Statistička analiza prometa u hrvatskom zračnom prostoru

Lukšić, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:119:163846

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Matija Lukšić

Statistička analiza prometa u hrvatskom zračnom prostoru

Završni rad

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Završni rad

Statistička analiza prometa u hrvatskom zračnom prostoru

Statistcal analysis of Air Traffic within Croatian Airspace

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Matija Lukšić, 0135222162

Zagreb, 2015.

Htio bih se zahvaliti svima koji su svojim savjetima
i utrošenim vremenom omogućili izradu ovog rada.
Posebno se zahvaljujem doc. dr. sc. Biljani Juričić, svojoj mentorici,
te dr. sc. Tomislavu Radišiću.
Također zahvaljujem svim ostalim profesorima na strpljenju,
vremenu i razumjevanju kako bi omogućili
da postanem osoba koja sam danas, te kako bi
moje znanje proširili i učvrstili kako bih se mogao
u budućnosti snositi sa svime što će se naći na mome putu.

Sažetak

Statističkom analizom dobije se uvid u prometnu situaciju, trendove gibanja prometa, opterećenost određenih ruta i sektora, a time se može ukazati na probleme i potencijalne opasnosti. Turistički trendovi znatno utječu na tokove prometa i mijenjaju prometnu situaciju iz godine u godinu. Svrha ovog rada je prikazati podatke dobivene analizom te ih usporediti sa podacima iz prijašnjih analiza kako bi se ukazalo na promjene i potencijalne probleme. Rad će sadržavati sedam glavnih područja analize: najučestaliji parovi aerodroma čiji letovi prelaze preko promatranog prostora, najučestalije polazišne aerodrome, najučestalije odredišne aerodrome, najopterećenije točke u promatranom prostoru, najprometnije segmente ruta u promatranom prostoru, najučestalije tipove zrakoplova te udio domaćeg prijevoznika u ukupnom prometu. Rezultati dobiveni analizom biti će prikazani tablično, grafički te dodatno popraćeni objašnjenjem.

Ključne riječi: statistička analiza, zračni promet, tok prometa, mreže zračnih puteva

Summary

Statistical analysis gives insight into the traffic situation, flow of traffic trends, the load of certain routes and sectors, and thus can point out problems and potential dangers. Tourist trends significantly affect the flow of traffic and are changing traffic situation from year to year. The purpose of this paper is to present data obtained from the analysis and compare them with data from a previous analysis in order to highlight the changes and potential problems. The paper will include seven main areas of analysis: the most common city pair whose flights are crossing the observed area, the most common departing airports, the most common destination airports, the most prominent navigational point in the observed area, the busiest segments of routes in the observed area, the most common type of aircraft and the precentage of domestic airliner in total. Results obtained from the analysis will be presented in tables, graphically and further accompanied by an explanation.

Key words: statistical analysis, air traffic, flow of traffic, air routes network

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Uvod u NEST – Network Strategic Tool 2
   2.1. Glavno sučelje 3
   2.2. Izvori podataka 3
   2.3. Unos i izvoz podataka 4
   2.4. Mogućnost izrade fleksibilnog seta podataka 4
   2.5. Upravljanje integritetom podataka 4
   2.6. Preglednici podataka sa mogučnošću automatskog ažuriranja 4
   2.7. Automatizacija zadataka 5
   2.8. Modeliranje bazirano na scenarijima 5
   2.9. Algoritmi korišteni za simulacije 6
   2.10. Analiza 7
   2.11. Simulacija podataka i optimizacija 8
   2.12. Vizualizacija i prezentacija 8
   2.13. Usporedba scenarija 9
   2.14. Mreža ruta 9
   2.15. Izdvajanje odabranog prometa unutar željenog zračnog prostora 10
   2.16. Usporedba planirane i stvarne putanje leta zrakplova 10
3. Područje nadležnosti Hrvatske kontrole zračne plovidbe 11
4. Rezultati statistčke analize prometa unutar zračnog prostora Republike Hrvatske 14
   4.1. Analiza prometa unutar FIR Zagreb za dan 3.7.2014. 15
      4.1.1. Parovi zračnih luka sa najvećim brojem preleta 16
      4.1.2. Polazne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb 17
      4.1.3. Odredišne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb 19
      4.1.4. Najopterećenije točke u području FIR Zagreb 21
      4.1.5. Najprometniji segmenti ruta unutar FIR Zagreb 23
      4.1.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova unutar FIR Zagreb 25
      4.1.7. Udio letova Croatia Airlines unutar FIR Zagreb za dan 3.7.2014. 26
   4.2. Analiza prometa unutar FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014. 27
      4.2.1. Parovi zračnih luka sa najvećim brojem preleta 28
      4.2.2. Polazne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb 29

4.2.3. Odredišne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb 31
4.2.4. Najopterećenije točke u području FIR Zagreb 33
4.2.5. Najopterećeniji dijelovi ruta unutar FIR Zagreb 34
4.2.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova unutar FIR Zagreb 36
4.2.7. Udio letova Croatia Airlinesa unutar FIR Zagreb 37
5. Usporedba dobivenih podataka s podacima prethodnih analiza iz 2009. i 2011. godine 38
5.1.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta 39
5.1.2. Najprometniji dijelovi ruta unutar FIR Zagreb 41
5.1.3. Tipovi zrakoplova s najvećim udjelom u prometu unutar FIR Zagreb 42
6. Zaključak 43

1. Uvod

Svrha ovog završnog rada je prikazati analizu zračnog prometa u Republici Hrvatskoj, odnosno zračnog prostora pod nadležnošću Hrvatske kontrole zračne plovidbe. Različitost između prostora Republike Hrvatske i prostora pod nadležnošću Hrvatske kontrole zračne plovidbe biti će razjašnjena tijekom rada.

Za analizu zračnog prometa korišten je analitički sustav NEST. To je program koji je razvijen od strane EUROCONTROL[1]-a i koristi se u ATF(C)M[2] za analizu i predviđanje letova, tokova letova te proračun potrebnog kapaciteta zračnog prostora kako bi se zadovoljila potražnja od strane zrakoplovnih prijevoznika.

U prvom dijelu rada biti će opisan način rada programa NEST uključujući glavne i sporedne sustave te procese i algoritme koje koristi. Zatim će biti razjašnjena razlika između granica suvereniteta RH i granica nadležnosti HKZP, nakon toga dolazi analiza zračnog prometa u RH koja će biti predstavljena tablično, grafički i preko slika te će biti naknadno objašnjeni i razjašnjeni.

Glavni cilj ove analize zračnog prometa je ukazati na opterećenja pojedinih aerodroma i pripadajučih ruta te utjecaj mogućeg preopterećenja na regulacije prometa i kašnjenje. Također, analizom će se objasniti pojmovi sektorizacije, upravljanja kapacitetom i radnog opterećenja te njihovi utjecaji na količinu prometa te utjecaj količine prometa na navedene pojmove.

Analiza zračnog prometa je bitna iz razloga što ukazuje na moguće nedostatke i time se može doći do rješenja koja bi poboljšala funkcioniranje pojedinih dijelova zračnog prostora. Također, usporedbom sa prethodno izvršenim analizama možemo vidjeti trendove porasta ili pada prometa u određenim sektorima i na temelju toga odrediti gdje bismo trebali, i na koji način, otvoriti dodatne sektore i angažirati dodatne kontrolore zračnog prometa, ili izmjeniti postupke prilaza i odleta kako bi se smanjila potencijalna opasnost od incidenta i kako bi se povećao prostor u kojemu se zrakoplovi mogu zadržavati bez da ometaju drugi promet

[1] Europska agencija za sigurnost kontrole zračnog prometa
[2] Eng.: Air Traffic Flow (and Capacity) Management – EUROCONTROL-ova služba upravljanja protokom zračnog prometa

2. Uvod u NEST – Network Strategic Tool

NEST je aplikacija koju je razvio EUROCONTROL u suradnji sa pružateljima usluga zračne navigacije (ANSP[3]) iz različitih zemalja članica ECAC[4] zone. Ovu aplikaciju koriste Network Manager[5] i ANSP za srednjeročno i dugoročno planiranje aktivnosti. Network Manager vrši dugoročne prognoze prometa i planira na koji način bi se taj promet mogao rasporediti, preko određenih ruta ili tokova, da se smanje zagušenja, regulacije i kašnjenja. ANSP vrše dugoročne prognoze, koje onda objavljuju Eurocontrolu za planiranje kapaciteta, i srednjeročne prognoze kako bi mogli odrediti dizajn zračnog prostora u smislu kada će i koliko sektora otvoriti kako bi povećali kapacitet i smanjili radno opterećenje kontrolora leta. [2]

NEST je nasljednik dvaju analitičkih programa SAAM i NEVAC koji su se prije koristili za analize i pripreme. Spajanjem ovih programa i riješavanjem problematike s kojom su se susretali korisnici, kreiran je NEST koji ima pojednostavljeno sučelje kako bi osoba koja koristi program mogla lakše manipulirati ulaznim podacima i lakše dolaziti do željenih podataka, ali istovremeno su zadržane sve potrebne funkcije. Program koristi modeliranje temeljeno na određenim scenarijima, te je sposoban pokretati široki raspon kompleksne analize bitne za izvođenje prostupaka i funkcija optimizacije. [2]

Program se može koristiti na lokalnoj razini, unutar oblasne kontrole ili aerodroma za predviđanje potrebnog kapaciteta na dnevnoj bazi, ili na globalnoj razini za strateško planiranje cijelokupne mreže ruta. Program također može obraditi i pohraniti velike količine podataka u rasponu od nekoliko godina, ali istovremeno omogučavajući korisniku da pregleda detalje i analizira jedan let, ili jednominutne periode. Svi podaci uključujući Europski zračni prostor, mrežu ruta, prometnu potražnju te STATFOR[6]-ove

[3] Eng.: Air Navigation Service Provider – pružatelji usluga navigacije u zračnom prometu

[4] Eng.: European Civil Aviation Conference – vladina organizacija koja promovira siguran i efikasan sustav zračnog prijevoza u Europi

