

# Izračun rutnih naknada za usporedne tokove prometa između istih aerodroma

---

Rissi, Lea

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*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:119:407555>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

LEA RISSI

IZRAČUN RUTNIH NAKNADA ZA USPOREDNE  
TOKOVE PROMETA IZMEĐU ISTIH  
AERODROMA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

## ZAVRŠNI RAD

IZRAČUN RUTNIH NAKNADA ZA USPOREDNE  
TOKOVE PROMETA IZMEĐU ISTIH AERODROMA

CALCULATION OF ROUTE CHARGES FOR  
COMPARABLE TRAFFIC FLOWS BETWEEN THE  
SAME AIRPORTS

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

Student:

Lea Rissi

JMBAG: 0135261467

Zagreb, rujan 2023.

## **SAŽETAK:**

Velik dio europskog zračnog prostora pod nadzorom je EUROCONTROL-a – pan-europske, civilno-vojne organizacije čija je osnovna funkcija potpora europskom zrakoplovstvu. Na području djelovanja EUROCONTROL-a implementiran je jedinstven način obračuna i naplate troškova za pružene usluge u zračnoj plovidbi. Planiranje troškova, ugovaranje cijene te naplatu izvršava Centralni ured za naplatu rutnih naknada. Svrha istraživanja u ovom završnom radu je proučavanje metodologije izračuna rutnih naknada, računanje rutnih naknada za različite letove između parova gradova te usporedba i analiza dobivenih rezultata.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

EUROCONTROL; rutne naknade; parovi gradova; Centralni ured za rutne naknade; zračni prostor

## **SUMMARY:**

The major part of European airspace is under the supervision of EUROCONTROL, a pan-european, civil-military organisation, whose primary function is to support European aviation. Unique method for collection and cost calculation for air navigation services that are provided has been implemented in EUROCONTROL's area of activity. Cost planning, price negotiation and collection of fees are carried out by the Central Route Charge Office. The purpose of this thesis' research is to explore the calculation methodology of route charges, route charge calculation for different flights between the city pairs and comparison of the obtained results with proper analysis.

## **KEY WORDS:**

EUROCONTROL; route charges; city pairs; Central Route Charge Office; airspace

# SADRŽAJ

1 Uvod.....	1
2 Metodologija izračuna rutnih naknada.....	2
2. 1 Države članice.....	2
2. 2 Izračun rutnih naknada.....	3
2. 2. 1. Faktor udaljenosti.....	3
2. 2. 2 Faktor mase zrakoplova .....	4
2. 2. 3 Jedinična cijena naknade.....	5
2. 3 Programi korišteni za analizu.....	6
3 Detaljni izračun rutne naknade za let između Londona i Valencije .....	7
4 Usporedba tokova prometa između Atene i Züricha .....	11
4. 1 Izračun rutnih naknada.....	11
4. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Atene i Züricha .....	16
5 Usporedba tokova prometa između Stockholma i Pariza .....	19
5. 1 Izračun rutnih naknada.....	19
5. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Stockholma i Pariza ...	25
6 Usporedba tokova prometa između Barcelone i Kopenhagena .....	28
6. 1 Izračun rutnih naknada.....	28
6. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Barcelone i Kopenhagena.....	32
7 Zaključak.....	35
Literatura.....	36
Popis slika.....	37

# 1 Uvod

Zračni promet dinamična je i brzorastuća grana prometa. Mnoštvo zakona, propisa, pravila te preporuka čini ovu granu prometa sigurnom i efikasnom. Zračni promet ima globalni karakter, stoga se teži tome da ista pravila i standardi vrijede u svim državama svijeta. Kako bi zrakoplovi mogli sigurno letjeti i prelaziti iz jednog sektora u drugi, operater i posada zrakoplova moraju biti upoznati s uslugama koje se u njemu pružaju. Postoji niz usluga koje su dostupne za različite korisnike zračnoga prostora, a one se pružaju ovisno o klasi sektora te vrsti leta. Pojam usluge u zračnom prometu podrazumijeva široki spektar usluga koje se pružaju korisnicima zračnoga prostora. Financiranje tih usluga provodi se uz pomoć rutnih naknada. Rutna naknada izračunati je trošak preleta zrakoplova kroz pojedine naplatne zone. Iznos rutne naknade ovisi o veličini tri glavna faktora, odnosno o prijašnjoj udaljenosti, masi zrakoplova te naplatnoj zoni kroz koju zrakoplov prolazi.

Sustav naplate rutnih naknada jedinstven je za sve države članice EUROCONTROL-a, pan-europske civilno-vojne organizacije, čija je osnovna funkcija biti potpora europskom zrakoplovstvu. Organizacijski dio EUROCONTROL-a, koji je odgovoran za planiranje troškova, ugovaranje cijena i naplatu, naziva se Centralni ured za naplatu rutnih naknada. Ova organizacijska jedinica obavlja kompletni sustav izračuna i naplate rutnih naknada, transparentno i jednako za sve države članice.

Svrha istraživanja u ovom završnom radu je proučavanje metodologije izračuna rutnih naknada, računanje rutnih naknada za tri odabrana para gradova te analiza dobivenih rezultata. Analiza prometa između parova gradova vrlo je praktičan način za promatranje učinkovitosti letenja. U današnjem su zračnom prometu troškovi pružanja usluga izrazito važni jer utječu na poslovanje zrakoplovnih kompanija te pružatelja usluga.

Ovaj rad podijeljen je u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Metodologija izračuna rutnih naknada
3. Detaljni izračun rutne naknade za let između Londona i Valencije
4. Usporedba tokova prometa između Atene i Züricha
5. Usporedba tokova prometa između Stockholma i Pariza
6. Usporedba tokova prometa između Barcelone i Kopenhagena
7. Zaključak

Drugo poglavlje detaljno opisuje metodologiju izračuna rutnih naknada. U ovom poglavlju nalaze se i konkretni podaci koji su korišteni za izračune kao što su faktori težine za pojedine zrakoplove te jedinične cijene naknade za pojedine naplatne zone. Treće poglavlje konkretni je primjer metodologije objašnjene u drugom poglavlju, uz detaljno objašnjen postupak prikupljanja podataka o ruti te kompletni postupak izračuna ukupne rutne naknade. Četvrto, peto i šesto poglavlje sadrže usporedbe tokova prometa između odabranih parova gradova. Analize su upotunjene slikama trajektorija letova, a izračunati podaci su međusobno uspoređeni.

## 2 Metodologija izračuna rutnih naknada

Rutne naknade izračunati su troškovi preleta zrakoplova kroz određeni zračni prostor. Ove su naknade izrazito važne jer se njima financiraju Usluge u zračnom prometu (ANS – *Air Navigation Services*), bez čijeg rada moderni zračni promet ne bi bio moguć. Države članice EUROCONTROL-a stoga slijede jedinstven harmonizirani sustav naplate za svaki pojedini let kroz njihov zračni prostor [1].

Centralni ured za rutne naknade (CRCO – *Central Route Charge Office*) provodi Multilateralni sustav rutnih naknada te djeluje u ime svih država članica. Svaka država dužna je informirati CRCO s osnovnim podacima koji su potrebni za izračun rutnih naknada. CRCO djeluje u skladu s preporukama Međunarodne agencije za civilno zrakoplovstvo (ICAO – *International Civil Aviation Organisation*) s naglaskom na transparentnosti i jednakosti za sve države članice [2].

### 2. 1 Države članice

Države članice Multilateralnog sustava rutnih naknada navedene su u Tablici 1. Ukupno postoji 41 država članica [1].

Tablica 1: Države članice Multilateralnog sustava rutnih naknada

Albanija (LA)	Gruzija (UG)	Poljska (EP)
Armenija (UD)	Hrvatska (LD)	Portugal, Azori (LP)
Austrija (LO)	Irska (EI)	Rumunjska (LR)
Belgija (EB)	Italija (LI)	Sjeverna Makedonija (LW)
BiH (LQ)	Latvija (EV)	Slovačka (LZ)
Bugarska (LB)	Litva (EY)	Slovenija (LJ)
Cipar (LC)	Luksemburg (EL)	Srbija (LY)
Crna Gora (LY)	Mađarska (LH)	Španjolska (LE i GC)
Češka (LK)	Malta (LM)	Švedska (ES)
Danska (EK)	Moldova (LU)	Švicarska (LS)
Estonija (EE)	Monako (LN)	Turska (LT)
Finska (EF)	Nizozemska (EH)	Ujedinjeno Kraljevstvo (EG)
Francuska (LF)	Norveška (EN)	Ukrajina (UK)
Grčka (LG)	Njemačka (ED)	

## 2. 2 Izračun rutnih naknada

Postupak izračuna korišten u ovoj analizi koristi se za računanje rutne naknade za svaki pojedini let kroz zračni prostor država članica EUROCONTROL-a. Taj zračni prostor podijeljen je na niz različitih zona naplate, koje obično prate granice država članica (odnosno granice pružanja usluga ANS-a). Ukupna rutna naknada ( $R$ ) jednaka je zbroju naknada za pojedinačne zone naplate ( $r_i$ ) kroz koje je zrakoplov letio:

$$R = \sum_n r_i$$

Za izračun naknade u zoni naplate u obzir se uzimaju tri različita faktora:

$$r_i = f_d \cdot f_w \cdot f_c$$

- faktor udaljenosti -  $f_d$
- faktor mase zrakoplova -  $f_w$
- jedinična cijena naknade -  $f_c$

