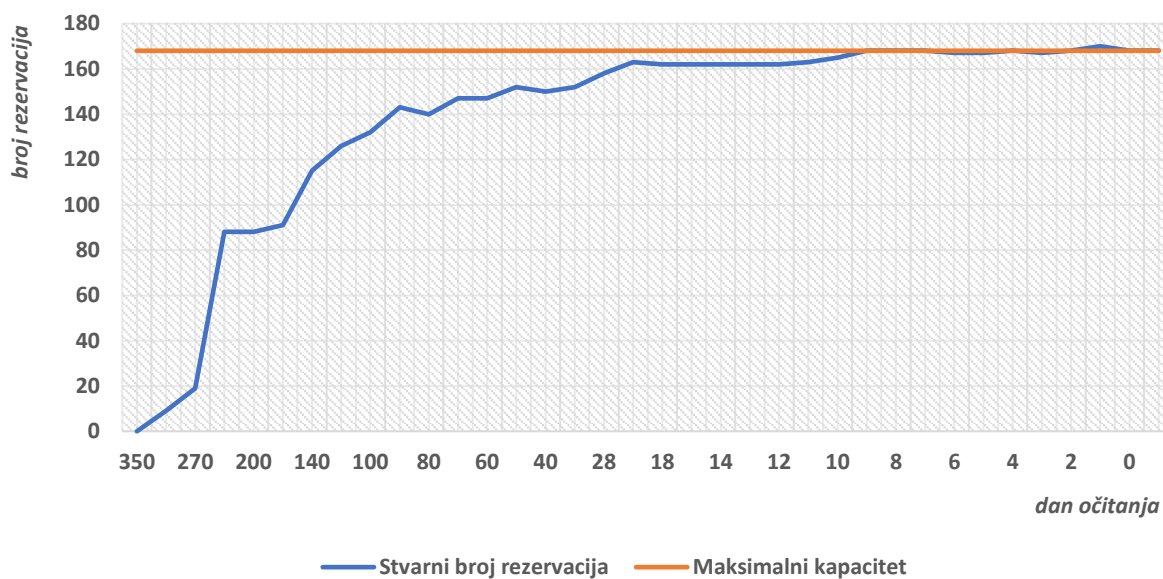
Grafički prikaz 13. Prikaz teorijskog slučaja popunjavanja kapaciteta zrakoplova

Izvor: [18]

U praksi, navedeni teorijski idealni scenarij je gotovo nemoguć.

Za analizu kretanja popunjenosti zrakoplova korišteni su interni podaci Croatia Airlinesa, za liniju BBB-AAA. RM program Croatia Airlinesa prati kretanje rezervacija leta kroz 35 dana očitavanja (engl. *reading day*) koji su definirani brojem dana prije datuma leta. U početku je razmak između dana očitavanja relativno velik, a približavanjem dana leta, očitavanja su sve češća. Trinaest dana prije leta, očitavanja rezervacija se odvijaju svakodnevno. Važno je napomenuti da sustav očitava i stanje popunjenosti jedan dan nakon leta (*reading day -1*). Taj podatak zapravo govori o stvarnom stanju broja putnika koji su putovali tim letom.

Na grafičkom prikazu 14 je prikazano kretanje rezervacija na relaciji BBB-AAA za let dana 14. srpnja 2017. godine. Analizirani let se obavljao zrakoplovom kapaciteta 168 sjedala. RM program je na temelju relevantnih (povijesnih) podataka o letovima na navedenoj relaciji odlučio 12 sjedala zaštititi za putnike poslovne klase, a 156 sjedala dodijeliti putnicima ekonomske klase. S obzirom da se radi o letu prema zračnoj luci na hrvatskoj obali u srpnju (tijekom turističke sezone), RM program je mogao očekivati povećanu potražnju na analiziranom letu i visoku razinu punjenja putničke kabine.



Grafički prikaz 14. Kretanje broja rezervacija u RM programu na relaciji BBB-AAA 14. srpnja 2017.

Izvor: [20]

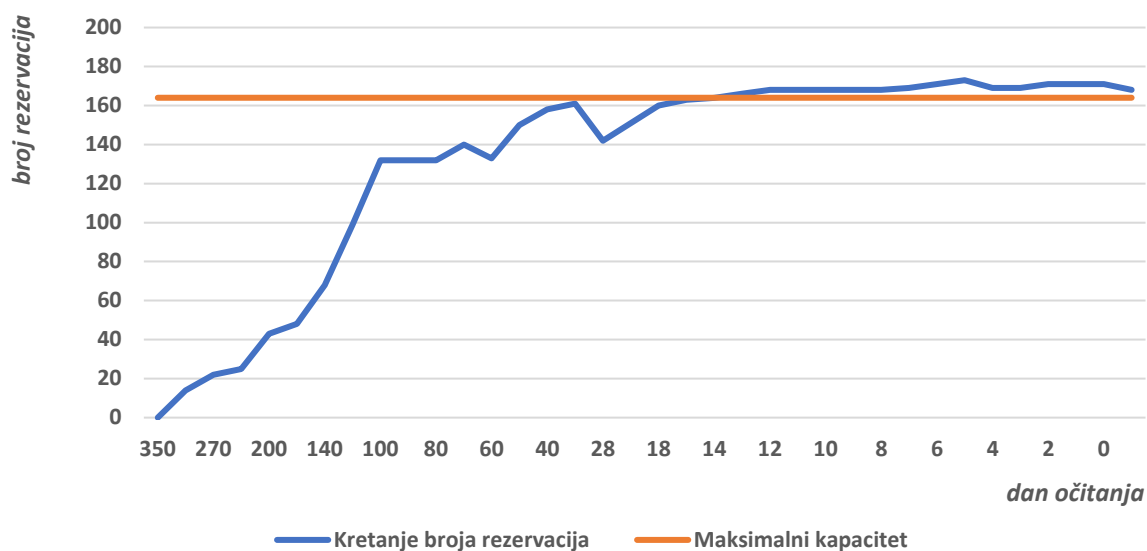
Tablica 3. Kretanje broja rezervacija po klasama na relaciji BBB-AAA 14. srpnja 2017.