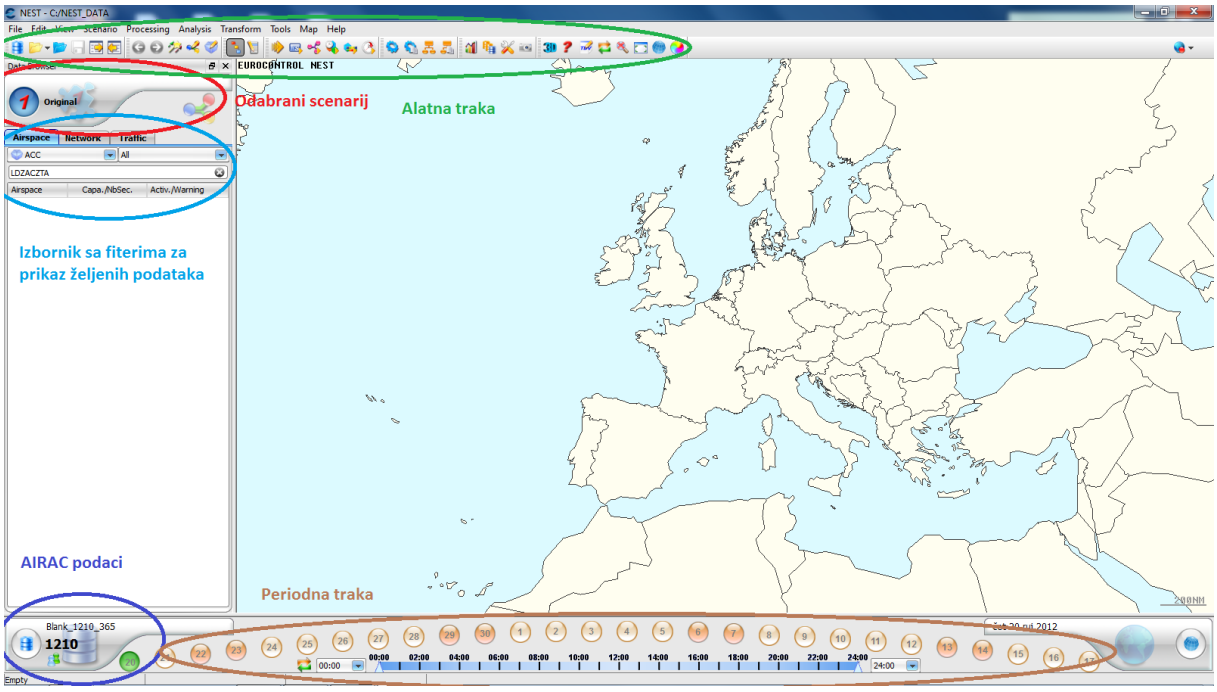
[5] Zaposlenik u Eurocontrolu, koji planira uspostavu kapaciteta, određenih ruta i tokova prometa te koordinira sa ANSP u svrhu optimalnog iskorištenja svih raspoloživih resursa

[6] Eng.: Eurocontrol Statistic and Forecast Service – ogranak Eurocontrola koji vrši analize i predviđanja prometa, prometne potražnje, kašnjenja i regulacija

prognoze prometa su dostupni distribucijom Eurocontrola po završetku svakog AIRAC[7] ciklusa. [2]

2.1. Glavno sučelje

Glavno sučelje se sastoji od trodimenzionalne mape, alatne trake i periodne trake u kojoj se može odabrati željeni datum i vrijeme kao što je prikazano na slici 1. Kao dodatak standardnom izborniku i alatnim trakama, sučelje također sadržava kontekstualne informacije o AIRAC-u, traku sa otvorenim scenarijima te također prečace do opcija o pregledniku mape na traci za mapu. Preglednik povijesti modifikacije podataka prikazuje sve prmjene koje su napravljene originalnom setu podataka u otvorenom scenariju. Naslov otvorenog scenarija je prikazano u traci za scenarije. [2]



Slika 1: Prikaz NEST glavnog sučelja uz opis pojedinih dijelova

2.2. Izvori podataka

Službeni podaci svakog AIRAC ciklusa se objavljuju na mjesečnoj bazi na EUROCONTROL-ovim serverima koji omogućuju korisnicima NEST programa da preuzmu provjerene arhive podataka za prethodnih 28 dana. Otvoreni AIRAC ciklus, kao što se vidi na slici 1., je prikazan u donjem lijevom uglu. [2]

[7] Eng.: Aeronautical Information Regulation and Control - ciklus od 28 dana nakon kojega se objavljuju sve relevantne informacije o regulacijama, promjenama u procedurama i ostalih informacija značajnih za let zrakoplova u određenoj državi

2.3. Unos i izvoz podataka

Podaci o određenom scenariju mogu se izvesti iz programa kao jedan excel podatak ili kao nekoliko tekstualnih podataka što znači da se bilo koja promjena u vanjskim programima može lako vratiti natrag u NEST i ubaciti u trenutni scenarij. Također, moguće je promjeniti jedan scenarij izravnim unosom podataka iz nekog drugog scenarija što dopušta dase promjene kopiraju u novi set podataka. [2]

2.4. Mogućnost izrade fleksibilnog seta podataka

Za korisnike koji rade sa svojim podacima, NEST nudi nekoliko metoda za izradu seta podataka. Mogu se stvoriti prazni setovi podataka i alternativno okruženje koristeći alate za uređivanje. Također postoji mogućnost izrade potpunog ili dijelomičnog seta podataka iz formatiranih podataka. [2]

2.5. Upravljanje integritetom podataka

Problemi sa integritetom podataka se mogu pojaviti u bilo kojem trenutku kada korisnik mijenja ili briše dijelove entiteta podataka, najčešći razlog tome je pokvareni ili neupareni spoj između dva entiteta. NEST aktivno upravlja integritetom podataka automatskom analizom utjecaja modifikacija korisnika i davanjem savjeta, gdje je potrebito, o podacima koji se trebaju ukloniti ili ručno prilagoditi prije bilo kakve modifikacije istih. [2]

2.6. Preglednici podataka sa mogučnošću automatskog ažuriranja

Traka preglednika podataka sadrži zračni prostor, mrežu ruta i izbornik prometa koji pokazuje grane podataka i omogućuje da se odabrani podaci prikažu na trodimenzionalnoj mapi. Preglednik podataka je temeljna ulazna točka za pregled svih podataka te za mogućnost uređivanja i analiziranja. Svi podaci AIRAC ciklusa o okolini i prometu se mogu brzo filtrirati i sortirati po bilo kojem uvjetu. [2]

Podaci o okolini sadrže ACC, sektore, konfiguracije, količinu prometa, regulacije, aerodrome i navigacijske točke. Podaci o mreži ruta uključuju navigacijske točke, segmente ruta, podmreže i pravila i uvjete koji se odnose na odabranu rutu. Podaci o prometu sadrže letove, polazni i odredišni aerodrom i podatke o križanjima ruta. Letovi se mogu grupirati po polazišnom i odredišnom aerodromu, po zračnom prostoru koji prelijeću, točkama na ruti, segmentu rute ili regulacijama te također po vrsti zrakoplova. [2]

Otvoreni preglednici su automatski ažurirani kada se bilo koji podatak izmjeni. Bilo koji datum iz 28 dnevnog AIRAC ciklusa se može odabrati kao trenutni datum. Otvoreni preglednik se također automatski ažurira kada se promijeni odabrani datum. Postoji mogućnost zaključavanja čime se odbacuju sve vanjske promjene podataka, bez obzira koji podatak se mijenjao. [2]

2.7. Automatizacija zadataka

Filozofija rada koja pokreće NEST-ove procese također teži osigurati da se sve što se ručno može napraviti sa određenim alatima također može izvršiti automatski od strane programa koristeći niz nareddbi koje se mogu prilagođavati. To je najviše uočljivo u radnjama koje se ponavljaju gdje je cijelokupni niz radnji zamjenjen sa nekoliko klikova mišem, a to je omogućeno korištenjem programa za uređivanje SIM dijagrama u kojemu se svi postupci manipulacijom podataka predstavlju kao objekti koji se trebaju složiti poput lego kockica kako bi se izgradio kompleksni proces automatske analize. [2]

2.8. Modeliranje bazirano na scenarijima

Svi podaci se mogu podešavati koristeći integrirane alate za uređivanje ili unošenjem već uređenih podataka. Sve promjene se spremaju u trenutno otvoreni scenarij i prikazane su u povijesti modificiranih podataka. Promjene na podacima se mogu poništiti, prepraviti i spremiti u mali podatak o scenariju. Podaci o scenariju sadrže sve unešene promjene u podacima o okolini i podacima o prometu koje pripadaju setu podataka AIRAC vremenskog perioda. Pošto su to mali podaci mogu se poslati preko e-mail usuge što omogućuje da neki drugi korisnik koristi te modificirane podatke, uz pretpostavku da taj drugi korisnik posjeduje originalni set AIRAC podataka. Korisnici uglavnom koriste službene setove podataka koje je moguće skinuti direktno sa EUROCONTROL-ovih servera. [2]

2.9. Algoritmi korišteni za simulacije

NEST za svoje simulacijske značajke koristi nekolicinu algoritama koji, matematičim formulama, omogućuju vrlo precizne i detaljne simulacije. Zbog velikog broja parametara koji se nalaze u bazi podataka moguće je vidjeti sve, od jednog leta pa do cijelokupnog prometa na području Europe. Najznačajniji algoritmi za simulaciju prometa su redom: [2]

- Predlošci prometa u budućnosti
    - Nest može stvoriti predloške budućeg prometa koristeći predviđanja porasta prometa izrađenih od strane STATFOR-a. Kapaciteti aerodroma i smjenski rad se također mogu unjeti kao čimbenici za predviđanje.
- 4D distribucija prometa
    - NEST može proračunati 4D putanje leta za određenu mrežu ruta, uzimajući u obzir podatke o performansama zrakoplova, rutna ograničenja, visinska ograničenja, SID[8] i STAR[9] podatke te otvaranja vojnih sektora. Promet se može distribuirati preko najkraće ili najjeftinije rute.
- Optimizator konfiguracije
    - Nest može predložiti optimalnu shemu otvaranja operacija sukladno raspoloživim kontrolorima zračnog prometa, konfiguracije sektora i kapaciteta pojedninih sektora. Ovaj model balansira radno vrijeme i opterećenje temeljeno na podesivoj strategiji optimizacije.
- Proračun regluacija
    - NEST automatski proračunava period i kapacitet potreban da se izgladi nadolazeće preopterećenje prometa.
- Simulacije kašnjenja
    - NEST može izračunati ATFM kašnjenje[10] tijekom cijelog dana za bilo koji scenarij, uzimajući u obzir utjecaj mreže.