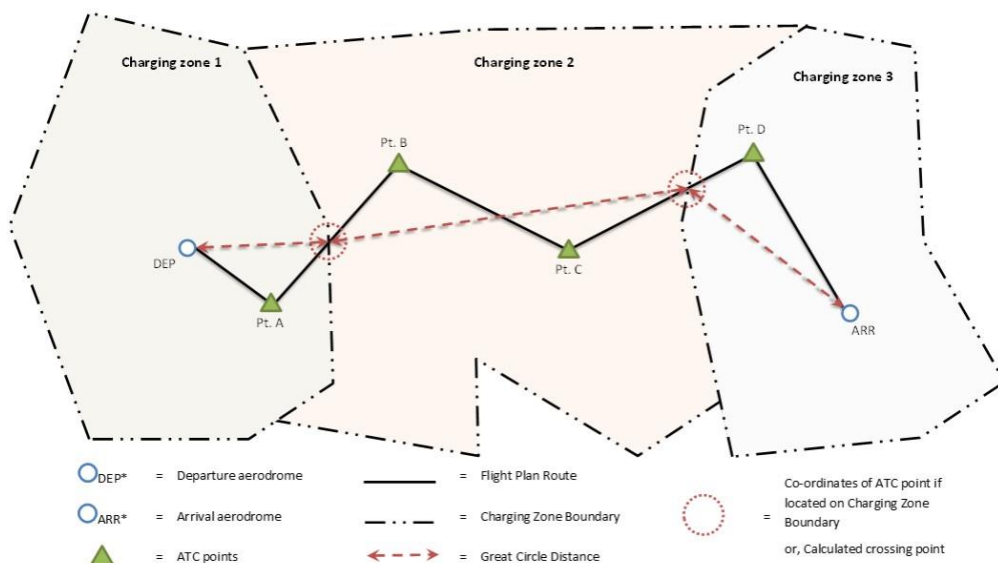
Naknada se računa kao umnožak ovih triju faktora. Prema tome, iznos rutne naknade određuje masa zrakoplova (koja se ne mijenja za različite zone naplate), prijeđena udaljenost (koja se određuje za svaku pojedinu zonu naplate) te jedinična stopa naknade (koja je unaprijed određena svaki mjesec za svaku državu članicu odnosno zonu naplate). Nakon što se izračuna naknada za svaku pojedinačnu zonu naplate, ukupna se rutna naknada jednostavno računa njihovim zbrajanjem [3].

### 2. 2. 1. Faktor udaljenosti

Faktor udaljenosti računa se na temelju stvarne rute letenja zrakoplova, bez obzira na odstupanja u odnosu na plan leta. Prijeđena udaljenost računa se prema principu velike kružnice, odnosno kao najkraća udaljenost od aerodroma polaska (ili ulazne točke u zonu naplate) do aerodroma dolaska (ili izlazne točke iz zone naplate). Princip velike kružnice za određivanje udaljenosti prikazan je na Slici 1.

Ovaj se princip ponavlja za svaku naplatnu zonu. Za svako slijetanje i uzlijetanje u naplatnoj zoni potrebno je oduzeti 20 kilometara od ukupne udaljenosti zbog toga što se terminalne naknade razlikuju od rutnih naknada, odnosno računaju se posebno. Za izračun faktora udaljenosti potrebno je konačno određenu prijeđenu udaljenost podijeliti brojem 100 [1].





\* For each take-off and for each landing in a charging zone, 20 km are deducted from the total distance for that charging zone.

Slika 1: Princip velike kružnice za određivanje udaljenosti [1]

## 2. 2. 2 Faktor mase zrakoplova

Faktor mase zrakoplova ovisi isključivo o certificiranoj maksimalnoj masi za uzlijetanje (MTOM – *Maximum take-off weight*) zrakoplova koji se koristi za taj let. Ukoliko postoji više certificiranih masa za isti zrakoplov, uzima se u obzir najveća. Masa zrakoplova izražava se u tonama te se zaokružuje na jednu decimalu. Faktor mase zrakoplova računa se prema formuli:

$$f_w = \sqrt{\frac{MTOM}{50}}$$

Dobiveni faktor potrebno je zaokružiti na dvije decimale [1]. U Tablici 2 vidljivi su nazivi zrakoplova, njihove mase te izračunati faktor mase koji su potrebni za ovu analizu.

Tablica 2: Faktori mase zrakoplova korištenih u analizi [4]

Zrakoplov		Masa (t)	Faktor mase
Airbus A-319	A319	64.0	1.13
Airbus A-320	A320	73.5	1.21
Airbus A-321	A321	89.0	1.33
Airbus A-320neo	A20N	73.5	1.21
Airbus A-321neo	A21N	93.5	1.37
Boeing 737-800	B738	70.5	1.19
Boeing 737 max 8	B38M	82.1	1.28
Boeing 777-200	B772	247.2	2.22
Bombardier BD-500 CSeries CS300	BCS3	67.5	1.16
Bombardier Regional Jet CRJ-900	CRJ9	36.5	0.85

### 2. 2. 3 Jedinična cijena naknade

Jedinična cijena naknade definirana je kao cijena preleta udaljenosti od 100 kilometara, za zrakoplov mase 50 tona, kroz pojedinu naplatnu zonu (jer u tom slučaju faktor mase i faktor udaljenosti iznose 1.00). Valuta u kojoj se obračunavaju naknade je Euro. Jedinične cijene naknade stupaju na snagu 1. siječnja, međutim zbog periodičnih fluktuacija u tečaju njihova se vrijednost dodatno korigira za svaki mjesec tijekom godine [1]. Za potrebe ove analize razmatrali su se isključivo letovi tijekom kolovoza 2022. godine, stoga za sve izračune vrijede jedinične cijene naknade prikazane u Tablici 3.

Tablica 3: Jedinična cijena naknade za kolovoz 2022. [5]

<b>Zona</b>	<b>Jedinična cijena naknade (EUR)</b>	<b>Tečaj konverzije 1 EUR =</b>
Albanija	58.07	116.965 ALL
Armenija	65.20	417.281 AMD
Austrija	67.55	/
Belgija	120.52	/
BiH	40.20	1.95501 BAM
Bugarska	35.87	1.95555 BGN
Cipar	28.94	/
Crna Gora	42.49	/
Češka	64.05	24.5688 CZK
Danska	63.91	7.44066 DKK
Estonija	32.99	/
Finska	44.15	/
Francuska	73.24	/
Grčka	28.95	/
Gruzija	59.04	2.85679 GEL
Hrvatska	50.62	7.51452 HRK
Irska	29.37	/
Italija	75.64	/
Latvija	31.92	/
Litva	44.18	/
Luksemburg	120.52	/
Mađarska	39.78	402.715 HUF
Malta	33.14	/

Nizozemska	82.34	/
Norveška	53.95	10.1682 NOK
Njemačka	62.57	/
Poljska	45.11	4.76635 PLN
Portugal – Lisabon	42.54	/
Portugal – Santa Maria	13.61	/
Rumunjska	48.58	4.93584 RON
Sjeverna Makedonija	53.87	61.4895 MKD
Slovačka	68.75	/
Slovenija	61.33	/
Srbija	42.49	117.313 RSD
Španjolska	49.43	/
Španjolska – Kanarski otoci	42.70	/
Švedska	66.61	10.5577 SEK
Švicarska	95.86	0.986538 CHF
Turska	17.53	17.7662 TRY
Ujedinjeno Kraljevstvo	68.94	0.848310 GBP
Ukrajina	58.23	32.4209 UAH
Ukrajina – jug	22.96	32.4209 UAH

## 2.3 Programi korišteni za analizu

Tijekom izrade završnoga rada za analizu su korištena dva programa – *Route per State Overflowed (RSO) Distance Tool* i *EUROCONTROL Network Strategic Tool (NEST)*. Oba programa vlasništvo su organizacije EUROCONTROL te su osmišljeni za analize protoka prometa i dizajniranje ruta.

EUROCONTROL NEST program korišten je za pregled stvarnog prometa iz kolovoza 2022. (*AIRAC 2208*) te odabir uzorka prometa analiziranog u ovom završnom radu.

RSO Distance Tool program korišten je za određivanje prijedene udaljenosti kroz svaku pojedinu zonu naplate.

### 3 Detaljni izračun rutne naknade za let između Londona i Valencije

Detaljni postupak analize te izračun rutne naknade prikazan je na primjeru leta između Londona (EGLL) i Valencije (LEVC). Tip zrakoplova koji je korišten za ovaj let je Airbus A321. Za lakše objašnjenje te vizualni prikaz ovoga leta korišten je program NEST, što je prikazano na Slici 2.



Slika 2: Prikaz leta London - Valencija u programu NEST

Na slici je tamnoplavom linijom označena ruta leta. Zrakoplov je 15. kolovoza 2022. godine poletio u Londonu, ubrzo napustio zračni prostor Ujedinjenog Kraljevstva, zatim preletio kroz francuski zračni prostor te na kraju ušao u španjolski zračni prostor i sletio u Valenciji. Let je trajao 1 sat i 45 minuta.

Pregledom podataka o letu, vrlo se lako mogu saznati precizni podaci u prijedenoj ruti. Za potrebe ove analize, ruta je praćena nizom točaka čije su koordinate jednoznačno određene. Kontrola zračne plovidbe takve točke naziva *ATC Points* (*ATC – Air traffic control*), a njihova su imena petero slovna (npr. NIVES, PETOV, KOPRY). Ukoliko točka predstavlja lokaciju radionavigacijskog sredstva, ime točke se sastoji od tri slova (npr. PIS, DVL, YNN). Pregled rute u programu NEST prikazan je na Slikama 3 i 4.

Točan redoslijed točaka rute vidljiv je u drugom stupcu. Osim toga, u istom prozoru mogu se vidjeti i točne koordinate tih točaka, kao i vrijeme preleta kroz te točke. Dostupni su i dodatni podaci kao što je visina zrakoplova te sektori kroz koje je zrakoplov prošao, međutim ti podaci nisu potrebni za ovu analizu te su informativnog karaktera.