Dan očitavanja (<i>Reading day</i>)	Ekonomska	Poslovna
10	153	12
9	156	12
8	157	11
7	156	12
6	155	12
5	155	12
4	156	12
3	155	12
2	156	12
1	158	12
0	156	12
-1	157	11

Izvor: [20]

Tablica 3 prikazuje kretanje rezervacija po klasama prijevoza od deset dana prije leta, do dana nakon leta (*reading day* -1). Iz tablice je vidljivo da su 10 dana prije leta u zauzeta sva mjesta u poslovnoj klasi, dok je u ekonomskoj klasi raspoloživo još tri mjesta. Dan kasnije (9 dana prije leta), faktor popunjenosti putničke kabine iznosi 100%. Osam dana prije leta došlo je do otkaza jedne rezervacije u poslovnoj klasi, ali je prihvaćena dodatna rezervacija u ekonomskoj klasi. Dan prije leta bilo je potvrđeno 158 rezervacija u ekonomskoj klasi i 12 rezervacija u poslovnoj klasi. Rezervacijski sustav je na temelju podataka RM programa dozvolio prekapacitiranje zrakoplova za dva mjesta (pretpostavljajući da postoji vjerojatnost kasnog otkaza rezervacije ili *no-show* putnika). Na dan leta, popunjenost putničke kabine je bila 100%, sa 156 rezervacija ekonomske klase i 12 rezervacija poslovne klase (baš kao što je RM program alocirao), međutim, konačno stanje na odletu je vidljivo na *reading day* -1. Iako je na sam dan leta bilo 12 rezervacija u poslovnoj klasi prijevoza, jedan putnik poslovne klase nije došao na odlet (kasni otkaz rezervacije ili *no-show* putnik) te je ukupan broj putnika poslovne klase bio 11. S obzirom na slobodno mjesto u kabini, prihvaćen je dodatni zahtjev za mjestom u ekonomskoj klasi, te je na kraju ukupan broj putnika ekonomske klase bio 157, a popunjenost putničke kabine 100%.

Za vrijeme turističke sezone, na analiziranoj liniji, faktor popunjenosti putničke kabine je vrlo visok. Letovi u određenim danima, takozvanim vršnim danima, znaju često biti rasprodani i mjesec dana prije leta, a česta je pojava i prekapacitiranost. Grafički prikaz 15 prikazuje upravo jedan takav primjer. Radi se o letu na relaciji BBB-AAA 5. srpnja 2017. godine. Zrakoplov je bio kapaciteta 164 mjesta.



Grafički prikaz 15. Kretanje broja rezervacija na liniji BBB-AAA na letu 5. srpnja 2017.

Izvor: [20]

Broj rezervacija stotinu dana prije leta je iznosio 132, a 34 dana prije leta broj rezervacija je bio jedna maksimalnom kapacitetu zrakoplova. Tablica 4 prikazuje kretanje rezervacija po klasama prijevoza od 40 dana prije leta do konačnog stanja.

Tablica 4. Kretanje broja rezervacija po klasama prijevoza na letu BBB-AAA 5. srpnja 2017.

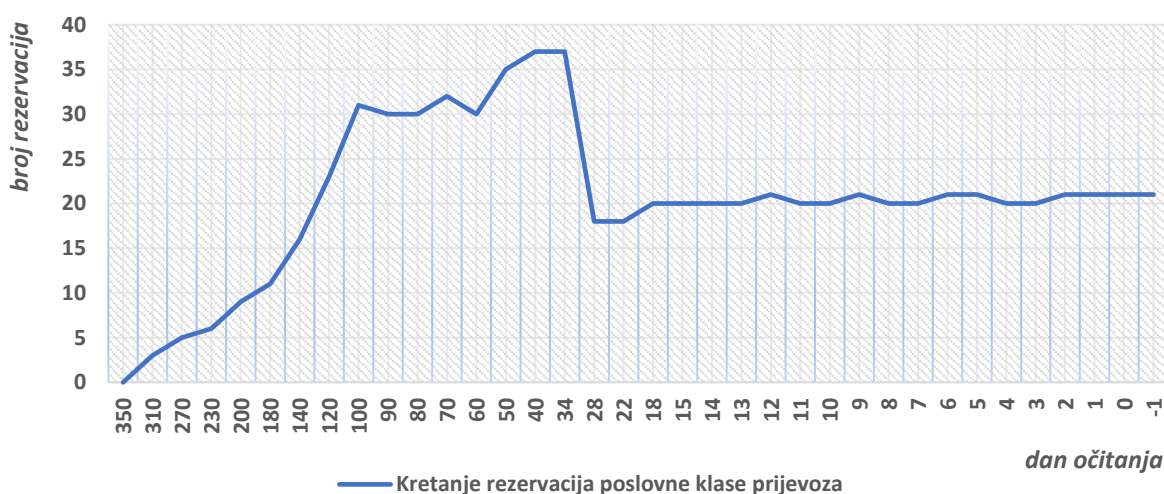
Dan očitavanja	Ekonomska	Poslovna
40	121	37
34	124	37
28	124	18
18	140	11
10	148	12
5	152	11
3	149	15
2	150	16
1	150	18
0	150	18
-1	147	21

Izvor: [20]