[8] Eng.: Standard Instrument Departure – objavljena procedura odleta za IFR promet sa određenog aerodroma do određene točke

[9] Eng.: Standard Instrument Arrival – objavljena procedura prilaza za IFR promet sa određene točke do određenog aerodroma

[10] Kašnjenje dodjeljeno od strane ATF(C)M kako bi se smanjio broj zrakoplova u zraku i preopterećenje kontrole leta

2.10. Analiza

Za analitičke značajke programa NEST, ciljalo se na što jednostavniji i brži proces dobivanja željenih podataka i rezultata. Program je svojim glavnim sučeljem pojednostavio procese unosa informacija, također postavljanjem kratica u alatnu traku vrlo lako se dolazi do željenih rezultata. Najznačajnije značajke su redom: [2]

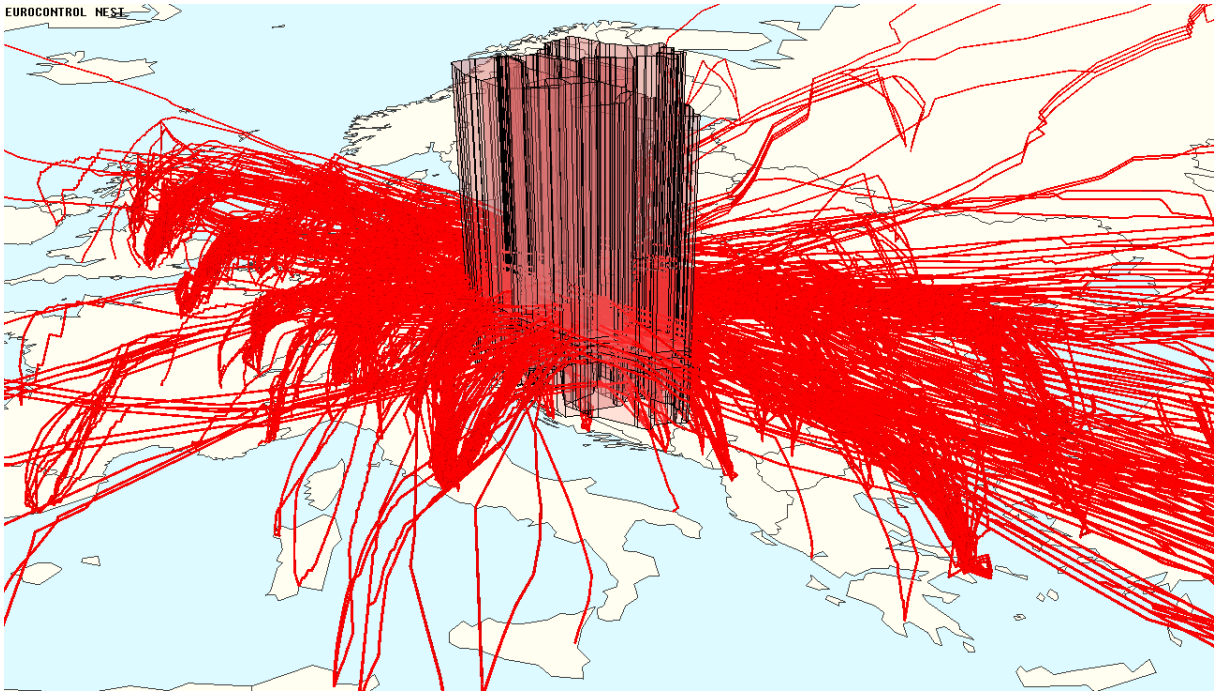
- Polja za unos podataka
    - Polja za unos podataka omogućuju korisniku odabir i prikaz 4D putanje leta sukladno unesenim flterima koji uključuju polazišni i odredišni aerodrom, navigacijske točke, dijelovi rute, prijeđeni sektori, aviokompanija kojoj zrakoplov pripada, te tip zrakoplova
- Grafikoni
    - Grafikoni se mogu izraditi za prikaz i usporedbu opterećenja zračnog prostora, stope ulaska zrakoplova u zračni prostor, broja zrakoplova unutar zračnog prostora, potencijalnih konflikata, kompleksnosti, zasićenosti, prekomjerne količine zrakoplova, kasšnjenja itd.
- Indikatori učinkovitosti
    - Opći indikatori poput produljenje duljine rute za efikasnost leta, potrošnje goriva, ograničenja kapaciteta, ATFM kašnjenje, trošarine ruta, ispuštanje ugljičnog dioksida i dušičnog monoksida se mogu procjeniti individualno ili zajedno u svrhu stvaranja kombinirane ukupne procjene učinkovitosti leta. Može se analizirati velika količina podataka koja obuhvaća razdoblje od nekoliko godina ćime se omogućuje strateški prikaz koji korisnicima omogućuje procjenu područja učinkovitosti kako bi znali koje područje se mora poboljšati.
- Analitički alati
    - 3D čelije gustoće prometa se mogu prikazati u trodimenzionalnom prikazu zračnog prostora
    - Utjecaj na cijelokupnu mrežu se može analizirati u slučaju kada su na snagu stupila ograničenja ili regulacije na nekom manjem području

2.11. Simulacija podataka i optimizacija

NEST omogućava niz algoritama koji utječu na ponašanje sustava. Povećanje prometa se stimulira koristeći STATFOR predviđanja i FIPS algoritam. Planovi leta se generiraju koristeći algoritme za dodjelu broja leta i profila leta. Sheme otvaranja konfiguracije sektora su optimizirane korištenjem ICO algoritma. Regulacije se sutomatski stvaraju koristeći algoritam za stvaranje regulacija. Kašnjenja su procjenjena koristeći ISA-CASA algoritam. [2]

2.12. Vizualizacija i prezentacija

NEST pruža nekoliko mogućnosti za prikaz podataka, tablice, grafikoni i potpuno integrirane mogućnosti kreiranja 2D/3D prezentacija i 4D vremenski baziranih animacija. Također postoji mogućnost snimanja kraćih filmova koji mogu sadržavati naslove, oznake, nazive zračnh prostora, slike te animacije na vremenskoj bazi i konačan saržaj se može pretvoriti u standardni film „avi“ kvalitete. Na slici 2 vidljiv je opseg detaljnosti NEST programa u prikazu zadanih parametara, prostor nadležnosti HKZP i cijelokupni promet za dan 6. ožujka, 2014. [2]



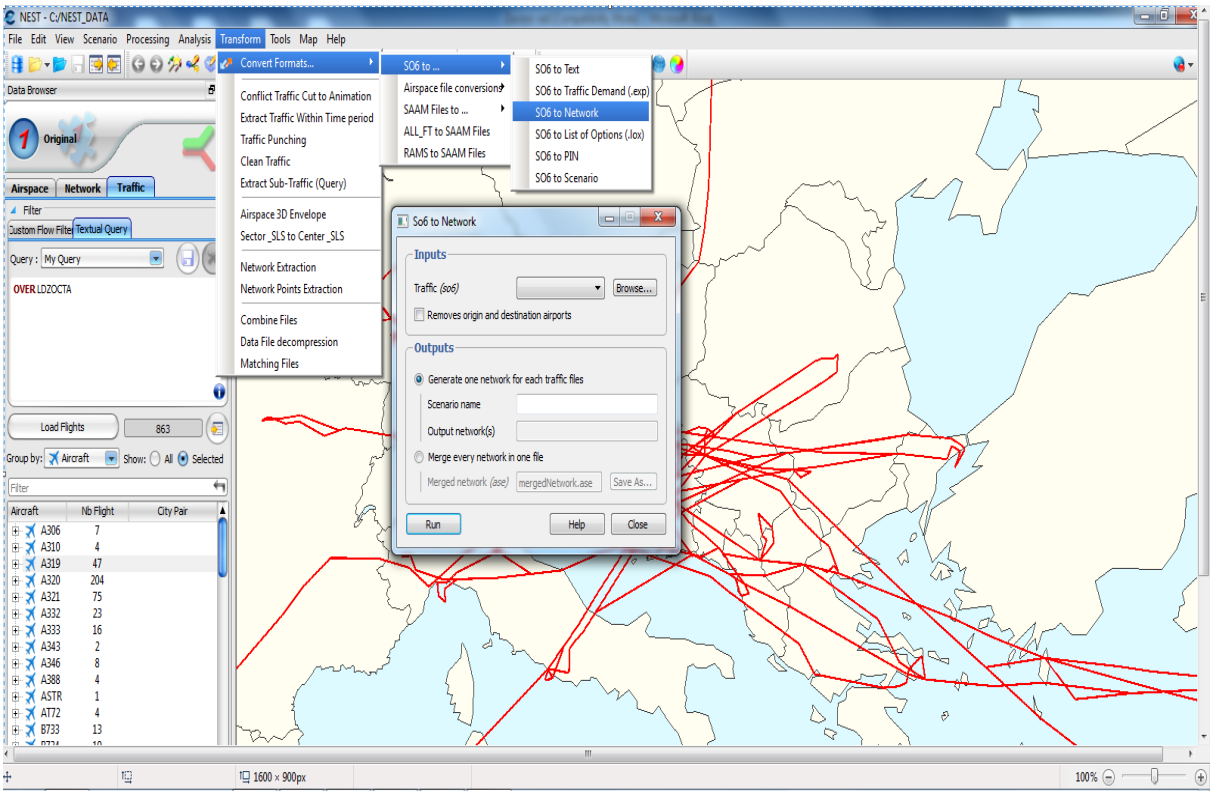
Slika 2: Nadležnost HKZP u 3D zajedno sa svim rutama koje su prolazile kroz RH dana 6.3.2014

2.13. Usporedba scenarija

NEST je program orijentiran prema planerima, bilo koja dva scenarija mogu istovremeno biti učitana što omogućuje usporedbu istih prema bilo kojem kriteriju. Pošto su u NEST-u scenariji jednostavne preslike podataka iz 28-snevnog perioda, te preslike se izrađuju unosom modifikacija podataka u one koji su pohranjeni u preddefiniranom scenariju 28-dnevnog AIRAC seta podataka. Na ovaj način nekoliko različitih scenarija može biti temeljeno na istom setu podataka, gdje svaki scenarij radi drugačije izjmene originalnom setu podataka. [2]

2.14. Mreža ruta

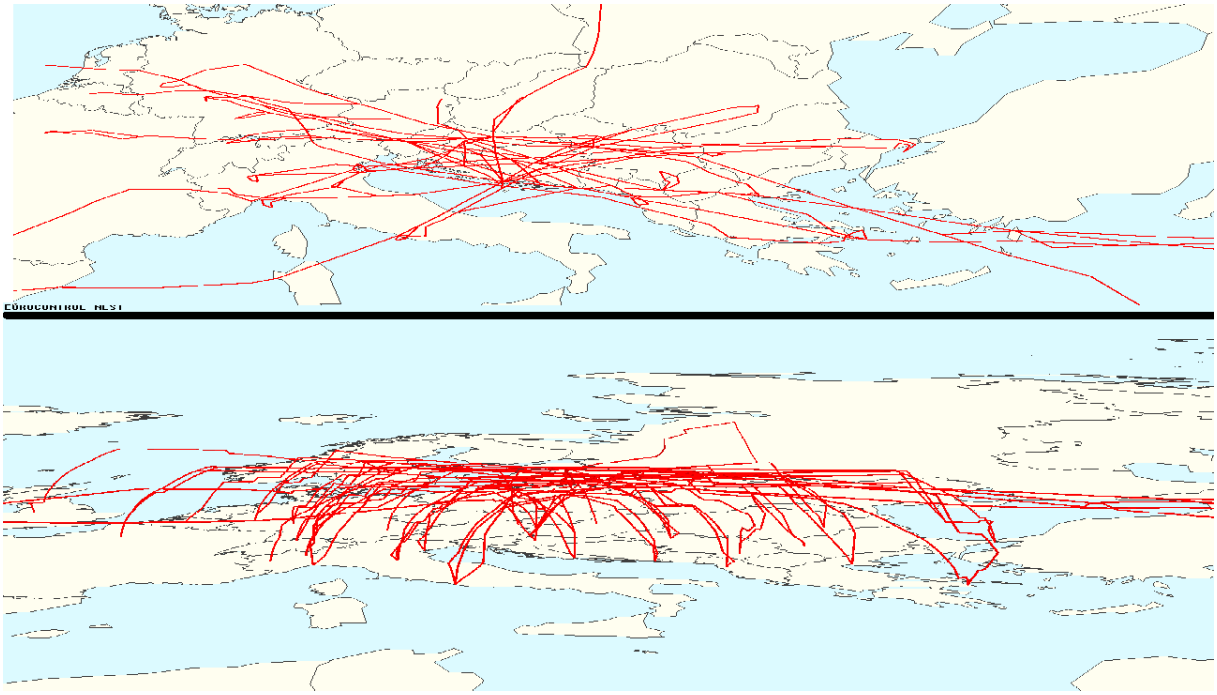
Za prikaz cijelokupne mreže ruta dovoljno je nekoliko klikova mišem. Ukoliko u alatnoj traci otvorimo padajući izbornik pod nazivom transform i zatim otvorimo Convert formats, nakon toga SO6 to i na kraju stisnemo SO6 to Network, otvoriti će nam se prozor koji nam omogućuje generiranje mreže ruta, kao što je vidljivo na slici 3. [2]