Flight Route Viewer  
Flight: AA39950559 Actual. Delay sum : 0 min

Flight Information: Departure: EGLL, Arrival: LEVC, CallSign: BAW400V, Airline: BAW, Dep time: 15.08.2022. 09:58, Arr time: 15.08.2022. 11:43, RFL: 370, Aircraft: A321 (M)

Select Route Entries:  Navigation Points,  Elementary Sectors,  Collapse Sectors,  ACCA,  Only Standard Items,  Latitude/Longitude,  Crossed Duration,  Exit Time

Date Time	Airport	Navigation Point	Elementary Sector	Flight Level	Latitude	Longitude
15.08.2022. 09:58:00	EGLL	-	-	0	51°28'39" -0°27'41"	
15.08.2022. 09:58:00	-	-	EGTMMDFI	0	51°28'39" -0°27'41"	
15.08.2022. 09:59:37	-	-	EGTTSWD	35	51°28'52" -0°33'56"	
15.08.2022. 10:00:01	-	LON4	-	40	51°28'12" -0°38'17"	
15.08.2022. 10:00:34	-	LON8	-	59	51°23'56" -0°36'51"	
15.08.2022. 10:01:20	-	LON8	-	86	51°20'58" -0°34'53"	
15.08.2022. 10:01:34	-	-	EGTTOCK	92	51°20'00" -0°34'20"	
15.08.2022. 10:02:01	-	LO89	-	105	51°17'36" -0°32'59"	
15.08.2022. 10:02:30	-	MAXIT	-	117	51°14'59" -0°33'43"	
15.08.2022. 10:03:09	-	-	EGTWWIL	123	51°12'09" -0°31'10"	
15.08.2022. 10:05:13	-	-	EGT18SPD	175	51°01'27" -0°21'34"	
15.08.2022. 10:11:38	-	-	EGT01LUW	295	50°19'06" -0°04'58"	
15.08.2022. 10:13:34	-	SITET	-	322	50°08'00" 0°00'00"	
15.08.2022. 10:13:34	-	-	LFRRQS	322	50°06'00" 0°00'00"	
15.08.2022. 10:16:57	-	-	LFRRQJ	345	49°41'59" 0°09'24"	
15.08.2022. 10:17:05	-	ETRAT	-	347	49°41'00" 0°09'48"	
15.08.2022. 10:18:41	-	-	LFRRQU	365	49°29'17" 0°14'29"	
15.08.2022. 10:20:03	-	DVL	-	370	49°18'39" 0°18'46"	
15.08.2022. 10:21:19	-	-	LFRRXU	370	49°08'20" 0°13'48"	
15.08.2022. 10:37:11	-	BOKNO	-	370	47°02'49" 0°41'30"	
15.08.2022. 10:37:11	-	-	LFBBR4	370	47°02'49" 0°41'30"	
15.08.2022. 10:40:32	-	TUDRA	-	370	46°32'20" 0°46'51"	
15.08.2022. 10:47:05	-	FOUCO	-	369	45°45'17" 0°28'50"	
15.08.2022. 10:52:29	-	LERGI	-	369	45°00'00" 0°30'00"	
15.08.2022. 10:53:04	-	-	LFBBX4	369	44°56'30" 0°34'19"	
15.08.2022. 10:56:51	-	SECHE	-	369	44°26'19" 0°30'55"	
15.08.2022. 10:57:11	-	-	LFT3AAZ	369	44°23'33" 0°30'59"	
15.08.2022. 10:59:32	-	-	LFT3AA	369	44°04'13" 0°31'27"	
15.08.2022. 11:00:45	-	-	LFT3ABZ	369	43°54'29" 0°31'42"	
15.08.2022. 11:02:39	-	-	LFBBZ4	369	43°39'19" 0°32'04"	
15.08.2022. 11:04:28	-	-	LFBBN4	369	43°24'48" 0°32'25"	
15.08.2022. 11:09:33	-	ANETO	-	369	42°41'35" 0°33'30"	
15.08.2022. 11:09:33	-	-	LECBP2R	369	42°41'35" 0°33'30"	

Traffic type: Actual

Slika 3: Prikaz rute zrakoplova - prvi dio

Flight Route Viewer  
Flight: AA39950559 Actual. Delay sum : 0 min

Flight Information: Departure: EGLL, Arrival: LEVC, CallSign: BAW400V, Airline: BAW, Dep time: 15.08.2022. 09:58, Arr time: 15.08.2022. 11:43, RFL: 370, Aircraft: A321 (M)

Select Route Entries:  Navigation Points,  Elementary Sectors,  Collapse Sectors,  ACCA,  Only Standard Items,  Latitude/Longitude,  Crossed Duration,  Exit Time

Date Time	Airport	Navigation Point	Elementary Sector	Flight Level	Latitude	Longitude
15.08.2022. 10:20:03	-	DVL	-	370	49°18'39" 0°18'46"	
15.08.2022. 10:21:19	-	-	LFRRXU	370	49°08'20" 0°13'48"	
15.08.2022. 10:37:11	-	BOKNO	-	370	47°02'49" 0°41'30"	
15.08.2022. 10:37:11	-	-	LFBBR4	370	47°02'49" 0°41'30"	
15.08.2022. 10:40:32	-	TUDRA	-	370	46°32'20" 0°46'51"	
15.08.2022. 10:47:05	-	FOUCO	-	369	45°45'17" 0°28'50"	
15.08.2022. 10:52:29	-	LERGI	-	369	45°00'00" 0°30'00"	
15.08.2022. 10:53:04	-	-	LFBBX4	369	44°56'30" 0°34'19"	
15.08.2022. 10:56:51	-	SECHE	-	369	44°26'19" 0°30'55"	
15.08.2022. 10:57:11	-	-	LFT3AAZ	369	44°23'33" 0°30'59"	
15.08.2022. 10:59:32	-	-	LFT3AA	369	44°04'13" 0°31'27"	
15.08.2022. 11:00:45	-	-	LFT3ABZ	369	43°54'29" 0°31'42"	
15.08.2022. 11:02:39	-	-	LFBBZ4	369	43°39'19" 0°32'04"	
15.08.2022. 11:04:28	-	-	LFBBN4	369	43°24'48" 0°32'25"	
15.08.2022. 11:09:33	-	ANETO	-	369	42°41'35" 0°33'30"	
15.08.2022. 11:09:33	-	-	LECBP2R	369	42°41'35" 0°33'30"	
15.08.2022. 11:10:03	-	-	LED47B	369	42°39'35" 0°24'31"	
15.08.2022. 11:10:03	-	-	LED47BZ	369	42°39'35" 0°24'31"	
15.08.2022. 11:14:39	-	POSSY	-	369	42°03'41" 0°09'26"	
15.08.2022. 11:16:57	-	ROCME	-	369	41°45'13" 0°11'02"	
15.08.2022. 11:19:57	-	SEROX	-	355	41°20'48" 0°13'07"	
15.08.2022. 11:20:33	-	CASPE	-	346	41°16'06" 0°11'58"	
15.08.2022. 11:21:33	-	MLA	-	312	41°07'47" 0°09'55"	
15.08.2022. 11:21:52	-	-	LEBLDDS	305	41°05'15" 0°08'53"	
15.08.2022. 11:23:32	-	CRETA	-	271	40°52'20" 0°03'42"	
15.08.2022. 11:25:58	-	-	LECLVAP	245	40°34'28" -0°03'26"	
15.08.2022. 11:26:06	-	RIMES	-	243	40°33'29" -0°03'50"	
15.08.2022. 11:28:33	-	SAURA	-	210	40°15'22" -0°11'00"	
15.08.2022. 11:29:17	-	-	LED104	203	40°14'29" -0°19'44"	
15.08.2022. 11:31:49	-	-	LETAPTERL	145	40°02'52" -0°29'33"	
15.08.2022. 11:38:21	-	OPERA	-	56	39°37'22" -0°46'44"	
15.08.2022. 11:43:53	LEVC	-	-	0	39°29'22" -0°28'54"	

Traffic type: Actual

Slika 4: Prikaz rute zrakoplova - drugi dio

Postupak se zatim nastavlja u programu RSO Distance Tool. Za početak rada u ovom programu potrebno je unijeti rutu leta. Unošenje rute započinje ICAO oznakom aerodroma polijetanja (u ovom slučaju EGLL), zatim se upisuje jedna po jedna točka rute te se završava ICAO oznakom aerodroma slijetanja (u ovom slučaju LEVC). Program prepoznaje točke rute te upozorava ukoliko je točka neispravno unesena. Unos rute uz pomoć točaka prikazan je na Slici 5. Program zatim sam određuje koje su od unesenih točaka ulazne, a koje izlazne točke pojedine naplatne zone. Prijedena udaljenost po svakoj naplatnoj zoni računa se na temelju određenih ulaznih i izlaznih točaka, po principu velike kružnice.