Zanimljivo je da je postojalo čak 37 rezervacija u poslovnoj klasi 34 dana prije leta zrakoplova, dok je 28 dana prije leta ta brojka pala na 18 rezervacija. Približavanjem dana leta dogodile su se još neke promjene u broju rezervacija u obje klase. Na dan leta postojalo je 168 rezervacija na letu, od čega 150 za ekonomsku klasu i 18 za poslovnu klasu prijevoza. Konačan broj putnika koji se pojavio na odletu je 168, od čega 147 putnika ekonomske klase prijevoza i 21 putnik poslovne klase. Izgledno je da bilo troje *no show* putnika ekonomske klase prijevoza,

ali je sustav potvrdio dodatna tri zahtjeva za poslovnom klasom prijevoza, što je u konačnici rezultiralo prekapacitiranjem zrakoplova za četiri mjesta. Pretpostavka je da je prijevoznik tražio četiri putnika koji bi dobrovoljno odustali od leta u zamjenu za određenu (najčešće novčanu) kompenzaciju i organizirao im dolazak na odredište drugim letom.

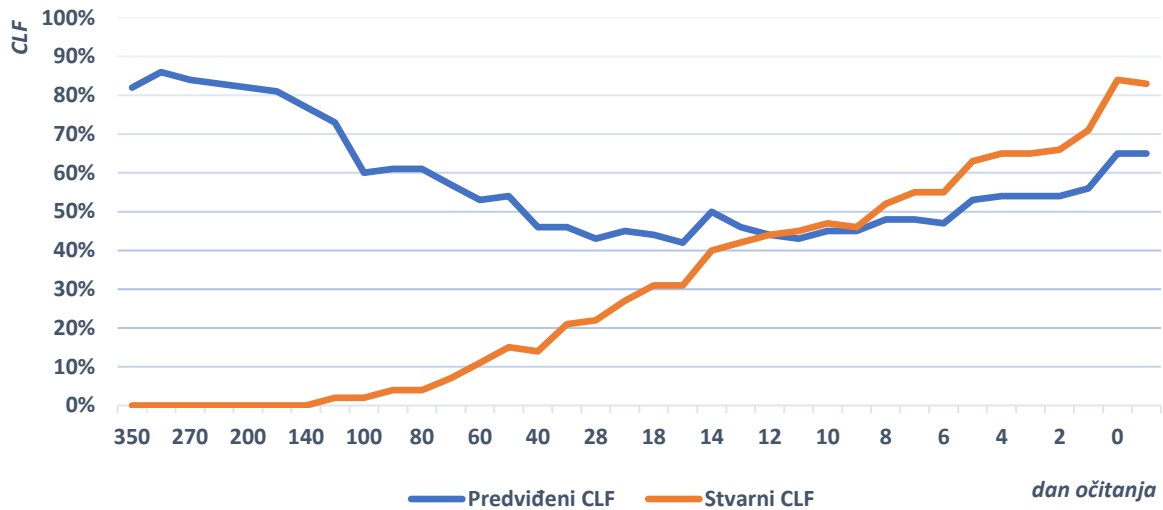
Na analiziranom letu je zanimljivo i praćenje kretanja rezervacija za poslovnom klasom, koje je prikazano grafičkim prikazom 16. Zahtjevi za prijevozom poslovnom klasom pojavljivali su se već 310 dana prije leta, 40 dana prije samoga leta bilo je čak 37 zahtjeva za poslovnom klasom prijevoza, a 28 dana prije leta ta je brojka pala na 18 zahtjeva. Vidljivo je da nemaju svi poslovni putnici karakteristiku planiranja putovanja neposredno prije leta.



Grafički prikaz 16. Kretanje rezervacija poslovne klase na letu BBB-AAA 5. srpnja 2017.

Izvor: [20]

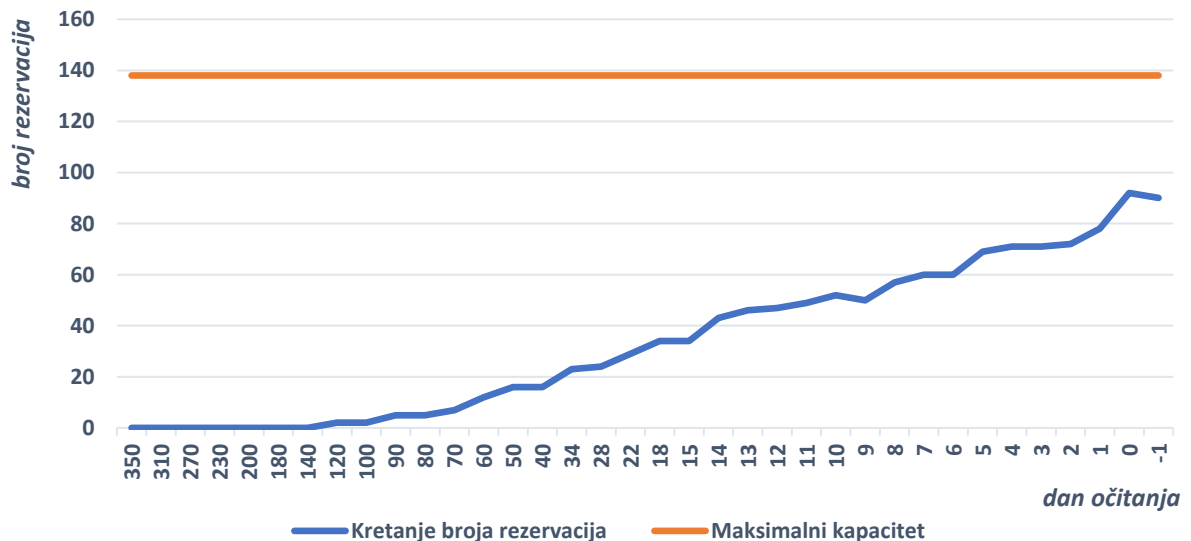
Izvan turističke sezone, potražnja za putovanjima je nešto manja, te su u skladu s time krivulje punjenja zrakoplova i postignuta popunjenost putničke kabine nešto lošiji. Na grafičkom prikazu 17 je prikazano kretanje krivulje očekivanog faktora popunjenosti putničke kabine i stvarnog faktora popunjenosti putničke kabine. RM program na početku praćenja kretanja rezervacija, na temelju povijesnih i drugih relevantnih podataka, očekuje određenu popunjenost putničke kabine, koju kasnije usklađuje u skladu sa stvarnim kretanjem broja rezervacija.