Slika 3: Prikaz niza padajućih izbornika za generiranje mreže ruta

2.15. Izdvajanje odabranog prometa unutar željenog zračnog prostora

NEST pruža vrlo detaljan prikaz mreže ruta, ta mogućnost se može korstiti pri analizi količine prometa koja prolazi kroz određeni zračni porstor, uz korištenje filtera može se postići vrlo detaljan i precizan prikaz ruta u 2D i 3D prikazu kao što se može vidjeti na slici 4. [2]



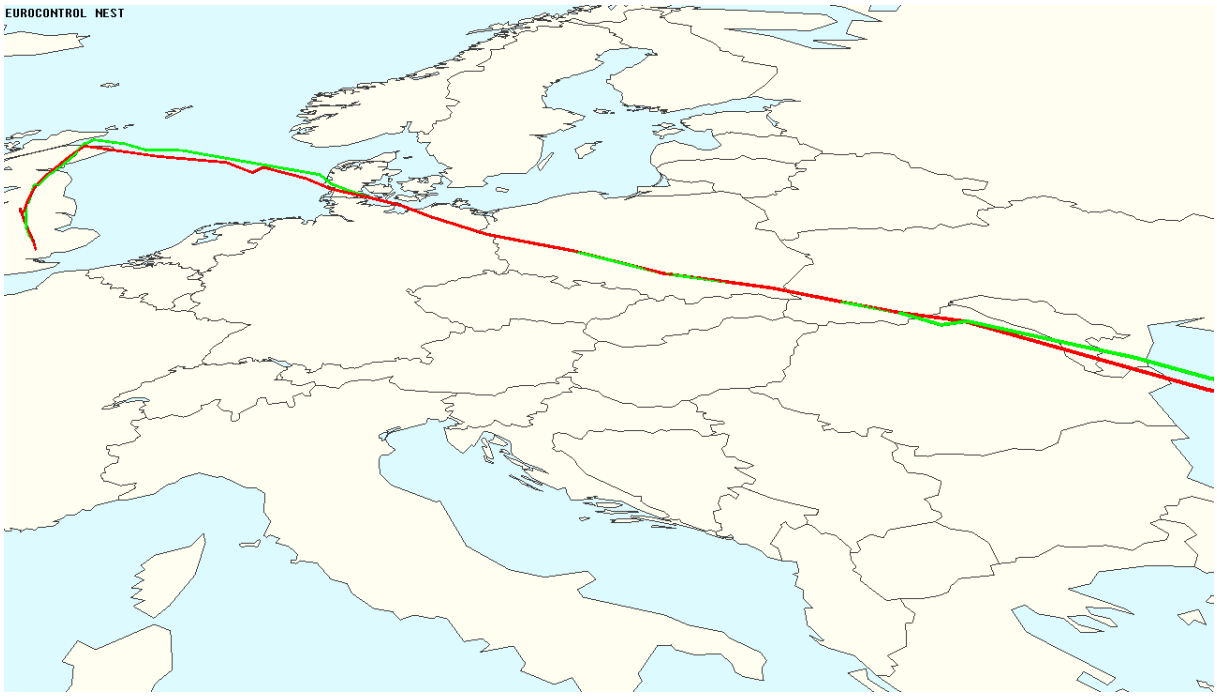
Slika 4: 2D(gore) i 3D(dolje) prikaz mreže ruta

Na slici su prikazane rute letova zrakoplova Airbus A319 koji prolaze kroz zračni prostor Republike Hrvatske, prikaz je omogućen korištenjem filtera koji je namješten da prikazuje samo letove koji prolaze kroz zračni prostor RH te odabirom vrste zrakoplova. Pomoću ovog prikaza možemo odrediti koji zrakoplovi i koji avioprijevoznici najčešće prelijeću RH te vidjeti njihove profile leta. [2]

2.16. Usporedba planirane i stvarne putanje leta zrakplova

NEST uz sve parametre letova prikuplja i podatke planova leta te ih koristi za izračun potrebnog kapaciteta sa svaki zračni prostor kroz koji će zrakoplov prolaziti. Pomoću tih podataka ATF(C)M može predvidjeti hoće li biti prevelika količina prometa u nekom zračnom prostoru, te zadati ATF(C)M delay ili obavjestiti ANSP i dogovoriti moguće regulacije ukoliko ANSP nije u mogućnosti udovoljiti zahtjevima. Ukoliko se u filter unesu podaci za određeni zračni prostor i odabere određeni zrakoplov može se vidjeti njegova planirana putanja

leta(crvena boja) usporedno sa njegovom stvarnom putanjom leta(zelena boja). Na slici 5 prikazan je primjer ovog filtera na kojemu možemo vidjeti odstupanje stvarne putanje leta od planirane. [2]



Slika 5: Prikaz devijacije između planirane i svarne putanje leta zrakoplova

3. Područje nadležnosti Hrvatske kontrole zračne plovidbe

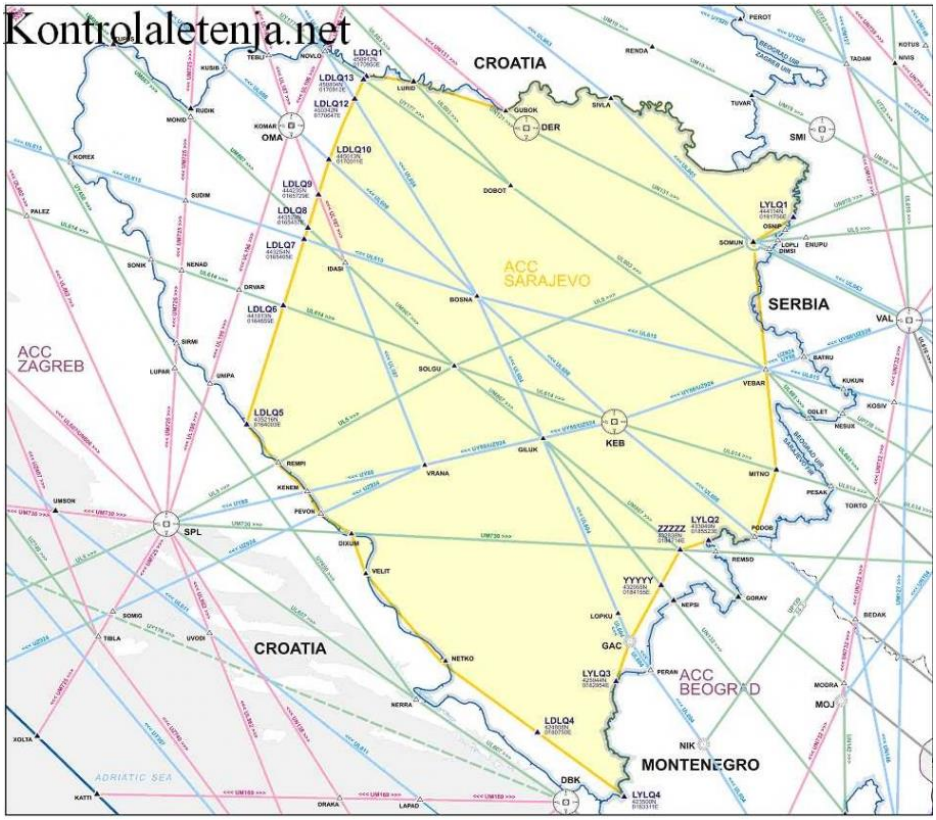
Hrvatska kontrola zračne plovidbe (HKZP d.o.o) je trgovačko društvo čiji je vlasnik Republika Hrvatska, a osnovna zadaća joj je pružati nadzor i kontrolu zračnog prometa što spada pod pružanje operativnih usluga u zračnom prometu (ATS). Uz to, HKZP pruža još nekolicinu usluga:

- Pružanje usluga zrakoplovnog informiranja (AIS)
- Pružanje informacija o zrakoplovnoj meteorologiji (MET)
- Pružanje usluga komunikacije, navigacije i nadzora zračnom prometu (CNS)

Iako je HKZP državna tvrtka, područje ovlasti HKZP-a je nešto šire od područja suvereniteta RH. Granica nadležnosti HKZP, točniji naziv područje letnih informacija Zagreb (FIR[11]), u cijelokupnom sjevernom dijelu granice od područja Istre pa do Slavonije prati