Route information

**Aerodromes** Departure: EGLL, Arrival: LEVC; IATA: LON, VAL; Aerodrome Name: ; Route reference: EGLL-LEVC

Point Type	Identification	Latitude			Longitude			Zone	Published		
Aerodrome	EGLL	51	28	39	North	000	27	41	West	EG	
Labeled Point	*LON4	51	26	12	North	000	36	17	West		
Labeled Point	*LON8	51	23	56	North	000	36	51	West		
Labeled Point	*LON9	51	20	58	North	000	34	53	West		
Labeled Point	*LO89	51	17	36	North	000	32	59	West		
Labeled Point	MAXIT	51	14	59	North	000	33	43	West		
Labeled Point	SITET	50	06	00	North	000	00	00	East		
Labeled Point	ETRAT	49	41	00	North	000	09	48	East		
Labeled Point	DVL	49	18	39	North	000	18	46	East		
Labeled Point	BOKNO	47	02	49	North	000	41	30	East		
Labeled Point	TUDRA	46	32	20	North	000	46	51	East		
Labeled Point	FOUCO	45	45	17	North	000	28	50	East		
Labeled Point	LERGI	45	00	00	North	000	30	00	East		
Labeled Point	SECHE	44	26	19	North	000	30	55	East		
Labeled Point	ANETO	42	41	35	North	000	33	30	East		
Labeled Point	POSSY	42	03	41	North	000	09	26	East		
Labeled Point	ROCME	41	45	13	North	000	11	02	East		
Labeled Point	SEROX	41	20	48	North	000	13	07	East		
Labeled Point	CASPE	41	16	06	North	000	11	58	East		
Labeled Point	MLA	41	07	47	North	000	09	55	East		
Labeled Point	CRETA	40	52	20	North	000	03	42	East		
Labeled Point	RIMES	40	33	29	North	000	03	50	West		
Labeled Point	SAURA	40	15	22	North	000	11	00	West		
Labeled Point	OPERA	39	37	22	North	000	46	44	West		
Aerodrome	LEVC	39	29	22	North	000	28	54	West	LE	

Slika 5: Unos rute leta u program RSO Distance Tool

Izračunate prijedene udaljenosti u svakoj od tri naplatne zone vidljive su na Slici 6. Prema sedmom stupcu tablice prijedena udaljenost zrakoplova je:

- 137 kilometara u zračnom prostoru Ujedinjenog Kraljevstva (EG)
- 823 kilometara u zračnom prostoru Francuske (LF)
- 348 kilometara u zračnom prostoru Španjolske (LE)

EUROCONTROL RSO route charges estimation

**Aerodromes** Departure: EGLL, Arrival: LEVC; IATA: LON, VAL; Aerodrome Name: ; Route reference: EGLL-LEVC

Date: 15/08/2022

Aircraft weight (MTOW): 935,0 Metric Tons; Weight coefficient: 4,32

Total CRCO Distance: 1.308 Km; Total charge: 0,00 EURO

Point type	Identification	Latitude			Longitude			From	To	Distance KM	Zone	Charge EURO		
Departure aerodrome	EGLL	51	29	00	North	000	28	00	West	EG	EG	0	EG	0,00
Crossing point	SITET	50	06	00	North	000	00	00	East	EG	LF	137	EG	0,00
Crossing point	ANETO	42	42	00	North	000	34	00	East	LF	LE	823	LF	0,00
Arrival aerodrome	LEVC	39	29	00	North	000	29	00	West	LE	LE	348	LE	0,00

Slika 6: Izračun prijedelih udaljenosti u naplatnim zonama



Nakon prikupljanja potrebnih podataka slijedi određivanje faktora udaljenosti. Faktor udaljenosti određuje se posebno za svaku pojedinu naplatnu zonu.

Ujedinjeno kraljevstvo	137 – 20 = 117 km	faktor udaljenosti	1.17
Francuska	823 km	faktor udaljenosti	8.23
Španjolska	348 – 20 = 328 km	faktor udaljenosti	3.28

Faktor mase zrakoplova ovisi o maksimalnoj certificiranoj masi uzlijetanja (MTOM). Za potrebe ove analize, svi faktori mase mogu se iščitati iz Tablice 2. Faktor mase za zrakoplov Airbus A321 iznosi 1.33 (te se ne mijenja za različite naplatne zone).

Jedinična cijena naknade posebno se iščitava za svaku od naplatnih zona. Svi letovi u ovoj analizi provodili su se tijekom kolovoza 2022. godine pa se stoga u obzir uzimaju jedinične cijene naknade navedene u Tablici 3.

Ujedinjeno Kraljevstvo	68.94 EUR
Francuska	73.24 EUR
Španjolska	49.43 EUR

Tablica 4: Izračun ukupne rutne naknade za let London - Valencija

Naplatna zona	Faktor udaljenosti		Faktor mase zrakoplova		Jedinična cijena naknade		Naknada
Ujedinjeno Kraljevstvo	1.17	x	1.33	x	68.94	=	107.28
Francuska	8.23	x	1.33	x	73.24	=	801.68
Španjolska	3.28	x	1.33	x	49.43	=	215.63
<b>Ukupni iznos rutne naknade (EUR)</b>						=	<b>1124.59</b>

Ukupan iznos rutne naknade jednak je zbroju rutnih naknada za pojedine naplatne zone. Rutna naknada za ovaj let iznosi 1124.59 Eura.

Postupak koji je detaljno prikazan u ovom poglavlju korišten je za izračun rutnih naknada za svaki pojedini let u ovoj analizi. U svrhu bolje vizualne predodžbe, uz svaki let koji se analizira u nastavku priložena je slika iz programa NEST. Izračun rutnih naknada prikazan je tablično (primjer je Tablica 4) te nije popraćen slikama iz programa.

Tijekom ove analize (te analiza u nastavku) u obzir se nisu uzimale potencijalne vremenske pojave niti bilo koji drugi faktori koji su mogli imati učinak na stvarne trajektorije zrakoplova.

## 4 Usporedba tokova prometa između Atene i Züricha

Atena i Zürich međusobno su udaljeni 1641 km. Odabrani uzorak prometa zabilježen je kao stvarni promet između Atene i Züricha na dan 25. 8. 2022. Toga je dana bilo ukupno devet letova u oba smjera, a njihove su trajektorije vidljive na Slici 7. Prema prikazanim trajektorijama vidljivo je da se letovi između ovih dvaju gradova kreću dvjema različitim rutama, od kojih jedna prati zračni prostor Italije, a druga zračni prostor država Jugoistočne Europe.



Slika 7: Letovi između Atene i Zurcha na dan 25. 8. 2022.

### 4. 1 Izračun rutnih naknada

Za lakše raspoznavanje letova između istih gradova te kasniju analizu istih, svaki let označen je jedinstvenom numeričkom oznakom.

#### 1.1. LGAV – LSZH (A21N)



Slika 8: Let 1.1



Zona (km)		DF		Unit		AWF		
LG	363	3,43	x	28,95	x	1,37	=	136,04
LA	204	2,04	x	58,07	x	1,37	=	162,29
LY	106	1,06	x	42,49	x	1,37	=	61,70
LD	87	0,87	x	50,62	x	1,37	=	60,33
LQ	346	3,46	x	40,2	x	1,37	=	190,56
LJ	150	1,5	x	61,33	x	1,37	=	126,03
LO	211	2,11	x	67,55	x	1,37	=	195,27
ED	179	1,79	x	62,57	x	1,37	=	153,44
LS	36	0,16	x	95,86	x	1,37	=	21,01
						<b>RC</b>	=	<b>1106,68</b>

## 1.2. LSZH – LGAV (A21N)



Slika 9: Let 1.2

Zona (km)		DF		Unit		AWF		
LS	61	0,41	x	95,86	x	1,37	=	53,84
LO	263	2,63	x	67,55	x	1,37	=	243,39
ED	25	0,25	x	62,57	x	1,37	=	21,43
LI	36	0,36	x	75,64	x	1,37	=	37,31
LJ	150	1,5	x	61,33	x	1,37	=	126,03
LD	77	0,77	x	50,62	x	1,37	=	53,40
LQ	313	3,13	x	40,2	x	1,37	=	172,38
LY	105	1,05	x	42,49	x	1,37	=	61,12
LA	122	1,22	x	58,07	x	1,37	=	97,06
LW	103	1,03	x	53,87	x	1,37	=	76,02
LG	384	3,64	x	28,95	x	1,37	=	144,37
						<b>RC</b>	=	<b>1086,35</b>

### 1.3. LGAV – LSZH (A321)



Slika 10: Let 1.3

Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
LG 415	3,95	x	28,95	x	1,33	=	152,09
LA 63	0,63	x	58,07	x	1,33	=	48,66
LI 996	9,96	x	75,64	x	1,33	=	1001,99
LS 140	1,2	x	95,86	x	1,33	=	152,99
					<b>RC</b>	=	<b>1355,73</b>

### 1.4. LSZH – LGAV (A320)



Slika 11: Let 1.4

Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
LS 132	1,12	x	95,86	x	1,21	=	129,91
LI 1066	10,66	x	75,64	x	1,21	=	975,65
LG 457	4,37	x	28,95	x	1,21	=	153,08
					<b>RC</b>	=	<b>1258,64</b>



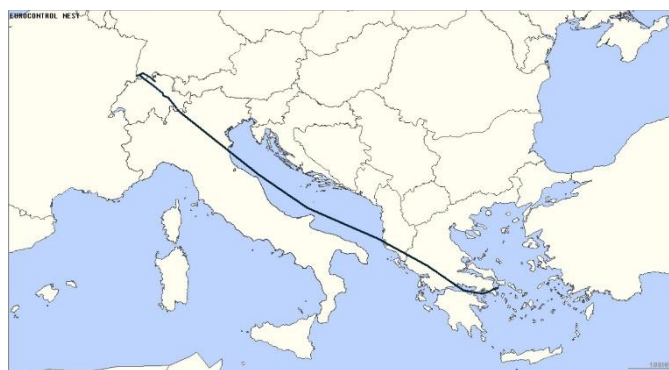
### 1.7. LSZH – LGAV (B772)



Slika 14: Let 1.7

Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
LS 128	1,08	x	95,86	x	2,22	=	229,83
LI 1092	10,92	x	75,64	x	2,22	=	1833,70
LG 457	4,37	x	28,95	x	2,22	=	280,86
						<b>RC</b>	<b>= 2344,38</b>

### 1.8. LGAV – LSZH (A20N)



Slika 15: Let 1.8

Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
LG 367	3,47	x	28,95	x	1,21	=	121,55
LA 155	1,55	x	58,07	x	1,21	=	108,91
LI 942	9,42	x	75,64	x	1,21	=	862,16
LS 140	1,2	x	95,86	x	1,21	=	139,19
						<b>RC</b>	<b>= 1231,81</b>

## 1.9. LSZH – LGAV (A321)



Slika 16: Let 1.9

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
LS 60	0,4	x	95,86	x	1,33	=	51,00
LO 236	2,36	x	67,55	x	1,33	=	212,03
LI 93	0,93	x	75,64	x	1,33	=	93,56
LJ 120	1,2	x	61,33	x	1,33	=	97,88
LD 488	4,88	x	50,62	x	1,33	=	328,54
LY 80	0,8	x	42,49	x	1,33	=	45,21
LA 199	1,99	x	58,07	x	1,33	=	153,69
LG 363	3,43	x	28,95	x	1,33	=	132,07
					<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>1113,98</b>

## 4. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Atene i Züricha

Usporedbom podataka u prethodno provedenim izračunima, dobivene su sljedeće vrijednosti:

- Prosječna duljina leta je 1604 km (duljine letova nalaze se u rasponu 1564 – 1642 km)
- Prosječna cijena rutne naknade iznosi 1329.57 EUR.