Grafički prikaz 17. Kretanje predviđenog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA 7. ožujka 2017.

Izvor: [20]

Krivulja punjenja putničke kabine prikazana je na grafičkom prikazu 18. Vidljivo je kako je punjenje relativno sporo i prilično nisko, uspoređujući sa punjenjem tijekom sezone prikazanim na grafičkom prikazu 16 Na letu je bilo ukupno 87 putnika, što znači da je popunjenost putničke kabine bila samo 62%.



Grafički prikaz 18. Kretanje ukupnog broja rezervacija na letu BBB-AAA 7. ožujka 2017.

Izvor: [20]

6. Interventne aktivnosti analitičara u neuobičajenim situacijama popunjavanja kapaciteta zrakoplova

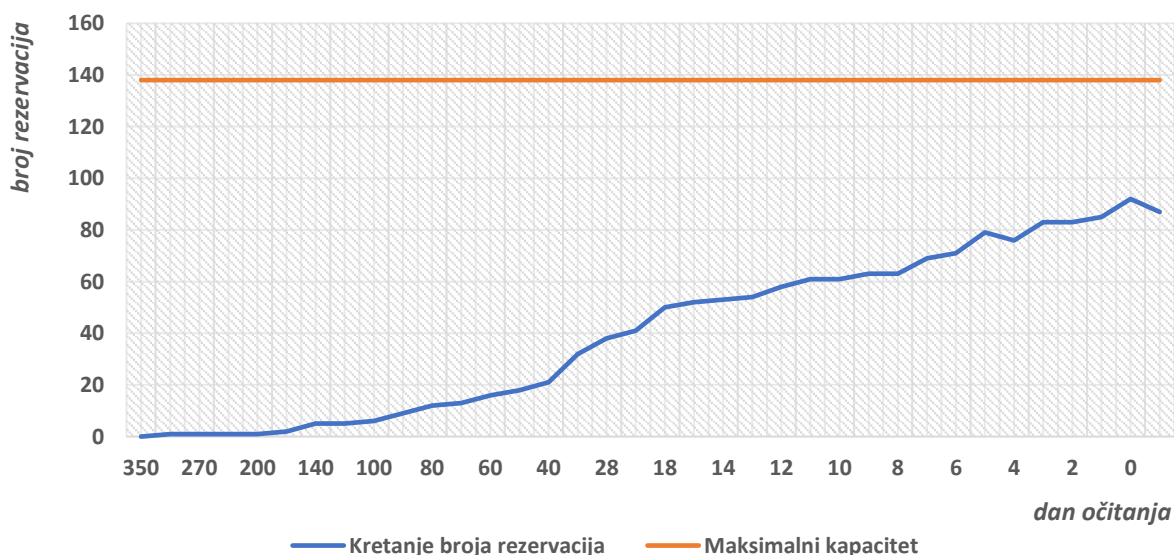
RM programi imaju sposobnost samostalno i automatski alocirati sjedala po klasama prijevoza i na taj način optimizirati kapacitete. Ukoliko se punjenje kapaciteta zrakoplova odvija prema predviđenom, RM analitičar, u teoriji, ne mora odraditi nikakvu korekciju. U tom slučaju RM program će, bez korektivnih mjera RM analitičara, optimizirati kapacitete zrakoplova.

RM programi nadgledaju stotine (pa i tisuće) letova zračnog prijevoznika istovremeno. Programi prate popunjavanje kapaciteta na letovima te upozoravaju analitičara upravljanja kapacitetima zrakoplova na određene, neuobičajene situacije popunjavanja kapaciteta. Najčešće se radi o situacijama:

- lošeg popunjavanja kapaciteta zrakoplova
- brzog i preranog popunjavanja kapaciteta zrakoplova.

Takve situacije zahtijevaju detaljnu analizu i poduzimanje određenih mjera, kako bi se u konačnici postigao glavni cilj *revenue managementa*, a to je maksimiziranje prihoda na letu.

Na grafičkom prikazu 19 je prikazan primjer situacije lošeg popunjavanja kapaciteta zrakoplova na liniji BBB-AAA 6. ožujka 2018. godine.