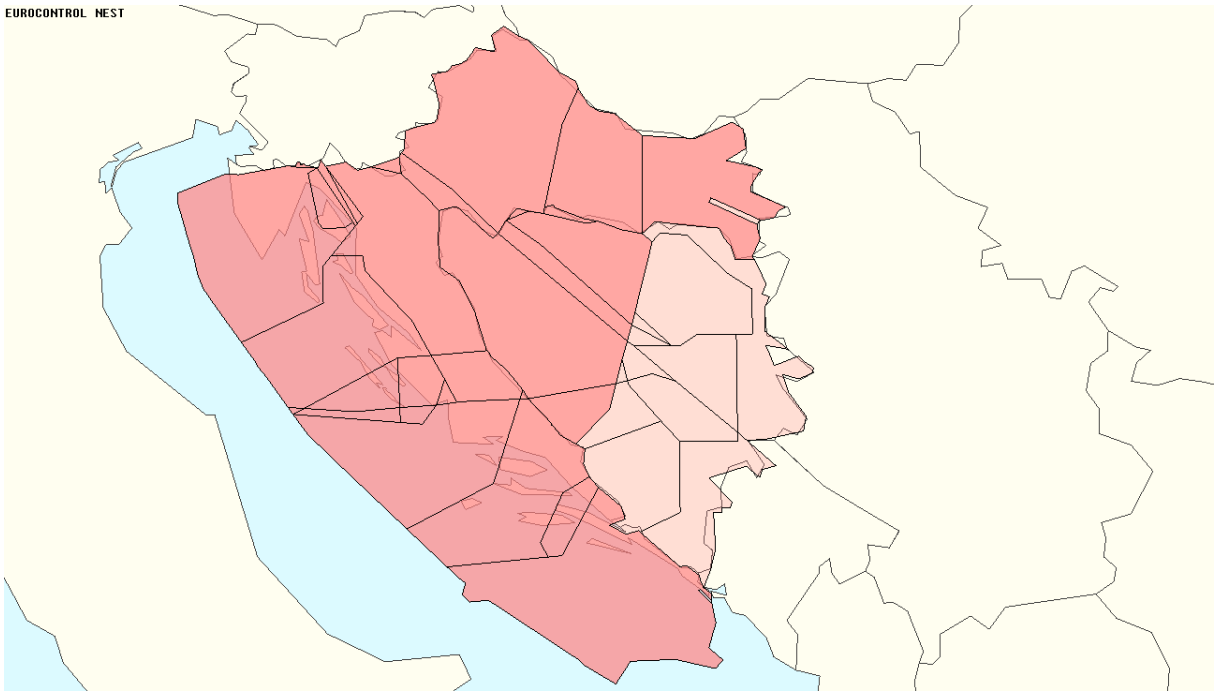
[11] Eng.: FIR (Flight Information Region) - zračni prostor određenih dimenzija u kojem se pružaju usluge letnih informacija i usluga uzbunjavanja i potrage od strane pružatelja usluga u zračnoj plovidbi

granicu suvereniteta RH, na području Jadranskog mora granica ovlasti je na sredini između Italije i RH tako da zrakoplovi koji lete tim dijelom imaju nadzor kontrole zračnog prometa, bez obzira što lete iznad međunarodnih voda. Također, HKZP od studenog 2014. kontrolira definirani dio Bosne i Hercegovine, točnije zapadni dio FIR Sarajevo iznad visine FL325. Prije toga kontrolirao je donji zračni prostor FIR-a Sarajevo od FL100 do FL285 izvan područja nadležnosti prilazne kontrole u Mostaru, Sarajevu, Tuzli i Banja Luci. Ta podjela prostora koristila se i u ovoj statističkoj analizi.



Slika 6: Područje nadležnosti BHANSA-e od FL100 do FL325

Područje FIR Zagreb, na prijedlog Nacionalnog povjerenstva za upravljanje zračim prostorom, utvrđuje ministarstvo nadležno za civilni zračni promet.



Slika 7: Prikaz područja nadležnosti HKZP u 2D

FIR Zagreb okružen je sa 8 FIR-ova susjednih država: FIR Sarajevo (Bosna i Hercegovina), FIR Budapest (Mađarska), FIR Padova i Brindisi (Italija), FIR Beograd (Srbija), FIR Ljubljana i ACC Wienna (Slovenija, dio slovenskog prostora je delegiran Austriji za potrebe prilaza i odleta) i FIR Crne Gore.

U svrhu analize zračnog prometa koristiti će se cjelokupni prostor FIR Zagreb koji uključuje prostor RH, te sjevero-zapadni dio zračnog prostora Bosne i Hercegovine. Promatrani prostor će biti cijelokupan, što znači da neće biti razdjeljen na sektore.

Izdavanje *direct* naredbi je vrlo česta praksa u radu kontrolora leta kako bi se smanjilo vrijeme putovanja, smanjio broj konfliktnih situacija, razriješila kompleksnost, te kako bi se smanjila emisija CO_2.

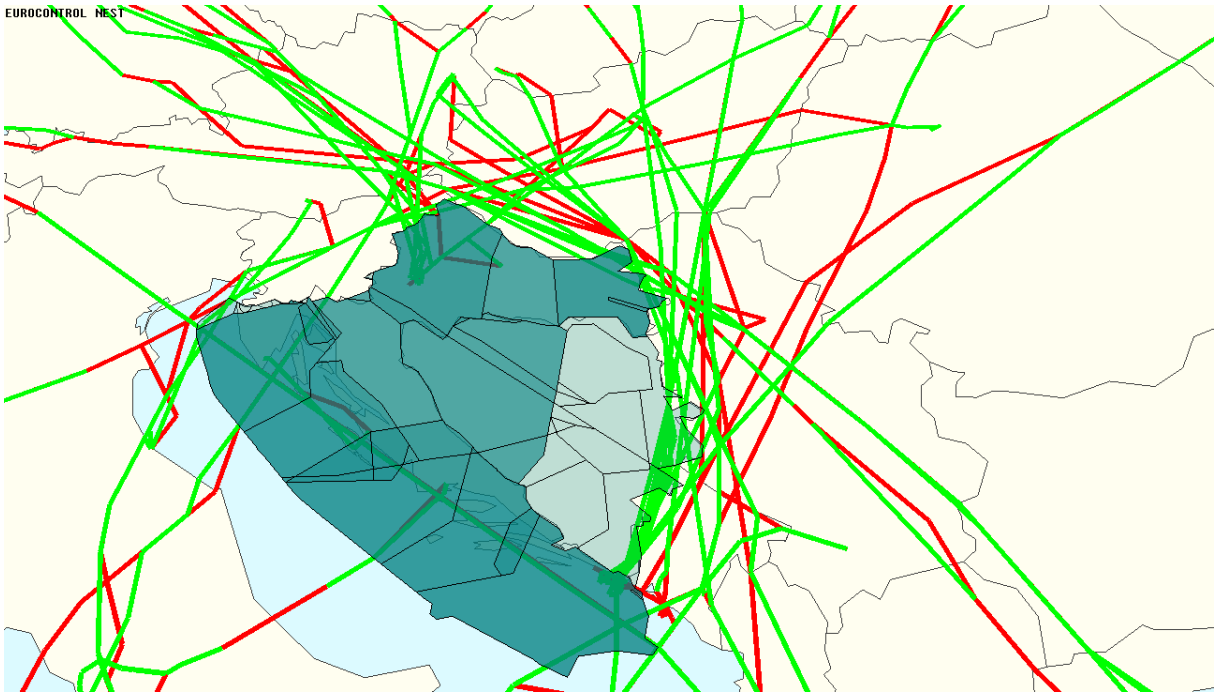
4. Rezultati statistčke analize prometa unutar zračnog prostora Republike Hrvatske

Za potrebe ovog rada analizirani su dani u najznačajnijim mjesecima zimskog i ljetnog perioda, ali zbog opsežnosti i svrhe usporedbe prikazat će se jedan dan iz ljetnog perioda, točnije 3.7.2014. i jedan dan iz zimskog perioda, točnije 4.12.2014. te će se dobiveni podaci usporediti sa sličnim analizama izvršenim za godine 2009. i 2011.. Ograničavanje analize na dva dana i na navedene datume neće znatno utjecati na točnost i preciznost rezultata iz razloga što su odstupanja u broju operacija tijekom navedenih mjeseci minimalna. Kako bi se analize mogle uspoređivati, sezone se moraju ponavljati da bi se moglo ukazati na promjene u prometnim tokovima.

4.1. Analiza prometa unutar FIR Zagreb za dan 3.7.2014.

Analizom zračnog prometa u području FIR Zagreb koji je pod nadležnošću HKZP, dana 3.7. pokazano je da, za navedeni prostor, predano 1868 planova leta, dok je izvršenih letova bilo 1877. Dana 3.7. niti jedan plan leta nije bio otkazan, ali je kroz FIR Zagreb prošlo 9 zrakoplova više od planiranog.

Razlog ovog odstupanja, između predanih planova leta i izvršenih operacija kao što se može vidjeti na slici 7, je promjena ruta od planirane putanje predane u planu leta što je uzrokovalo presjecanje rubova granica FIR Zagreb i time se ovi letovi pribrajaju ukupnom prometu koji je prošao kroz FIR Zagreb. Razlog tome može biti skraćenje rute kako bi se uštedilo na vremenu i gorivu, razdvajanje dvaju ili više letova ili izbjegavanje područja lošeg meteorološkog stanja. Zelenom bojom su prikazani planirani letovi po planu leta, a crvenom bojom su prikazani izvršeni letovi.



Slika 8: prikaz dodatnih letova koji su stvorili odstupanje između predanih planova leta i obavljenih operacija za dan 3.7.

4.1.1. Parovi zračnih luka sa najvećim brojem preleta

Podaci o parovima zračnih luka čiji letovi vrše svoje operacije kroz FIR Zagreb su jako bitne za određivanje ruta unutar FIR Zagreb koje će biti najiskorištenije. Program NEST preko korištenja filtera omogućuje prikaz najčešćeg para zračnih luka za sve letove koji su se odvijali u zadanome danu.

Promatrajući dobivene rezultate za zadani datum može se zaključiti da je najčešći par zračnih luka LFPG-LLBG (Paris Charles de Gaulle – Tel Aviv Ben Gurion) sa ukupno 11 letova, zatim EGLL-LGAV (London Heathrow – Athen Eleftherios Venizelos) sa ukupno 9 letova. Tablicom 1 je prikazano 20 najčešćih parova zračnih luka čije linije povezanosti prolaze kroz prostor FIR Zagreba.

Tablica 1: Popis prvih 20 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija kroz FIR Zagreb

Parovi zračnih luka (ICAO code)	**Imena gradova**	**Broj operacija**
LFPG LLBG	Paris - Tel Aviv	11
EGLL LGAV	London - Athens	9
EDDM LTBA	Munchen - Istanbul	8
LFPG LTBA	Paris - Istanbul	7
LGAV EGLL	Athens - London	7
LIRF UUEE	Rome - Moscow	7
HESH EGKK	Sharm el-Sheikh - London	6
LIMC OTHH	Milano - Doha	6
LIRF LOWW	Rome - Wienna	6
LOWW LIRF	Wienna - Rome	6
LSZH LTBA	Zurich - Instanbul	6
LTBS EGCC	Dalaman - Manchester	6
LTBS EGKK	Dalaman - London	6
UUEE LIRF	Moscow - Rome	6
EBBR LLBG	Brussels - Tel Aviv	5
EBBR LTAI	Brussels - Antalya	5
EDDF LLBG	Frankfurt - Tel Aviv	5
EDDF LTAI	Frankfurt - Antalya	5
EDDK LTAI	Koln - Antalya	5
EDDL LTAI	Dusseldorf - Antalya	5

4.1.2. Polazne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb

Analizom prometa FIR Zagreba po broju letova, filtriranih prema polaznim zračnim lukama, vidljivo je da većinu prometa čine letovi koji polaze iz stranih zemalja. Ovi letovi su većinom međunarodni letovi koji prelijeću prostor FIR Zagreba, no iz trablice 2 je vidljivo da su na popisu i domaće zračne luke poput Zagreba, Splita i Dubrovnika.