Osim prijedjenih udaljenosti i iznosa rutnih naknada, važno je uzeti u obzir i tipove zrakoplova koji su se upotrebljavali za ove letove. Za osam (od devet) analiziranih letova upotrebljavali su se zrakoplovi iz Airbus A320 obitelji zrakoplova. Mase ovih zrakoplova vrlo su sličnih vrijednosti pa se AWF kreće u rasponu 1.21 – 1.37, što rezultira malim razlikama u iznosima rutnih naknada. Zrakoplov tipa B772, koji se upotrebljavao za let 1.7, znatno je veće mase od ostalih zrakoplova (AWF = 2.22) te je iz tog razloga iznos rutne naknade za ovaj let i do preko dva puta veći od ostalih iznosa.

Usporedbom ruta vidljivo je da su iznosi rutnih naknada značajno manji za letove koji su prolazili zračnim prostorom država Jugoistočne Europe. Cijena rutne naknade za najdulji let

koji je prolazio zračnim prostorom država Jugoistočne Europe (let 1.1) iznosi 1106,68 EUR za prijeđenu udaljenost od 1642 km. Cijena rutne naknade za najkraći let kroz zračni prostor Italije (let 1.8) iznosi 1231.81 EUR za prijeđenu udaljenost od 1564 km. Dakle, iako je ruta kroz zračni prostor Italije za 78 km kraća, iznos rutne naknade je za 125.13 EUR veći.

Pojednostavljeni prikaz prethodno izračunatih i analiziranih vrijednosti nalazi se u Tablici 5.

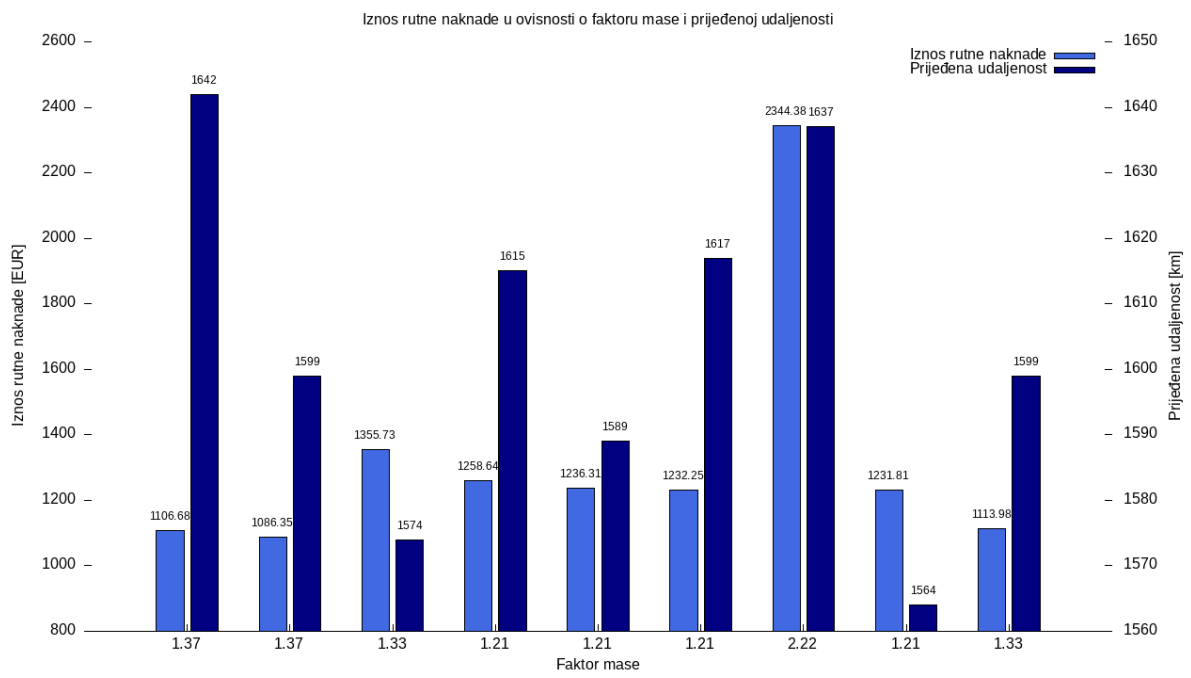
*Tablica 5: Analiza iznosa rutnih naknada za letove između Atene i Zürich*

Oznaka leta	Tip zrakoplova	AWF	Prijeđena udaljenost	Rutna naknada
1.1	A21N	1.37	1642 km	1106.68 EUR
1.2	A21N	1.37	1599 km	1086.35 EUR
1.3	A321	1.33	1574 km	1355.73 EUR
1.4	A320	1.21	1615 km	1258.64 EUR
1.5	A20N	1.21	1589 km	1236.31 EUR
1.6	A320	1.21	1617 km	1232.25 EUR
1.7	B772	2.22	1637 km	2344.38 EUR
1.8	A20N	1.21	1564 km	1231.81 EUR
1.9	A321	1.33	1599 km	1113.98 EUR

Promatranje odnosa između prethodno spomenutih varijabli moguće je i na Grafikonu 1, koji prikazuje ovisnost iznosa rutnih naknada o faktoru mase (svijetlo plavi stupci u grafikonu) te stvarno prijeđenu udaljenost izraženu u kilometrima (tamno plavi stupci u grafikonu) za svaki pojedini let. Gledajući grafikon s lijeve strane prema desnoj, stupci prate redoslijed letova ispisanih u Tablici 5. Na osi apscisa prikazana je vrijednost faktora mase, a na osi ordinata s lijeve strane konačni iznos rutne naknade. Na osi ordinata s desne strane nalazi se vrijednost ukupno prijeđene udaljenosti za svaki pojedini let. Faktor mase konstantna je veličina tijekom cijelog leta, a faktor jedinične cijene naknade mijenja se ovisno o naplatnoj zoni te se u grafu indirektno očituje kroz visinu stupca koji se odnosi na iznos rutne naknade.

Zanemarujući let 1.7, koji se značajno razlikuje od ostalih zbog velikog faktora mase, na grafikonu je vidljivo da su letovi 1.1, 1.2 i 1.9, odnosno letovi koji su prolazili zračnim prostorima država Jugoistočne Europe, osjetno jeftiniji u odnosu na ostale letove koji su prolazili zračnim prostorom Italije. Dakle, obzirom da su razlike između prijeđenih udaljenosti na obje rute vrlo male, može se zaključiti da je za formiranje konačnog iznosa rutne naknade u ovom primjeru značajniji utjecaj faktora mase i jediničnih cijena naknade.

Grafikon 1: Atena – Zürich; Iznos rutne naknade u ovisnosti o faktoru mase i prijeđenoj udaljenosti





## 5 Usporedba tokova prometa između Stockholma i Pariza

Stockholm i Pariz međusobno su udaljeni 1542 km. Odabrani uzorak prometa zabilježen je kao stvarni promet između Stockholma i Pariza na dan 12. 8. 2022. Toga je dana bilo ukupno dvanaest letova u oba smjera, a njihove su trajektorije vidljive na Slici 17. Prema prikazanim trajektorijama vidljivo je da se letovi između ovih dvaju gradova kreću dvjema različitim rutama, od kojih jedna prolazi kroz zračne prostore Belgije, Nizozemske i Danske, a druga kroz zračni prostor Njemačke.



Slika 17: Letovi između Stockholma i Pariza na dan 12. 8. 2022.

### 5. 1 Izračun rutnih naknada

Za lakše raspoznavanje letova između istih gradova te kasniju analizu istih, svaki let označen je jedinstvenom numeričkom oznakom.