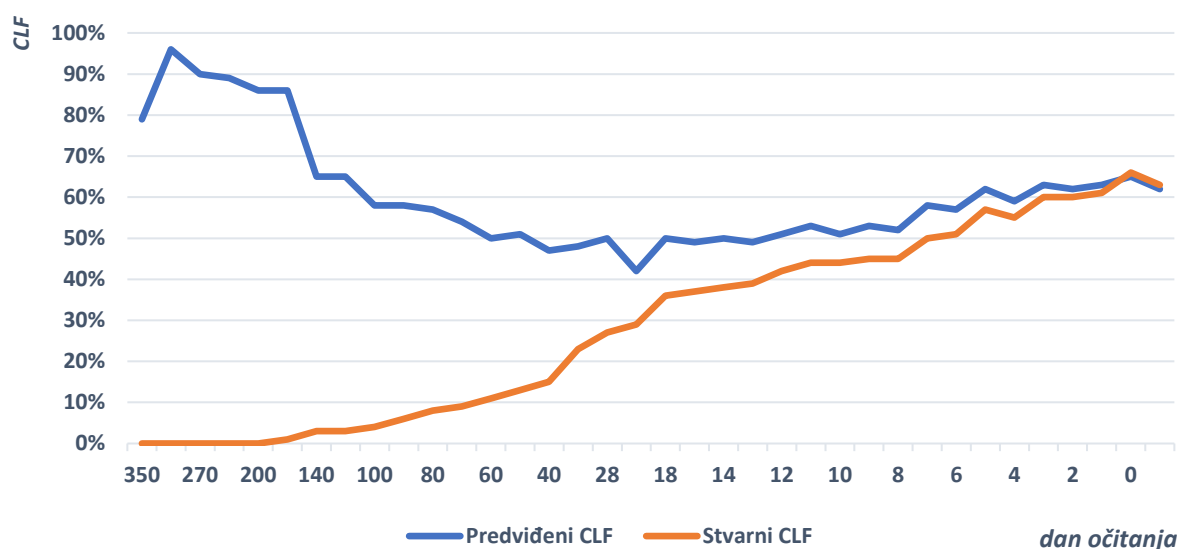


Grafički prikaz 19. Kretanje broja rezervacija na letu BBB-AAA 6. ožujka 2018. godine

Izvor: [20]

Iz grafičkog prikaza vidljivo je kretanje krivulje popunjavanja kapaciteta zrakoplova. Od RD¹⁵ 350 do RD 180 prihvaćena su samo dva zahtjeva za prijevozom. Devedeset dana prije leta bilo je potvrđeno samo devet rezervacija. Od RD 90 do dana leta, krivulja punjenja kapaciteta imala je gotovo konstantan, ali veoma blagi rast. U konačnici je na letu bilo 87 putnika što, s obzirom na maksimalni kapacitet zrakoplova od 138 sjedala, nije osobito dobar rezultat popunjenosti putničke kabine.

RM program će, uspoređujući predviđeni faktor popunjenosti putničke kabine i stvarno stanje popunjenosti putničke kabine te drugih relevantnih faktora, upozoriti analitičara upravljanja kapacitetima zrakoplova o neuobičajenoj situaciji popunjavanja kapaciteta zrakoplova na navedenom letu. Na grafičkom prikazu 20 je prikazano kretanje predviđenog i stvarnog faktora popunjenosti putničke kabine na analiziranoj situaciji.



Grafički prikaz 20. Kretanje predviđenog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA 6. ožujka 2018.

Izvor: [20]

Vidljivo je kako RM program korigira predviđeni CLF prema stvarnom stanju popunjavanja kapaciteta, ali u slučaju prevelikih razlika između predviđenog i očekivanog CLF-a, program će upozoriti RM analitičara o neuobičajenoj situaciji.

U takvim situacijama RM analitičar mora istražiti koji je uzrok (ili više njih) male potražnje i lošeg popunjavanja kapaciteta na letu, te poduzeti određene korektivne mjere. RM analitičar može preuzeti upravljanje raspoloživim sjedalima (obavljati ga manualno) ili, uz određene korekcije u programu upravljanja kapacitetima, ostaviti RM programu upravljanje raspoloživim sjedalima zrakoplova. Ovakve situacije zahtijevaju od RM analitičara iznimno dobro poznavanje situacije na tržištu te iskustvo. Na temelju poznavanja situacije na tržištu i

¹⁵ Dan očitavanja (engl. *Reading day*)

iskustva, RM analitičar mora donijeti pravovremene i točne odluke i poduzeo točne korektivne mjere koje će u konačnici rezultirati povećanjem prihoda na letu.

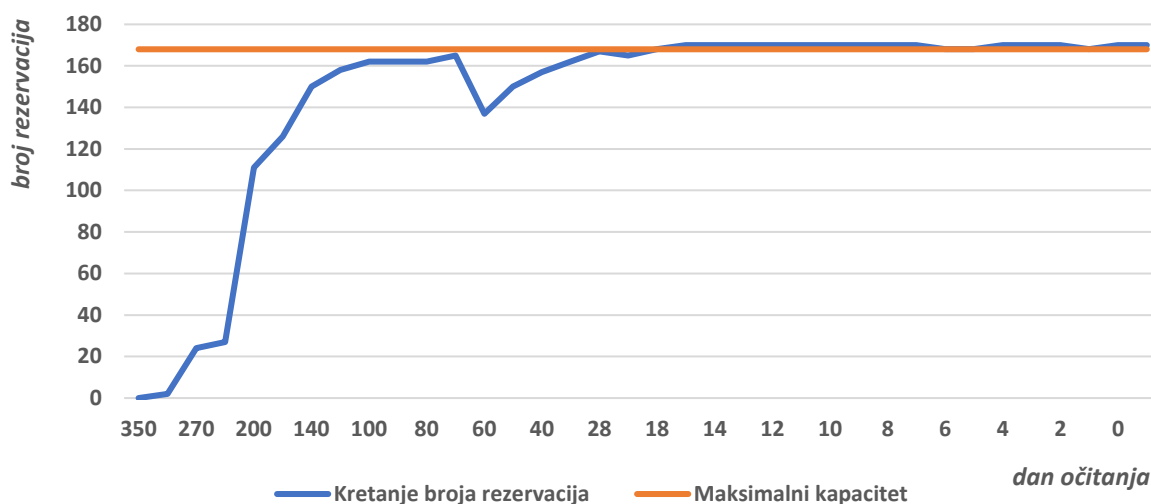
Jedan od mogućih načina povećanja ukupnih prihoda na letu je stimuliranje potražnje nuđenjem promotivnih cijena leta. Ako RM analitičar procjeni da faktor popunjenosti putničke kabine neće biti na zadovoljavajućoj razini, kao ni niti ukupni prihodi na letu, postoji mogućnost ponude određene količine kapaciteta zrakoplova po akcijskim, odnosno promotivnim cijenama karata. Takva situacija zahtjeva dobru suradnju sa službom marketinga i službom određivanja cijena. Kvalitetna propaganda i povoljne cijene karata mogu stimulirati potražnju što može rezultirati povećanjem ukupnih prihoda na letu i zadovoljavajućom razinom popunjenosti putničke kabine. Također, zadatak RM analitičara je odrediti koliku količinu sjedala treba ponuditi po promotivnim cijenama.