Od ukupnog broja letova koji su taj dan preletjeli kroz FIR Zagreb, najveći udio u prometu ima zračna luka Munchen Franz Josef Strauss sa ukupno 60 letova, druga po redu je zračna luka Paris Charles de Gaulle sa ukupno 54 letova. Domaće zračne luke zauzimaju ukupno 3 mjesta na tablici, zračna luka Split na petom mjestu sa ukupno 50 letova, Dubrovnik na desetom mjestu sa ukupno 44 letova, zračna luka Pleso u Zagrebu na 18. mjestu sa ukupno 33 letova.

Ostale domaće zračne luke zbog manjeg broja operacija nisu uvrštene u tablicu, ali u svrhu analize prometa će biti navedene. Zračna luka Zadar sa ukupno 18 letova, zračna luka Pula sa ukupno 14 letova te zračna luka Rijeka sa 4 letova. Ukupni broj uzlijetanja unutar FIR Zagreba je 168 što od ukupnog broja operacija za taj dan, koji iznosi 1877, čini 8,95% ukupnog broja operacija.

Tablica 2: Popis prvih 20 polaznih zračnih luka sa preletom kroz FIR Zagreb

ICAO code	Grad	Broj uzlijetanja
EDDM	Munchen	60
LFPG	Paris	54
LIRF	Rome	53
EDDF	Frankfurt	52
LDSP	Split	50
EHAM	Amsterdam	49
LSZH	Zurich	48
EGKK	London	47
LIMC	Milan	47
LDDU	Dubrovnik	44
LGAV	Athens	43
EGLL	London	42
EBBR	Bruxelles	40
LLBG	Tel Aviv	39
LTBA	Istanbul	38
LGRP	Rhodes	34
LTBS	Dalaman	34
LDZA	Zagreb	33
LGIR	Heraklion	30
EGCC	Manchester	26

4.1.3. Odredišne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb

Analizom prometa kroz FIR Zagreb dobiveni su podaci o najčešćim odredišnim zračnim lukama, na tablici 3 se može vidjeti da je većina odredišta na jugu odnosno jugoistoku, dok se u tablici 2 može primjetiti da je većina polaznih zračnih luka na sjevernom i sjeverozapadnom dijelu Europe, stoga se može zaključiti da većina letova i prometih tokova putuje sa sjevera odnosno sjeverozapada prema jugu odnosno jugoistoku.

Najzastupljenije zračne luke su uglavnom turistička odredišta a pošto je mjesec srpanj u ljetnoj sezoni podatak o količini prometa uopće i smjeru tokova nas uopće ne treba čuditi. Na prvom mjestu je Istanbul sa ukupno 80 letova, drugo mjesto je zauzeo Tel Aviv sa ukupno 75 letova. Domaće zračne luke zauzimaju dva mjesta na tablici, zračna luka Dubrovnik sa 46 letova te zračna luka Split sa 43 letova.

Ostale domaće zračne luke, koje nisu navedene na tablici 3. su zračne luke Zagreb i Zadar sa po 23 leta, zračna luka Pula sa ukupno 4 letova, zračno pristanište Osijek sa 3 leta te Brač sa ukupno 2 leta. Ukupni broj slijetanja na domaće zračne luke unutar FIR Zagreb iznosi 145 operacija, od ukupnog broja operacija to iznosi 7,72%.

Tablica 3: Popis prvih 20 odredišnih zračnih luka sa preletom kroz FIR Zagreb

ICAO code	Grad	Broj slijetanja
LTBA	Istanbul	80
LLBG	Tel Aviv	75
EGKK	London	56
LIRF	Rome	55
LTAI	Antalya	54
LDDU	Dubrovnik	46
LGAV	Athens	44
LDSP	Split	43
LGRP	Rhodes	41
EDDM	Munchen	38
LIMC	Milan	38
LSZH	Zurich	34
EGCC	Mancheter	32
EDDF	Frankfurt	29
LROP	Bucharest	29
LTBS	Dalaman	29
LGIR	Heraklion	27
LGKO	Kos Island	27
LBSF	Sofia	26
EBBR	Bruxelles	24

4.1.4. Najopterećenije točke u području FIR Zagreb

Opterećenost točaka je jedna od bitnijih stavki u analizi prometa jer nam pruža informacije o količini prometa na jednom lokalnom dijelu prostora i pomoću te informacije se mogu vidjeti gdje su najkritičniji segmenti i najopterećeniji sektori.

Osim količine prometa na jednom lokalnom dijelu prostora ovaj podatak nam daje informaciju o kompleksnosti zračnog prostora, jer je kompleksnost ovisna o nizu čimbenika, od kojih je jedan i položaj sjecišta zračnih puteva koji se protežu između tih točaka. U FIR Zagreb točke su definirane kao navigacijske točke određene geografskim koordinatama ili lokacijom radionavigacijskih sredstva a najčešće korišteno radionavigacijsko sredstvo je VOR[12]/DME[13].

Radionavigacijsko sredstvo VOR/DME ZAG je glavna točka u FIR Zagreb na kojoj se presjecaju rute smjera sjeverozapad – jugoistok te istok zapad i stoga je na tome dijelu prostora razdvajanje zrakoplova zahtjevnije za provedbu te time utiče na kompleksnost prometa. S druge strane, na primjer, na točci PUL gdje je promet teče većinom jednim smjerom (sjeverozapad – jugoistok) razdvajanje prometa manje je zahtjevno te je da taj dio prostora zbog toga manje kompleksan.

Tablicom 4 prikazano je 20 prometno najopterećenijih točaka na području FIR Zagreb. Iz tablice je vidljivo da je najopterećenija točka SPL sa 272 preleta, nakon nje je ZAG sa 266 preleta.

[12] Eng.: VOR – Very high frequency Omnidirectional Range – radionavigacijsko sredstvo koje u svim smjerovima emitira radiovalove vrlo visoke frekvencije, ti radivalovi se zovu radijali.
[13] Eng.: DME – Distance Measuring Equipment – radionavigacijsko sredstvo koje pomoću odašiljanja radiovalova mjeri udaljenost objekta od sredstva

Tablica 4:Popis prvih 20 najopterećenijih točaka unutar FIR Zagreb

Točka	Broj preleta
SPL	272
ZAG	266
NAKIT	245
PEVAL	239
PUL	225
BOSNA	214
DBK	202
SOLGU	201
KONUV	185
NERRA	174
NEMEK	171
SOMUN	168
MONID	159
VBA	154
KOMAR	149
IDASI	147
KOFER	140
DIMSI	139
PODET	139
ZDA	133

4.1.5. Najprometniji segmenti ruta unutar FIR Zagreb

Analizom segmenata ruta, osim opterećenja pojedinog sektora i pojedine točke, dobijemo i informaciju o smjeru kretanja toka prometa, kao što se vidi na tablici 5, a grafički je prikazano na slici 8, najprometniji segment je između točaka DBK i KONUV što nam govori da taj promet ide jugoistočno, na drugome mjestu u tablici je segment između točaka NERRA i DBK a taj smjer kretanja je također jugoistočan.

U tablici također možemo vidjeti da je većina segmenata na zapadnoj strani FIR Zagreba, tj na priobalju uzduž obale Jadranskog mora, što je očekivano za ljetni period. Iz perthodnog poglavlja, iz tablice 4 prikazano je da su SPL i ZAG bile najopterećenije točke, dok ovdje kod najopterećenijih segmenata u tablici 5 su na nižem rangu, to je objašnjivo razgranatošću ruta iznad ZAG i iz tog razloga točka ZAG nema veliku opterećenost u kombinaciji sa jednom od susjednih točaka. Dok s druge strane SPL je završna točka prije slijetanja na zračnu luku Split i iz tog razloga nema puno opterećenih segmenata.



Slika 9: Grafički prikaz opterećenosti segmenata unutar FIR Zagreb

Tablica 5: Popis najopterećenijih segmenata unutar FIR Zagreb

Segment rute	Broj preleta
DBK-KONUV	174
NERRA-DBK	138
MONID-IDASI	130
NEMEK-TUPUS	130
TUPUS-MONID	130
PODET-ZAG	108
NAKIT-PUL	105
PEVAL-NAKIT	103
SPL-NERRA	98
BOSNA-KOMAR	90
DER-SOMUN	90
LAPAD-UVODI	89
VAKSU-LAPAD	87
GOBOK-DER	86
ZDA-SPL	85
KOMAR-KUSIB	83
KUSIB-LUSIN	82
LUSIN-GORPA	82
PUL-ZDA	80
ZAG-GUBOK	77

4.1.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova unutar FIR Zagreb

Analizom prometa o tipu zrakoplova koji su prošli kroz FIR Zagreb dobiveni su podaci koji su prikazani u tablici 6, prikazani su samo oni zrakopolovi koji su se pojavili 10 puta ili više. Iz tablice se može vidjeti da prevladavaju Airbus A320 i Boeing B738 sa znantnom razlikom u količini od ostalih tipova. Zatim Airbusovi zrakoplovi tipa A321 i A319. Iz podataka o broju putničkih mjesta vidljivo je i zašto su to najučestaliji tipovi zrakoplova, naime ovi zrakoplovi imaju jedan od najboljih omjera troškova i dobiti na srednjim udaljenostima.

Tablica 6: Popis naučestalijih tipova zrakoplova unutar FIR Zagreb

Tip zrakoplova	Putnička mjesta	broj letova
A320	150	496
B738	148	443
A321	185	167
A319	124	166
B752	253	61
B737	149	41
A332	23	38
B77W	318	34
DH8D	78	34
B763	119	31
B734	144	30
E190	83	30
A333	300	26
B744	415	23
B753	216	21
B772	234	21
B733	137	19
B739	167	16
CRJ9	79	16
C56X	8	11

4.1.7. Udio letova Croatia Airlines unutar FIR Zagreb za dan 3.7.2014.

Pošto je Croatia Airlines avioprijevoznik u vlasništvu RH analizirana je i njihova aktivnost u FIR Zagreb. Croatia Airlines povezuje zračne luke unutar RH te, provodi međunarodne letove u neke od europskih aerodroma. Na slici 9 prikazani su svi letovi Croatia Airlinesa za dan 3. 7. 2014.

Dana 3.7.2014. Croatia Airlines je izvršila ukupno 57 operacija, od čega je 21 operacija međunarodna a ostalih 36 su letovi unutar FIR Zagreb. Sa ovim brojem operacija Croatia Airlines je 6 po redu zastupljenosti unutar FIR Zagreb sa 3,03%. Na prvom mjestu je Easyjet sa 103 operacije i sa 5,19% zastupljenosti unutar FIR Zagreb, drugo mjesto drži Turkish Airlines sa 102 operacije, treće mjesto drži Thomson Airways sa 92 operacije.