#### 2.1. ESSA – LFPG (CRJ9)



Slika 18: Let 2.1



Zona (km)		DF		Unit		AWF			
ES	476	4,56	x	66,61	x	0,85	=	258,18	
EK	226	2,26	x	63,91	x	0,85	=	122,77	
ED	323	3,23	x	62,57	x	0,85	=	171,79	
EH	174	1,74	x	82,34	x	0,85	=	121,78	
EB	145	1,45	x	120,52	x	0,85	=	148,54	
LF	156	1,36	x	73,24	x	0,85	=	84,67	
							<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>907,72</b>

## 2.2. ESSA – LFPG (B738)



Slika 19: Let 2.2

Zona (km)		DF		Unit		AWF			
ES	479	4,59	x	66,61	x	1,19	=	363,83	
EK	219	2,19	x	63,91	x	1,19	=	166,56	
ED	347	3,47	x	62,57	x	1,19	=	258,37	
EH	152	1,52	x	82,34	x	1,19	=	148,94	
EB	147	1,47	x	120,52	x	1,19	=	210,83	
LF	155	1,35	x	73,24	x	1,19	=	117,66	
							<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>1266,18</b>

## 2.3. LFPG – ESSA (CRJ9)



Slika 20: Slika 2.3

Zona (km)		DF		Unit		AWF			
LF	155	1,35	x	73,24	x	0,85	=	84,04	
EB	87	0,87	x	120,52	x	0,85	=	89,12	
EH	321	3,21	x	82,34	x	0,85	=	224,66	
ED	200	2	x	62,57	x	0,85	=	106,37	
EK	300	3	x	63,91	x	0,85	=	162,97	
ES	445	4,25	x	66,61	x	0,85	=	240,63	
							<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>907,80</b>

#### 2.4. LFPG – ESSA (B738)



Slika 21: Let 2.4

Zona (km)		DF		Unit		AWF			
LF	155	1,35	x	73,24	x	1,19	=	117,66	
EB	118	1,18	x	120,52	x	1,19	=	169,23	
EH	288	2,88	x	82,34	x	1,19	=	282,20	
ED	213	2,13	x	62,57	x	1,19	=	158,60	
EK	270	2,7	x	63,91	x	1,19	=	205,34	
ES	461	4,41	x	66,61	x	1,19	=	349,56	
							<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>1282,59</b>

#### 2.5. LFPG – ESSA (B738)



Slika 22: Let 2.5







Zona (km)	DF		Unit		AWF		
ES 506	4,86	x	66,61	x	1,19	=	385,23
EK 166	1,66	x	63,91	x	1,19	=	126,25
ED 533	5,33	x	62,57	x	1,19	=	396,86
EH 32	0,32	x	82,34	x	1,19	=	31,36
EB 104	1,04	x	120,52	x	1,19	=	149,16
LF 175	1,55	x	73,24	x	1,19	=	135,09
					<b>RC</b>	=	<b>1223,94</b>

## 2. 12. LFPG – ESSA (A320)



Slika 29: Let 2.12

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
LF 155	1,35	x	73,24	x	1,21	=	119,64
EB 87	0,87	x	120,52	x	1,21	=	126,87
EH 321	3,21	x	82,34	x	1,21	=	319,82
ED 201	2,01	x	62,57	x	1,21	=	152,18
EK 301	3,01	x	63,91	x	1,21	=	232,77
ES 443	4,23	x	66,61	x	1,21	=	340,93
					<b>RC</b>	=	<b>1292,20</b>

## 5. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Stockholma i Pariza

Usporedbom podataka u prethodno provedenim izračunima, dobivene su sljedeće vrijednosti:

- Prosječna duljina leta je 1475 km (duljine letova nalaze se u rasponu 1459 – 1511 km)
- Prosječna cijena rutne naknade iznosi 1185.16 EUR.

Cijene rutnih naknada za letove u ovoj analizi kreću se u rasponu 907.72 – 1292.20 EUR. Razlog ovolikih oscilacija u cijenama je različitost tipova zrakoplova (za dva leta korišteni su manji zrakoplovi). Međutim, ukoliko se letovi 2.1 i 2.2 zanemare, usporedba ostalih deset

letova daje stvarnije rezultate, a razlika u iznosima rutnih naknada ne prelazi vrijednost od 132 EUR.

Razlika u cijeni ovisno o odabiru rute vidljiva je uspoređujući letove 2.7 i 2.8. Zrakoplov koji je korišten za ova dva leta je A319. Tijekom leta 2.7 prijeđena je udaljenost od 1470 km, a ruta je velikim dijelom prolazila kroz zračne prostore Belgije i Nizozemske. Tijekom leta 2.8 prijeđena je udaljenost od 1511 km, a ruta je većinski prolazila kroz zračni prostor Njemačke. Naravno, obje su rute prolazile i zračnim prostorima Francuske, Danske i Švedske, no prolazak kroz prethodno izdvojene države razlog je razlike u iznosima rutnih naknada. Dakle, iako je prijeđena udaljenost tijekom leta 2.8 za 41 km dulja, iznos rutne naknade manji je za 48.74 EUR, upravo zbog razlika u jediničnim cijenama naknade za prolazak kroz pojedine države.

Pojednostavljeni prikaz prethodno izračunatih i analiziranih vrijednosti nalazi se u Tablici 6.

Tablica 6: Analiza iznosa rutnih naknada za letove između Stockholma i Pariza

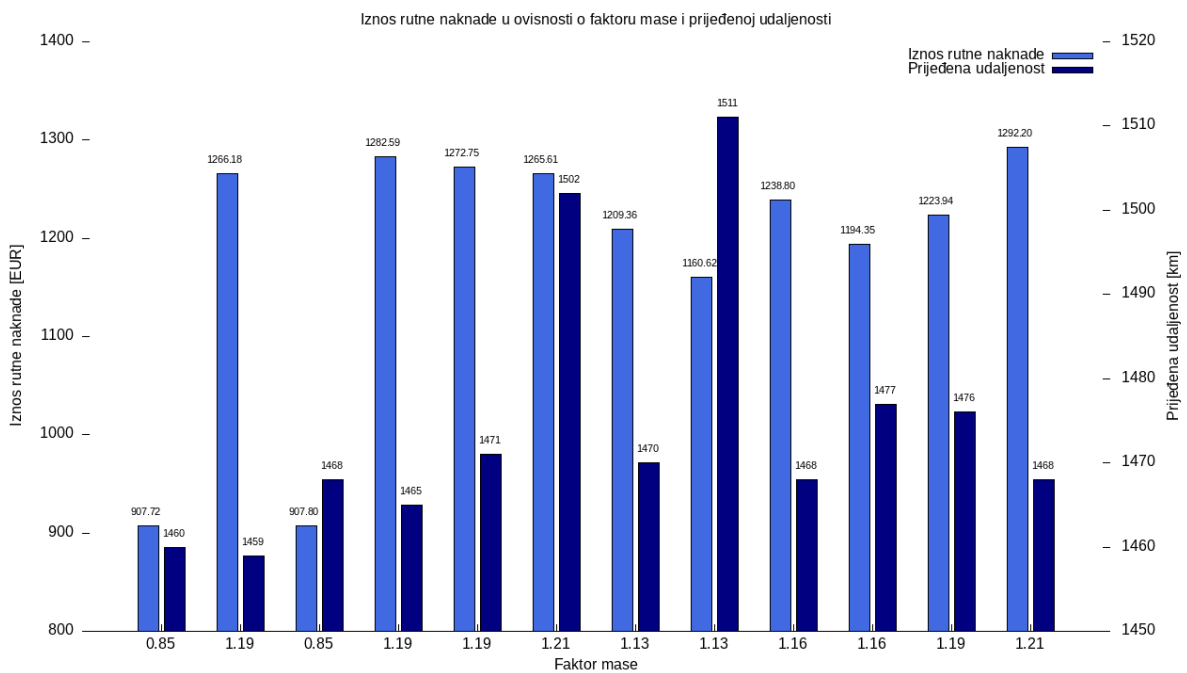
Oznaka leta	Tip zrakoplova	AWF	Prijeđena udaljenost	Rutna naknada
2.1	CRJ9	0.85	1460 km	907.72 EUR
2.2	B738	1.19	1459 km	1266.18 EUR
2.3	CRJ9	0.85	1468 km	907.80 EUR
2.4	B738	1.19	1465 km	1282.59 EUR
2.5	B738	1.19	1471 km	1272.75 EUR
2.6	A320	1.21	1502 km	1265.61 EUR
2.7	A319	1.13	1470 km	1209.36 EUR
2.8	A319	1.13	1511 km	1160.62 EUR
2.9	BCS3	1.16	1468 km	1238.80 EUR
2.10	BCS3	1.16	1477 km	1194.35 EUR
2.11	B738	1.19	1476 km	1223.94 EUR
2.12	A320	1.21	1468 km	1292.20 EUR

Promatranje odnosa između prethodno spomenutih varijabli moguće je i na Grafikonu 2, koji prikazuje ovisnost iznosa rutnih naknada o faktoru mase (svijetlo plavi stupci u grafikonu) te stvarno prijeđenu udaljenost izraženu u kilometrima (tamno plavi stupci u grafikonu) za svaki pojedini let. Gledajući grafikon s lijeve strane prema desnoj, stupci prate redoslijed letova

ispisanih u Tablici 6. Na osi apscisa prikazana je vrijednost faktora mase, a na osi ordinata s lijeve strane konačni iznos rutne naknade. Na osi ordinata s desne strane nalazi se vrijednost ukupno prijeđene udaljenosti za svaki pojedini let. Faktor mase konstantna je veličina tijekom cijelog leta, a faktor jedinične cijene naknade mijenja se ovisno o naplatnoj zoni te se u grafu indirektno očituje kroz visinu stupca koji se odnosi na iznos rutne naknade.

Zanemarujući letove 2.1 i 2.3, koji se značajno razlikuju od ostalih zbog malog faktora mase, na grafikonu je vidljivo da su ostali iznosi rutnih naknada približnih vrijednosti s manjim odstupanjima koja nastaju uslijed odabira rute.