Analitičar upravljanja kapacitetima zrakoplova može u situacijama lošijeg popunjavanja kapaciteta zrakoplova manualno upravljati raspoloživim sjedalima te držati niže tarifne razrede otvorenima za rezervacije dulje nego bi to RM program činio. Na taj način se također nastoji stimulirati potražnja za letom, ali i postoji mogućnost da će putnici koji su bili spremni platiti više cijene, kupiti jeftinije karte, te će to zapravo rezultirati smanjenjem prihoda.

Ukoliko nijedna korektivna mjera ne rezultira zadovoljavajućim povećanje potražnje odnosno povećanjem broja rezervacija na letu, RM analitičar može u suradnji sa službom izrade reda letenja razmotriti mogućnost zamjene tipa zrakoplova, odnosno ostvarivanja planiranog leta sa zrakoplovom manjeg, ali zadovoljavajućeg kapaciteta.

Manji zrakoplovi u pravilu imaju niže operativne troškove. Smanjenjem troškova, uz zadržavanje iste razine prihoda postiže se povećanje dobiti. Naravno, mogućnost zamjene tipa zrakoplova nije uvijek moguća zbog eventualnog narušavanja reda letenja zračnog prijevoznika, nedostatka zrakoplova zadovoljavajućeg kapaciteta. Ukoliko postoji mogućnost zamjene tipa zrakoplova bez drastičnog utjecaja na cjelokupni red letenja zračnog prijevoznika i bez narušavanja strukture letenja prijevoznika, onda je zamjena tipa zrakoplova kvalitetno rješenje u ovakvim situacijama.

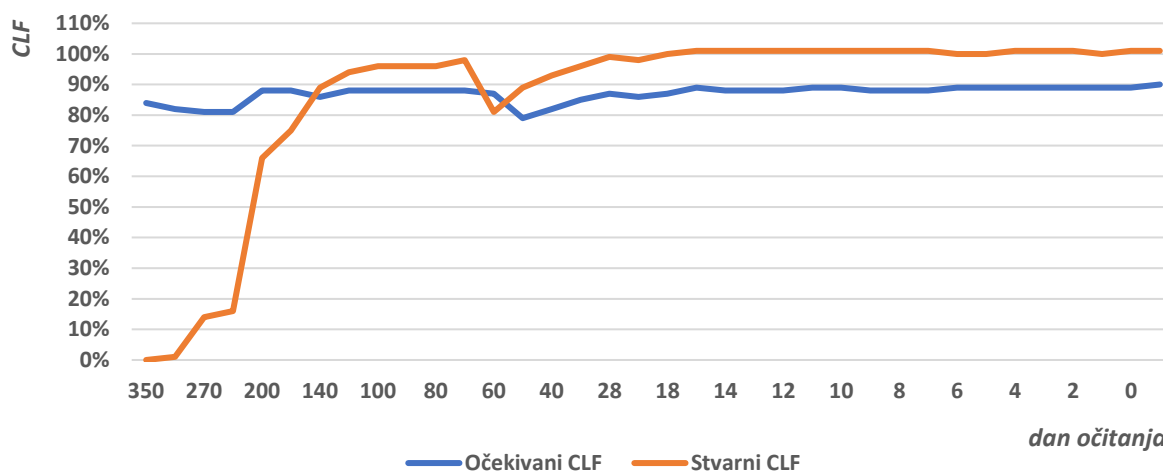
Druga situacija koja zahtjeva intervenciju analitičara upravljanja kapacitetima zrakoplova je situacija brzog i preranog punjenja kapaciteta. Primjer takve situacije je prikazan krivuljom kretanja rezervacija na grafičkom prikazu 21.



Grafički prikaz 21. Kretanje broja rezervacija na liniji BBB-AAA 24. ožujka 2018.

Izvor: [20]

Iz krivulje je vidljivo kako postoji velika potražnja za analiziranim letom odnosno velik broj rezervacija u ranoj fazi prodaje karata. Uspoređujući očekivani i stvarni faktor popunjenosti putničke kabine (grafički prikaz 22), RM program zaključuje kako postoji veća potražnja od predviđene za ovaj let, te upozorava RM analitičara o neuobičajenoj situaciji.



Grafički prikaz 22. Kretanje očekivanog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA dana 24. ožujka 2018.

Izvor: [20]

RM analitičar u ovakvim situacijama mora utvrditi razloge velike potražnje za letom, te primijeniti korektivne mjere kojima će optimizirati kapacitete zrakoplova i doprinijeti povećanju prihoda na letu.

Nakon utvrđivanja razloga velike potražnje i analiziranja stanja na tržištu, ukoliko je potrebno, RM analitičar preuzima upravljanje raspoloživim sjedalima zrakoplova. Najčešća korektivna mjera koja se primjenjuje u ovakvim situacijama je manualno zatvaranje klasa sa nižim tarifama kako bi se spriječilo daljnje popunjavanje zrakoplova po niskim tarifama. Na taj način ostaje dovoljno raspoloživih sjedala za visokoplatežne putnike. Na letovima sa visokom potražnjom česte su pojave prekapacitiranosti zrakoplova. RM analitičar, pomoću RM programa, odlučuje o postotku prekapacitiranja zrakoplova, odnosno odlučuje koliki će biti autorizirani kapacitet zrakoplova u odnosu na stvarni, fizički kapacitet. Uz pomoć RM programa, RM analitičar predviđa stopu nepojavljivanja putnika na odlet i nastoji postići sto postotnu popunjenost putničke kabine uz maksimalni приход.