Jedna od bitnijh stavki je izračunati koliko milja je prevaljeno taj dan te za avioprijevoznike izračunati udio u cijelokupnom prometu . Taj dan bilo je prevaljeno ukupno 2631105 nautičkih milja, Croatia Airlines je taj dan napravila 19862,22 nautičkih milja što čini 0,75% od ukupnog prometa iznad FIR Zagreb. Easyjet ima udio od 4,88% ukupnog prometa, Turkish Airlines ima udio od 4,07%, dok Thomson Airways drži udio od 5,95%. Iako Thomson Airways ima manje letova od Easyjet i Turkish Airlies, njihovi letovi su imali dulje relacije i stoga napravili više nautičkih milja i to je razlog što drže veći udio ukupnog prometa.

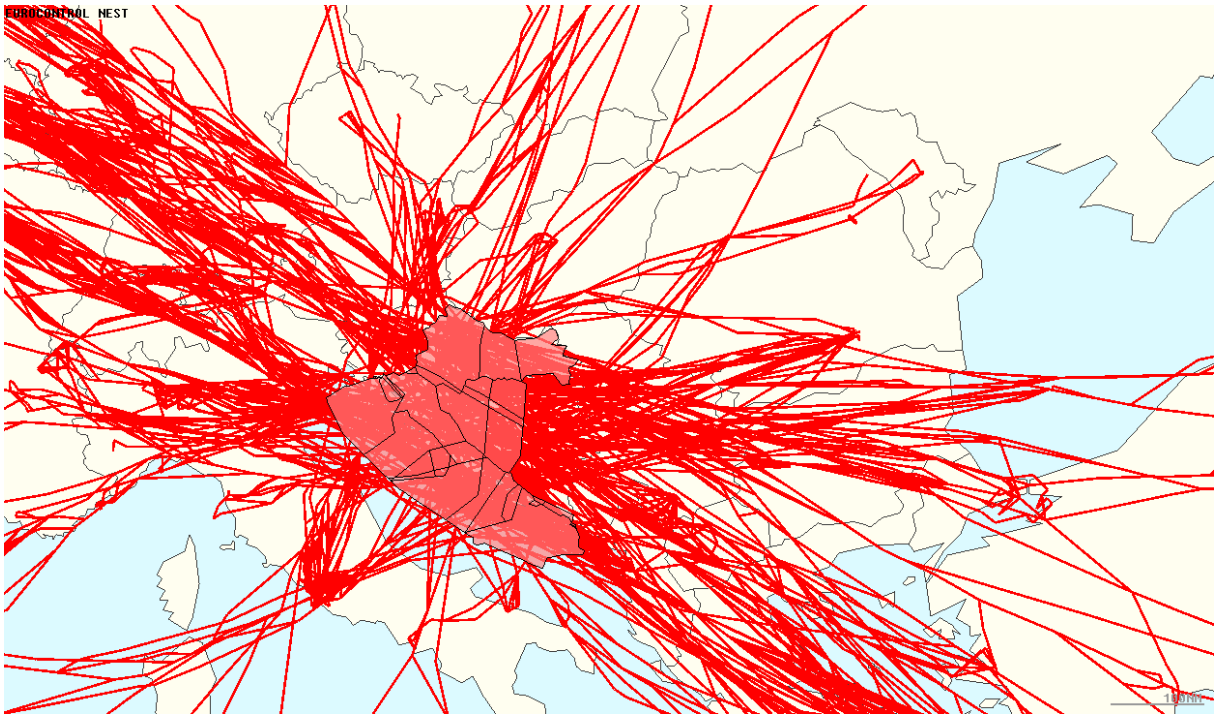


Slika 10: Prikaz letova Croatia Airlines za dan 3.7.2014.

4.2. Analiza prometa unutar FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014.

Analizom zračnog prometa u području FIR Zagreb, za dan 4. 12. 2014., utvrđeno je da je predano 961 planova leta, dok je izvršenih letova bilo 966. Navedenog dana su 2 leta bila otkazana, dok je dodatnih letova bilo 7. Razlog tome su bili nepovoljni meteorološki uvjeti zbog kojih su određeni letovi morali biti otkazani i kasnije zakazani, kada se neteorološki uvjeti poboljšaju. Unatoč velikom broju otkazanih letova, razlika između predanih planova leta i ostvarenih letova iznosi 5.

Na slici 10 moguće je vidjeti prikaz svih letova čija je putanja prolazila kroz FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014.



Slika 11: Prikaz svih letova koji su letjeli kroz FIR Zagreb dana 4. 12. 2014.

4.2.1. Parovi zračnih luka sa najvećim brojem preleta

Analizom zračnog prometa kroz FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014. Može se zaključiti da je najčešći par zračnih luka Pariz – Tel Aviv sa ukupno 10 letova, na drugom mjestu je par zračnih luka Istanbul-Paris sa 9 letova.

Sa tablice 7 može se primjetiti da su podjednako zastupljene destinacije i na jugoistoku i na sjeverozapadu.

Tablica 7: Popis prvih 20 parova zračnih luka čiji letovi su prošli kroz FIR Zagreb

ICAO code	Parovi zračnih luka	Broj letova
LFPG-LLBG	Paris-Tel Aviv	10
LTBA-LFPG	Istanbul-Paris	9
EGLL-LLBG	London-Tel Aviv	7
LFPG-LTBA	Paris-Istanbul	7
LIRF-UUEE	Rome-Moscow	7
LLBG-LFPG	Tel Aviv-Paris	7
EGLL-LGAV	London-Athens	6
LIRF-LOWW	Rome-Wienna	6
LOWW-LIRF	Wienna-Rome	6
LSZH-LLBG	Zurich-Tel Aviv	6
EDDF-LLGB	Frankfurt-Tel Aviv	5
EHAM-LLGB	Amsterdam-Tel Aviv	5
LFPG-OTHH	Paris-Doha Hamad	5
LGAV-EDDM	Athens-Munich	5
LGAV-EGLL	Athens-London	5
LIMC-LTBA	Milan-Istanbul	5
UUEE-LIRF	Moscow-Rome	5
EBBR-LLBG	Bruxelles-Tel Aviv	4
EDDM-LGAV	Munich-Athens	4
EGCC-HESH	Manchester-Sharm el-Sheikh	4

4.2.2. Polazne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb

Analizom zračnog prometa kroz FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014. filtriranjem analize na polazišne zračne luke može se vidjeti da prevladavaju zračne luke locirane na sjevernom i središnjem djelu Europe, iako postoji puno operacija prema jugoistočnom dijelu. Usporedbom sa ljetnim periodom možemo primjetiti da je broj letova značajno manji jer u zimskom periodu nema velikog broja turista kao u ljetnom periodu.

Iz tablice 8 vidjlivo je da je Paris na prvome mjestu sa ukupno 49 letova koji prolaze kroz FIR Zagreb, na drugome mjestu je Istanbul sa ukupno 48 letova te London na trećem mjestu sa ukupno 36 letova. Od domaćih zračnih luka, na tablici se našla zračna luka Zagreb na 11. mjestu sa ukupno 26. Ostale domaće zračne luke su zračna luka Dubrovnik sa 5 letova, zračna luka Split sa 4 leta te zračna luka Zadar sa također četiri leta.

Tablica 8: Popis prvih 20 polazišnih zračnih luka čiji letovi prolaze kroz FIR Zagreb

ICAO code	Zračna luka	Broj polijetanja
LFPG	Paris	49
LTBA	Istanbul	48
EGLL	London	36
LGAV	Athens	36
LIRF	Rome	36
LLBG	Tel Aviv	35
EDDF	Frankfurt	30
LIMC	Milan	30
LSZH	Zurich	28
EDDM	Munich	27
LDZA	Zagreb	26
EHAM	Amsterdam	22
HESH	Sharm el-Sheikh	22
HEGN	Hurghada	18
LROP	Buchurest	18
LATI	Tirana	16
EBBR	Bruxelles	14
LSGG	Geneva	14
EDDL	Duseldorf	13
HECA	Cairo	13

4.2.3. Odredišne zračne luke s najvećim brojem preleta kroz FIR Zagreb

Analizom zračnog prometa unutar FIR Zagreb, filtriranjem na odredišne zračne luke, dobiveni su podaci kojima se može zaključiti da prevladavaju odredišne zračne luke locirane u južnim i jugoistočnim lokacijama. U tablici 9 prikazani su dobiveni podaci i iz njih se može vidjeti kako je Tel Aviv na prvome mjestu sa ukupno 60 letova, na drugome mjestu je zračna luka Istanbul sa ukupno 55 letova.

Od domaćih zračnih luka jedino je zračna luka Zagreb na tablici, na 10 mjestu sa ukupno 20 letova, ostale domaće zračne luke koje nisu na tablici su zračna luka Split 7, zračna luka Dubrovnik sa ukupno 5 letova te zračna luka Zadar sa tri leta.

Tablica 9: Prikaz prvih 20 odredišnih zračnih luka čiji letovi prolaze kroz FIR Zagreb

ICAO code	Zračna luka	Broj slijetanja
LLBG	Tel Aviv	60
LTBA	Istanbul	55
LIRF	Rome	44
LGAV	Athens	38
LFPG	Paris	26
LIMC	Milan	22
EDDF	Frankfurt	21
HESH	Sharm el-Sheikh	21
EDDM	Munich	20
LDZA	Zagreb	20
LOWW	Wienna	20
LROP	Bucherest	20
LSZH	Zurich	20
EGLL	London	19
LTFJ	Istanbul	19
HEGN	Hurghada	17
HECA	Cairo	16
LBSF	Sofia	15
LYBE	Belgrade	15
LSGG	Geneva	14

4.2.4. Najopterećenije točke u području FIR Zagreb

Analizom najopterećenijih točaka unutar FIR Zagreb dobiveni su podaci prikazani tablicom 10. Iz dobivenih podataka se vidi da je najopterećenija točka dana 4. 12. 2014. Bila točka BOSNA sa 130 preleta. Na drugom mjestu je točka NAKIT sa 126 preleta koja je ulazno izlazna točka iz FIR Zagreb na granici sa talijanskim zračnim prostorom i nalazi se na ruti koja povezuje sjeverozapad sa jugoistokom.