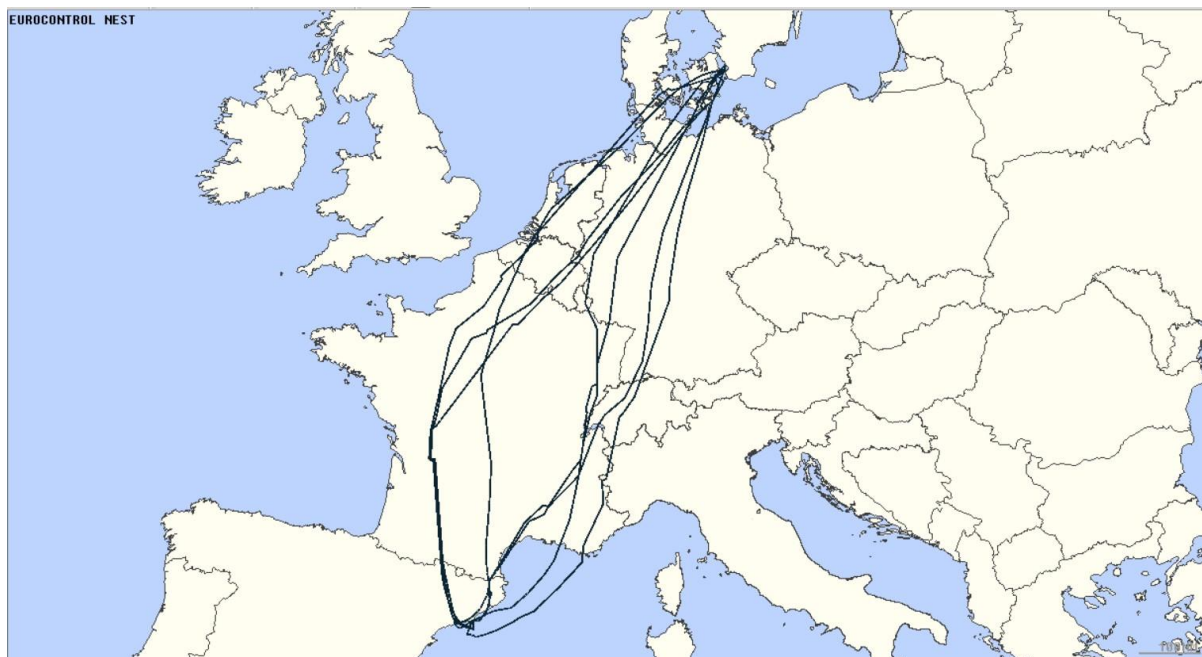
Grafikon 2: Stockholm – Pariz; Iznos rutne naknade u ovisnosti o faktoru mase i prijeđenoj udaljenosti





## 6 Usporedba tokova prometa između Barcelone i Kopenhagena

Barcelona i Kopenhagen međusobno su udaljeni 1766 km. Odabrani uzorak prometa zabilježen je kao stvarni promet između Barcelone i Kopenhagena na dan 19. 8. 2022. Toga je dana bilo ukupno osam letova u oba smjera, a njihove su trajektorije vidljive na Slici 30. Prema prikazanim trajektorijama vidljivo je da se letovi između ovih dvaju gradova kreću različitim rutama, prolazeći kroz zračne prostore Danske, Belgije, Nizozemske, Francuske, Njemačke i Švicarske.



Slika 30: Letovi između Barcelone i Kopenhagena na dan 19. 8. 2022.

### 6. 1 Izračun rutnih naknada

Za lakše raspoznavanje letova između istih gradova te kasniju analizu istih, svaki let označen je jedinstvenom numeričkom oznakom.

#### 3.1. EKCH – LEBL (B38M)



Slika 31: Let 3.1

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
EK 176	1,56	x	63,91	x	1,28	=	127,62
ED 270	2,7	x	62,57	x	1,28	=	216,24
EH 261	2,61	x	82,34	x	1,28	=	275,08
EB 136	1,36	x	120,52	x	1,28	=	209,80
LF 878	8,78	x	73,24	x	1,28	=	823,10
LE 122	1,02	x	49,43	x	1,28	=	64,54
						<b>RC</b>	<b>= 1716,38</b>

### 3.2. EKCH – LEBL (A320)



Slika 32: Let 3.2

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
EK 130	1,1	x	63,91	x	1,21	=	85,06
ES 2	0,02	x	66,61	x	1,21	=	1,61
ED 627	6,27	x	62,57	x	1,21	=	474,70
EB 37	0,37	x	120,52	x	1,21	=	53,96
LF 787	7,87	x	73,24	x	1,21	=	697,44
LS 71	0,71	x	95,86	x	1,21	=	82,35
LE 122	1,02	x	49,43	x	1,21	=	61,01
						<b>RC</b>	<b>= 1456,14</b>

### 3.3. LEBL – EKCH (A320)



Slika 33: Let 3.3



Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
EK 126	1,06	x	63,91	x	1,19	=	80,62
ES 2	0,02	x	66,61	x	1,19	=	1,59
ED 667	6,67	x	62,57	x	1,19	=	496,64
LF 780	7,8	x	73,24	x	1,19	=	679,81
LS 49	0,49	x	95,86	x	1,19	=	55,90
LE 122	1,02	x	49,43	x	1,19	=	60,00
						<b>RC</b>	<b>= 1374,55</b>

### 3.6. EKCH – LEBL (A321)



Slika 36: Let 3.6

Zona (km)	DF		Unit		AWF	=	
ES 2	0,02	x	66,61	x	1,33	=	1,77
EK 118	0,98	x	63,91	x	1,33	=	83,30
ED 808	8,08	x	62,57	x	1,33	=	672,40
LS 163	1,63	x	95,86	x	1,33	=	207,81
LF 516	5,16	x	73,24	x	1,33	=	502,63
LE 158	1,38	x	49,43	x	1,33	=	90,72
						<b>RC</b>	<b>= 1558,64</b>

### 3.7. LEBL – EKCH (A321)



Slika 37: Let 3.7

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
LE 114	0,94	x	49,43	x	1,33	=	61,80
LF 865	8,65	x	73,24	x	1,33	=	842,59
EB 130	1,3	x	120,52	x	1,33	=	208,38
ED 560	5,6	x	62,57	x	1,33	=	466,02
EK 123	1,03	x	63,91	x	1,33	=	87,55
					<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>1666,34</b>

### 3.8. LEBL – EKCH (B738)



Slika 38: Let 3.8

Zona (km)	DF		Unit		AWF		
LE 114	0,94	x	49,43	x	1,19	=	55,29
LF 886	8,86	x	73,24	x	1,19	=	772,20
EB 118	1,18	x	120,52	x	1,19	=	169,23
ED 558	5,58	x	62,57	x	1,19	=	415,48
EK 124	1,04	x	63,91	x	1,19	=	79,10
					<b>RC</b>	<b>=</b>	<b>1491,30</b>

## 6. 2 Analiza rutnih naknada za usporedne tokove prometa između Barcelone i Kopenhagena

Usporedbom podataka u prethodno provedenim izračunima, dobivene su sljedeće vrijednosti:

- Prosječna duljina leta je 1740 km (duljine letova nalaze se u rasponu 1606 – 1805 km)
- Prosječna cijena rutne naknade iznosi 1553.50 EUR.

Iznosi rutnih naknada za letove u ovoj analizi kreću se u rasponu 1374.55 – 1716.38 EUR. Zrakoplovi koji su korišteni za ove letove sličnih su masa, stoga tip zrakoplova nije presudni faktor za velike razlike u iznosu rutnih naknada. Veći utjecaj na iznos rutne naknade u ovom slučaju imaju faktor udaljenosti te jedinična cijena naknade.

Duljine ruta u ovoj analizi razlikuju se i do gotovo 200 km. Iako je takva razlika pomalo ekstremni slučaj, svakako pruža uvid u utjecaj faktora udaljenosti na konačni iznos rutne naknade.

Kao i u prethodnoj analizi (par gradova Stockholm i Pariz), zone naplate imaju vrlo različite jedinične cijene naknade, što čini značajnu razliku u iznosu rutne naknade. Letovi čije rute zaobilaze skuplje zone naplate (kao što je npr. Belgija) u pravilu imaju manje iznose rutnih naknada.

Kombinacija velikog faktora udaljenosti, zrakoplova velike mase te prolaska kroz skupe naplatne zone rezultira velikim iznosima rutnih naknada, što je vidljivo na primjeru leta 3.1.

Pojednostavljeni prikaz prethodno izračunatih i analiziranih vrijednosti nalazi se u Tablici 7.

*Tablica 7: Analiza iznosa rutnih naknada za letove između Barcelone i Kopenhage*

Oznaka leta	Tip zrakoplova	AWF	Prijeđena udaljenost	Rutna naknada
3.1	B38M	1.28	1803 km	1716.38 EUR
3.2	A320	1.21	1606 km	1456.14 EUR
3.3	A320	1.21	1805 km	1627.69 EUR
3.4	B38M	1.28	1761 km	1536.97 EUR
3.5	B738	1.19	1706 km	1374.55 EUR
3.6	A321	1.33	1725 km	1558.64 EUR
3.7	A321	1.33	1752 km	1666.34 EUR
3.8	B738	1.19	1760 km	1491.30 EUR