Ukoliko RM analitičar na vrijeme procjeni da će potražnja za letom i dalje rasti, unatoč zatvaranju klasa sa nižim tarifama, može u suradnji sa službom izrade reda letenja zatražiti promjenu tipa zrakoplova za analiziranu liniju. Baš kao i u situacijama sa lošim popunjavanjem kapaciteta zrakoplova, promjena tipa zrakoplova nije uvijek moguća. Potrebno je u floti imati tip zrakoplova s kapacitetom koji bi zadovoljio potražnju, a zamjena tipa zrakoplova ne bi smjela uzrokovati neplanirane troškove na drugim linijama niti uzrokovati poremećaje u redu letenja.

U praksi su moguće razne situacije takozvanih neuobičajenih situacija punjenja kapaciteta zrakoplova, a na RM analitičarima je da svojim znanjem i iskustvom, i uz pomoć RM programa, reagiraju u skladu sa stvarnom situacijom te generiraju povećane prihode na letovima.

7. Zaključak

Deregulacija tržišta zračnog prometa potaknula je promjene u poslovanju zrakoplovnih prijevoznika. Smanjenjem cijena i pojavom niskotarifnih prijevoznika konkurencija se u zračnom prometu zaoštrila, a svaki dodatni prihod je dobro došao. Zračni prijevoznici su sve više pažnje pridavali aktivnostima kojima su nastojali povećati prihode te su uvidjeli da diferencijalnim strukturiranjem cijena i upravljanjem kapacitetima zrakoplova mogu povećati svoje ukupne prihode na letu.

„Nova“ poslovna disciplina, upravljanje ukupnim prihodom, ima za cilj maksimiziranje prihoda na letu uz što veće razine popunjenosti putničke kabine i cijene usluge. Upravljanje ukupnim prihodom manifestira se kroz upravljanje kapacitetima zrakoplova. Alociranjem sjedala u zrakoplovu po klasama prijevoza prijevoznici nude točno određene kapacitete određenim ciljanim skupinama putnika koji su spremni platiti određenu cijenu za ponuđenu uslugu.

S obzirom na velik broj linija koje prijevoznici opslužuju i veliku količinu podataka, upravljanje kapacitetima zrakoplova danas se ostvaruje pomoću sofisticiranih *revenue management* računalnih programa. Takvi programi koriste velike baze podataka pomoću kojih nastoje predvidjeti potražnju po klasama prijevoza, te na temelju predviđanja potražnje alociraju sjedala u zrakoplovu po klasama i tarifnim razredima, na način da se ostvari maksimalni mogući prihod u slučaju potpune popunjenosti putničke kabine.

Potražnja za letovima je varijabilna i stohastička, te niti RM programi ne mogu sa stopostotnom sigurnošću predvidjeti potražnju za određenim letom. RM programi mogu na zadovoljavajućoj razini potpuno samostalno upravljati kapacitetima zrakoplova, ako stvarna potražnja na letu po klasama prijevoza prati predviđenu potražnju. U praksi su moguće situacije u kojima stvarna potražnja i stvarno punjenje kapaciteta ne odgovaraju predviđenima te takve situacije zahtijevaju određene korekcije od *revenue management* analitičara.

Korektivnim mjerama u slučaju lošeg punjenja kapaciteta zrakoplova RM analitičar nastoji minimalizirati štetu (financijsku) koja može nastati zbog slabe popunjenosti putničke kabine, dok u situacijama velike potražnje i visoke popunjenosti putničke kabine, RM analitičar nastoji ostvariti najveći mogući prihod na letu. Upravo u situacijama gdje je potražnja za letom visoka i u kojima je stvarna popunjenost putničke kabine visoka, RM programi mogu najviše pridonijeti i pomoći RM analitičaru u ostvarenju maksimiziranja prihoda na letu.

Kako bi zračni prijevoznik ostvario maksimalne prihode na letu, nije dovoljan samo računalni RM program. Važno je sustavno planiranje ruta, reda letenja i flote zrakoplova, kao i iznimno dobro poznavanje tržišta i strukturiranje cijena usluga koje će privući željene putnike. Važno je imati i dobro obučenog RM analitičara koji će znati prepoznati svaku neuobičajenu situaciju te reagirati i poduzeti adekvatne korektivne mjere kojima će doprinijeti povećanju ukupnog prihoda na letu.

Literatura

- [1] Tatalović, M., Steiner, S., Mišetić, I.: *Čimbenici tržišnog pozicioniranja zrakoplovne tvrtke*, ZIRP 06, Nova prometno-tehnološka rješenja u funkciji logističkih mreža / Ivaković, Č. (ur.) znanstveni rad, FPZ, Zagreb, 2006.
- [2] Škurla Babić, R.: Nastavni materijali iz kolegija "*Gospodarenje i upravljanje u zračnom prometu*", FPZ, Zagreb 2017..
- [3] Tatalović, M., Mišetić, I., Bajić, J.: *Menadžment zrakoplovne kompanije*, MATE d.o.o., Zagreb, 2012.
- [4] Gökşen, S.: *Implementing Revenue Management*, BMI - Paper, Amsterdam, 2011.
- [5] Belobaba, P., Odoni, A., Barnhart, C.: *The Global Airline Industry*, Wiley, West Sussex, 2009.
- [6] Škurla Babić, R.: *Modeli predviđanja potražnje u sustavu dinamičkog upravljanja kapacitetima zrakoplova*, doktorska disertacija, Zagreb, 2012.
- [7] Klophaus, R.: *Airline Revenue Management in a changing Business Environment*, Trier University of applied Sciences and Centre of Aviation Law and Business, Neubrucke, 2016.
- [8] Cross, R. G.: *Revenue Management: Hard-Core Tactics for Market Domination*, Broadway Books, New York, 1997.
- [9] PROS, <https://www.pros.com/blog/airline-revenue-management-strategies-for-other-industries/>. [12.09.2018.]
- [10] Donovan, A. W.: *Yield Management in the Airline Industry*, Journal of Aviation/Aerospace Education & Research, 2005.
- [11] Sabre Airlines Solutions, https://www.sabreairlinesolutions.com/home/software_solutions/product/passenger_revenue_management/. [23.06.2018.]

- [12] Zeni, R. H.: *Improved Forecas Accuracy in Airline Revenue Management by Unconstraining Demand Estimates from Censored Data*, disertation, Newark Rutgers, The State University of New Yersey, New Yersey, 2001.
- [13] Bodea, T., Ferguson, M.: *Segmentation, Revenue Management, and Pricing Analytics*, Routledge, New York, 2014.
- [14] Daudel, S., Vialle, G.: *Yield Management: Applications to Air Transport and Other Service Industries*, ITA Press, Paris, 1994.
- [15] Takač, A.: *Upravljanje prihodom u komercijalnom zračnom prijevozu*, autorizirana predavanja, Croatia Airlines, Zagreb, 2012.
- [16] Doganis, R: *Airline Business in the 21st Century*, Routledge, London, 2005.
- [17] Pavlić, I.: *Statistička teorija i primjena*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1985.
- [18] Belobaba, P.: *Air Travel Demand and Airline Seat Inventory Management*, PhD thesis, MIT Flight Transportation Laboratory, Cambridge, 1987.
- [19] Državni zavod za statistiku, <https://www.dzs.hr/>. [31.08.2018.]
- [20] Croatia Airlines, *interni podaci*, 2018.
- [21] Croatia Airlines, <https://www.croatiaairlines.com/hr/Planiranje-i-rezervacije/red-letenja/Zimski-red-letenja-2017-18>. [04.09.2018.]

Popis slika

Slika 1. Proces upravljanja kapacitetima zrakoplova	11
Slika 2. Četiri tipa segmentirane potražnje	22
Slika 3. Gaussova krivulja normalne razdiobe	30
Slika 4. Tipične razdiobe vjerojatnosti zahtjeva.....	31
Slika 5. Krivulja očekivanog graničnog prihoda.....	32

Popis tablica

Tablica 1. Broj prevezeni putnika na liniji CCC-AAA u 2018. godini.....	37
Tablica 2. Broj letova na liniji CCC-AAA.....	38
Tablica 3. Kretanje broja rezervacija po klasama na relaciji BBB-AAA 14. srpnja 2017.....	43
Tablica 4. Kretanje broja rezervacija po klasama prijevoza na letu BBB-AAA 5. srpnja 2017.	44

Popis grafikona

Grafički prikaz 1. Uravnoteženje rizika neprodanih sjedala i prekapacitiranosti zrakoplova..	17
Grafički prikaz 2. Zadovoljenje potražnje na principu jedne ponuđene cijene i na principu više ponuđenih cijena.....	23
Grafički prikaz 3. Odnos pojedinačnih i ugniježđenih rezervacijskih limita	27
Grafički prikaz 4. Odnos rezervacijskih i zaštitnih limita	28
Grafički prikaz 5. Broj putnika u hrvatskim zračnim lukama u 2017. godini.....	34
Grafički prikaz 6. Kretanje CLF-a na međunarodnoj obalnoj liniji	35
Grafički prikaz 7. Kretanja CLF-a na liniji domaćoj liniji CCC-AAA.....	36
Grafički prikaz 8. Broj prevezenih putnika na liniji CCC-AAA u 2018. godini	37
Grafički prikaz 9. Kretanje prosječnog dnevnog CLF-a na liniji CCC-AAA.....	38
Grafički prikaz 10. Kretanje CLF-a na letovima linije CCC-AAA dana 26. lipnja 2017.....	39
Grafički prikaz 11. Prosječni mjesečni CLF na liniji DDD-CCC	40
Grafički prikaz 12. Kretanje CLF-a na dnevnoj bazi u ožujku 2017. godine na relaciji.....	40
Grafički prikaz 13. Prikaz teorijskog slučaja popunjavanja kapaciteta zrakoplova.....	41
Grafički prikaz 14. Kretanje broja rezervacija u RM programu na relaciji BBB-AAA 14. srpnja 2017.	42
Grafički prikaz 15. Kretanje broja rezervacija na liniji BBB-AAA na letu 5. srpnja 2017.	44
Grafički prikaz 16. Kretanje rezervacija poslovne klase na letu BBB-AAA 5. srpnja 2017. ...	45
Grafički prikaz 17. Kretanje predviđenog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA 7. ožujka 2017.	46
Grafički prikaz 18. Kretanje ukupnog broja rezervacija na letu BBB-AAA 7. ožujka 2017...46	46
Grafički prikaz 19. Kretanje broja rezervacija na letu BBB-AAA 6. ožujka 2018. godine.....	47
Grafički prikaz 20. Kretanje predviđenog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA 6. ožujka 2018.	48
Grafički prikaz 21. Kretanje broja rezervacija na liniji BBB-AAA 24. ožujka 2018.	50
Grafički prikaz 22. Kretanje očekivanog i stvarnog CLF-a na letu BBB-AAA dana 24. ožujka 2018.	50



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski 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 _____ diplomskog rada
pod naslovom **"Analiza korektivnih mjera u procesu upravljanja kapacitetima
zrakoplova"**

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

U Zagrebu, _____ 12.9.2018 _____

Student:

Antun Rajmović
(potpis)