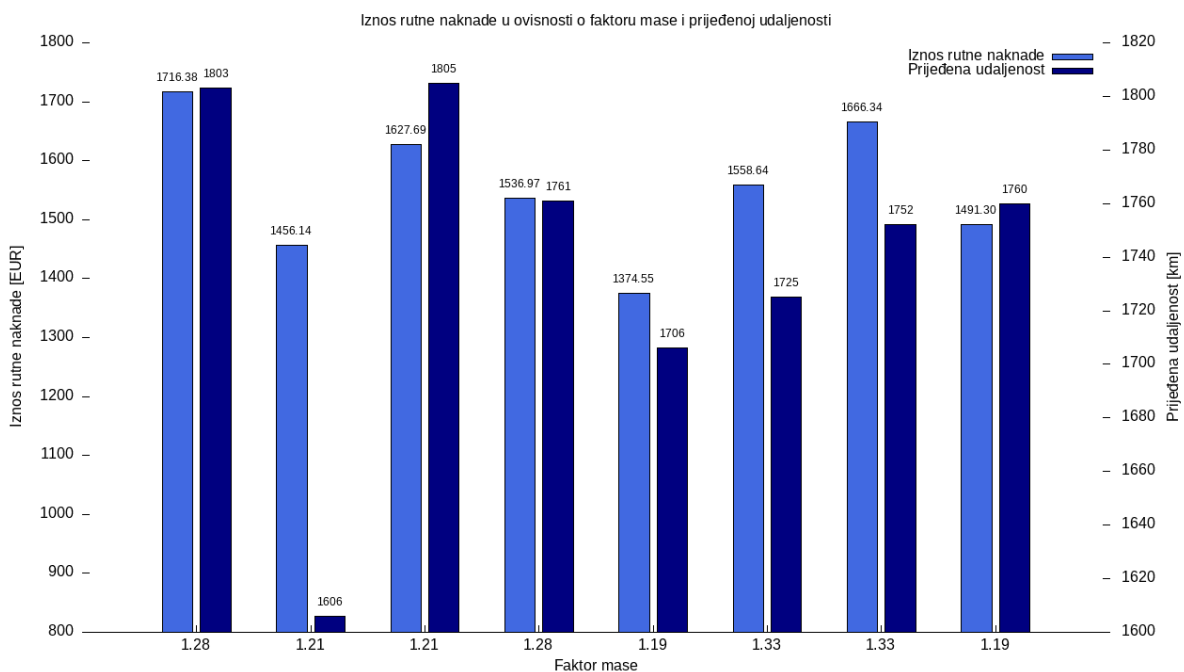
Promatranje odnosa između prethodno spomenutih varijabli moguće je i na Grafikonu 3, koji prikazuje ovisnost iznosa rutnih naknada o faktoru mase (svijetlo plavi stupci u grafikonu) te stvarno prijeđenu udaljenost izraženu u kilometrima (tamno plavi stupci u grafikonu) za svaki pojedini let. Gledajući grafikon s lijeve strane prema desnoj, stupci prate redoslijed letova ispisanih u Tablici 7. Na osi apscisa prikazana je vrijednost faktora mase, a na osi ordinata s lijeve strane konačni iznos rutne naknade. Na osi ordinata s desne strane nalazi se vrijednost ukupno prijeđene udaljenosti za svaki pojedini let. Faktor mase konstantna je veličina tijekom cijelog leta, a faktor jedinične cijene naknade mijenja se ovisno o naplatnoj zoni te se u grafu indirektno očituje kroz visinu stupca koji se odnosi na iznos rutne naknade.

Na ovom grafikonu uočljiva su dva ekstrema, let 3.1 s najvećim iznosom rutne naknade i let 3.5 sa značajno manjim iznosom rutne naknade. Dakle, suprotno letu 3.1, čija je rutna naknada

rezultat kombinacije zrakoplova velike mase i prolaska kroz države skupih jediničnih cijena naknade, let 3.5 optimalna je kombinacija zrakoplova manje mase te prolaska kroz jeftinije zone naplate. Naravno, za potpunu analizu u obzir treba uzeti i prijeđenu udaljenost, koja je u ovom slučaju manja za let 3.5, što dodatno utječe na manji iznos rutne naknade.

Uzimajući u obzir učinkovitost letenja te isplativost zračnog prijevoza, odabir ruta od strane zrakoplovnih kompanija izuzetno je važan segment prilikom planiranja prometa. Jeftiniji iznos rutne naknade ne podrazumijeva uvijek i najjeftiniju cjelokupnu provedbu leta. Osim rutnih naknada u obzir se uzimaju i prijeđene udaljenosti te cijene goriva, kao i različite dodatne naknade za terminalne i aerodromske usluge. Problematika utjecaja letenja na okoliš također je izrazito važan faktor prilikom odabira ruta – ekološki je prihvatljivije letjeti kraćim i skupljim rutama nego duljim i jeftinijim.

Grafikon 3: Barcelona - Kopenhagen; Iznos rutne naknade u ovisnosti o faktoru mase i prijeđenoj udaljenosti





## 7 Zaključak

Sustav naplate rutnih naknada, kojeg provodi Centralni ured za naplatu rutnih naknada, jednak je za sve države članice EUROCONTROL-a. Ovaj sustav naplate vrlo je jednostavno osmišljen, a svaka država članica dužna je informirati CRCO s osnovnim podacima koji su potrebni za izračun rutnih naknada. Rutna naknada računa se za svaki pojedini let, a ovisi o prijedenoj udaljenosti, masi zrakoplova te prijeđenim naplatnim zonama. Ukupna rutna naknada jednaka je zbroju naknada za pojedinačne zone naplate kroz koje je zrakoplov letio. Za izračun naknade u zoni naplate u obzir se uzimaju tri različita faktora – faktor udaljenosti, faktor mase zrakoplova i jedinična cijena naknade za tu naplatnu zonu.

Analizom izračunatih rutnih naknada za odabrane letove pokazalo se da svaki od tri faktora može činiti značajne razlike u cijeni. Kombinacija velikog faktora udaljenosti, zrakoplova velike mase te prolaska kroz skupe naplatne zone rezultira velikim iznosima rutnih naknada. Međutim, veliki faktori udaljenosti u kombinaciji sa jeftinijim naplatnim zonama rezultiraju prosječnim ili ispod prosječnim iznosima rutnih naknada. Veliki zrakoplovi imaju značajno veće faktore mase koji rezultiraju visokim cijenama rutnih naknada.

Odabir rute ima značajnu ulogu za formiranje cijena rutnih naknada. Svaki od odabranih parova gradova povezan je s minimalno dvije rute. Obje su rute približno iste duljine, no jedna od njih prolazi skupljim naplatnim zonama u odnosu na drugu. Letenje rutom koja prolazi kroz skuplje naplatne zone rezultira značajno većim iznosom rutne naknade, bez obzira na činjenicu da je prijedena udaljenost potencijalno kraća nego što bi bila da je zrakoplov letio rutom kroz jeftinije naplatne zone.

Odabir ruta od strane zrakoplovnih kompanija izuzetno je važan segment prilikom planiranja prometa. Zrakoplovne kompanije trebaju birati ekonomski isplative rute, no pritom voditi računa i o ekološkim utjecajima letenja. Optimalna kombinacija svih varijabli te ponuda prilagođena potražnji rezultira učinkovitim letenjem uz minimalne gubitke.



## Literatura

- [1] EUROCONTROL, Central Route Charge Office. *Customer Guide to Charges, November 2022*. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/publication/customer-guide-route-charges> [Pristupljeno: 3. rujna 2023]
- [2] EUROCONTROL, *Central Route Charges Office*. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/crco> [Pristupljeno: 3. rujna 2023]
- [3] Matijašević L. *Određivanje naknada za prelete i terminalne usluge*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2020. Preuzeto s: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A2260> [Pristupljeno: 3. rujna 2023]
- [4] SKYbrary, *Aircraft types* Preuzeto s: <https://skybrary.aero/aircraft-types> [Pristupljeno: 3. rujna 2023]
- [5] EUROCONTROL, *Monthly adjusted unit rates - August 2022*. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/publication/monthly-adjusted-unit-rates-august-2022> [Pristupljeno: 3. rujna 2023]

## Popis slika

<i>Slika 1: Princip velike kružnice za određivanje udaljenosti [1]</i>	4
<i>Slika 2: Prikaz leta London - Valencija u programu NEST</i>	7
<i>Slika 3: Prikaz rute zrakoplova - prvi dio</i>	8
<i>Slika 4: Prikaz rute zrakoplova - drugi dio</i>	8
<i>Slika 5: Unos rute leta u program RSO Distance Tool</i>	9
<i>Slika 6: Izračun prijeđenih udaljenosti u naplatnim zonama</i>	9
<i>Slika 7: Letovi između Atene i Zurcha na dan 25. 8. 2022.</i>	11
<i>Slika 8: Let 1.1</i>	11
<i>Slika 9: Let 1.2</i>	12
<i>Slika 10: Let 1.3</i>	13
<i>Slika 11: Let 1.4</i>	13
<i>Slika 12: Let 1.5</i>	14
<i>Slika 13: Let 1.6</i>	14
<i>Slika 14: Let 1.7</i>	15
<i>Slika 15: Let 1.8</i>	15
<i>Slika 16: Let 1.9</i>	16
<i>Slika 17: Letovi između Stockholma i Pariza na dan 12. 8. 2022.</i>	19
<i>Slika 18: Let 2.1</i>	19
<i>Slika 19: Let 2.2</i>	20
<i>Slika 20: Slika 2.3</i>	20
<i>Slika 21: Let 2.4</i>	21
<i>Slika 22: Let 2.5</i>	21
<i>Slika 23: Let 2.6</i>	22
<i>Slika 24: Let 2.7</i>	22
<i>Slika 25: Let 2.8</i>	23
<i>Slika 26: Let 2.9</i>	23
<i>Slika 27: Let 2.10</i>	24
<i>Slika 28: Let 2.11</i>	24
<i>Slika 29: Let 2.12</i>	25
<i>Slika 30: Letovi između Barcelone i Kopenhagena na dan 19. 8. 2022.</i>	28
<i>Slika 31: Let 3.1</i>	28
<i>Slika 32: Let 3.2</i>	29
<i>Slika 33: Let 3.3</i>	29
<i>Slika 34: Let 3.4</i>	30
<i>Slika 35: Let 3.5</i>	30
<i>Slika 36: Let 3.6</i>	31
<i>Slika 37: Let 3.7</i>	31
<i>Slika 38: Let 3.8</i>	32