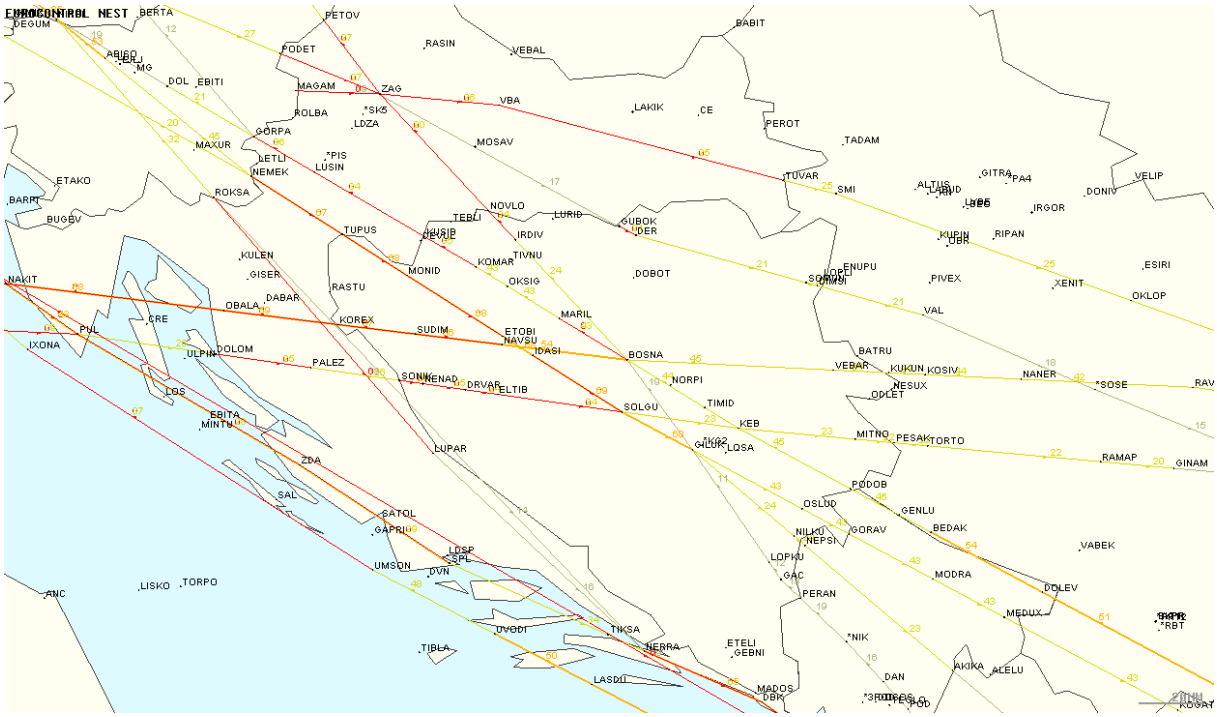
Iz dobivenih podataka može se zaključiti kako su više opterećene točke koje se nalaze na zapadu FIR Zagreb odnosno uzduž obale Jadranskog mora. Također postoji velika količina prometa u središnjem dijelu FIR Zagreb, točnije oko točaka ZAG i VBA koje su točke razdjelnice prometnih tokova prema istoku i jugoistoku.

Tablica 10: Prikaz 20 najopterećenijih točaka unutar FIR Zagreb

Točka	Broj preleta
BOSNA	130
NAKIT	126
SOLGU	110
PEVAL	108
NEMEK	96
KONUV	95
ZAG	93
PUL	88
DBK	87
SPL	76
IDASI	75
MAGAM	74
MONID	74
OBALA	72
TUPUS	69
NERRA	68
KOREX	59
UVODI	59
KOMAR	58
SUDIM	58

4.2.5. Najopterećeniji dijelovi ruta unutar FIR Zagreb

Analizom najopterećenijih dijelova rute dobiveni su podaci prikazani tablicom 11, a njihov grafički prikaz je vidljiv na slici 11, iz koje se vidi da je najopterećeniji dio rute između točaka DBK i KONUV, nakon tog segmenta slijedi dio rute između točaka IDASI i SOLGU te između točaka MONID i ETOBI a to su sve tokovi koji idu sa sjevera/sjeverozapada prema jugu/jugoistoku.



Slika 12: Grafički prikaz opterećenosti segmenata unutar FIR Zagreb

Tablica 11: Prikaz najopterećenijih dijelova rute unutar FIR Zagreb

Segment rute	Broj operacija
DBK-KONUV	82
IDASI-SOLGU	69
MONID-ETOBI	68
TUPUS-MONID	68
NEMEK-TUPUS	67
NERRA-DBK	65
KOREX-OBALA	59
OBALA-NAKIT	58
SUDIM-KOREX	57
NAVSU-SUDIM	56
UVODI-UMSON	48
BOSNA-MARIL	43
NAKIT-PUL	43
PEVAL-NAKIT	41
UMSON-XIONA	37
LUSIN-GORPA	36
KOMAR-KUSIB	35
KUSIB-LUSIN	34
SPL-NERRA	34

4.2.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova unutar FIR Zagreb

Analizom zračnog prometa u FIR Zagreb za dan 4. 12. 2014. dobiveni su podaci prikazani u tablici 12. Iz tablice je vidljivo kako prva četiri mjesta zauzimaju isti tipovi zrakoplova kao i u ljetnom periodu, a to su A320, B737, A321 i A319. Također se može primjetiti, iz broja zrakoplova, kako prva četiri tipa zrakoplova imaju udio veći od 50%.

Tablica 12: Prikaz najučestalijih tipova zrakoplova unutar FIR Zagreb

Tip zrakoplova	Putnička mjesta	Broj zrakoplova
A320	150	231
B738	148	150
A321	185	78
A319	124	67
B77W	318	30
B772	234	28
A332	167	27
A333	300	25
E190	83	22
B744	415	19
B737	149	18
B739	167	18
DH8D	78	18
B733	137	16
B788		16
B763	119	14
B734	144	11
B752	253	11
B77L	270	8
A306	247	6

4.2.7. Udio letova Croatia Airlinesa unutar FIR Zagreb

Dana 4. 12. 2014. Croatia Airlines je izvršila ukupno 29 letova od čega ih je 10 bilo međunarodno, ostalih 19 letova je bilo unutar FIR Zagreb, svih 29 letova je prikazano na slici 10. Sa ovim brojem letova Croatia Airlines je zauzela 9. mjesto, odmah iza Ryanair koji ima ukupno 30 letova, dok su na prva tri mjesta Turkish Airlines sa ukupno 92 letova, na drugom mjestu je Alitalia sa ukupno 41 letova, te Lufthansa na trećem mjestu također sa ukupno 41 letom.

Od ukupno 1546044,36 nautičkih milja ostvarenih taj dan, Croatia Airlines je napravila 8199,75 nautičke milje što ćini 0,53% ukupnog prometa. Turkish Airlines je 107471,64 nautičkih milja što ćini 6,95% ukupnog prometa, Alitalia je ostvarila 48020,02 nautičke milje što ćini 3,10% ukupnog prometa.



Slika 13: Prikaz svih letova Croatia Airlines za dan 4, 12. 2014.

5. Usporedba dobivenih podataka s podacima prethodnih analiza iz 2009. i 2011. godine

Kod usporedbe podataka analize bitno je uzimati isti period vremena, i stoga su odrađene analize prometa baš za zadane dane. Usporedba podataka izvršene analize sa prethodnima je bitna za dobivanje cijelokupne slike o mitigaciji tokova prometa, novim trendovima te mogućnosti predviđanja narednih trendova i tokova prometa. Za svrhu usporedbe podataka koristiti će se analiza prometa izvršena 2009. godine te analiza prometa izvršena 2011. godine.

Tablica 13: Prikaz usporedbe broja letova za 2009., 2011. i 2014.

Godina	Broj letova
ljetni period	
2009.	1716
2011.	2176
2014.	1877
zimski period	
2009.	897
2011.	951
2014.	966

Usporedbom podataka iz 2009. i 2011. godine i podataka dobivenih analizom 2014. što je prikazano tablicom 13, godine može se zamjetiti kako u ljetnom periodu postoji pad prometa za dani dan, 2009. godine bilo je ukupno 1716 operacija, 2011. godine je bilo ukupno 2171 operacija, dok je u istm danu 2014. godine bilo 1877 operacija, što je pad prometa od 13,55% u ondnosu na 2011. godinu. Ovaj pad prometa znatno ovisi o nepovoljnim meteorološkim uvjetima koji su prevladavali u srpnju 2014. godine. U zimskom periodu, usporedbom podataka dobvenih analizom 2014. godine i podataka iz 2009. i 2011. godine, vidljiv je porast prometa. Za navedeni dan u 2009. godini bilo je ukupno 897, u 2011. godini bilo je ukupno 951 operacija, dok je u istom periodu 2014. godine bilo 966 operacije, što je porast prometa od 1,56% u odnosu na 2011. godinu.

5.1.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta

Rezultati koji se uspoređuju su prikazani tablicom 13 , usporedno postavljeni, s lijeve strane su podaci iz 2009. Godine, u sredini su podaci iz 2011. godine a na desnoj strani su podaci dobiveni 2014. godine. Iz dobivenih rezultata može se vidjeti kako je Grčka bila najpoželjnije odredište u 2009. godini, Turska je bila najpoželjnije odredište u 2011. godini, dok u 2014. godini prva tri mjesta drže Izrael, Turska i Grčka. Iz dobvienih rezultata može se primjetiti da su najznačajnije jugoistočne destinacije, ali se značajnost odredišta rasporedila na regiju bliskog istoka i mediterana.

Tablica 14: Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za ljetni period 2009. ljetni period 2011. i ljetni period 2014.

2009		2011		2014	
ICAO code	br. operacija	ICAO code	br. operacija	ICAO code	br. operacija
LFPG-LGAV	13	EHAM-LTAI	14	LFPG-LLBG	11
LGAV-EGLL	8	LFPG-LTBA	9	EGLL-LGAV	9
EGLL-LGAV	8	EGLL-LGAV	8	EDDM-LTBA	8
LFPG-LTBA	8	LSZH-LTAI	8	LFPG-LTBA	7
LTBS-EGKK	7	EGLL-LTBA	8	LGAV-EGLL	7
EDDF-LTAI	7	EHAM-LTBS	8	LIRF-UUEE	7
UUDD-LDPL	6	EBBR-LTAI	8	HESH-EGKK	6
EGKK-LTBS	6	EDDM-LTAI	7	LIMC-OTHH	6
LSZH-LTBA	6	EDDL-LTAI	7	LIRF-LOWW	6
EDDM-LTBA	6	EHAM-LTFE	7	LOWW-LIRF	6
LDPL-UUDD	6	EDDF-LTAI	7	LSZH-LTBA	6
LSZH-BKPR	6	LIMC-LGKO	6	LTBS-EGCC	6
EDDF-LTBA	6	LFPO-LTAI	6	LTBS-EGKK	6
LGAV-EDDF	6	LSZH-LTBA	6	UUEE-LIRF	6
BKPR-LSZH	5	EGCC-LTBS	6	EBBR-LLBG	5
LGAV-EDDM	5	EDDM-LGAV	6	EBBR-LTAI	5
EDDM-LGAV	5	EGKK-LGRP	6	EDDF-LLBG	5
EDDF-LGAV	5	EDDF-LTBA	6	EDDF-LTAI	5
EDDM-LGTS	5	EGKK-LGKO	5	EDDK-LTAI	5
EDDL-LTBA	5	EDDF-LGAV	5	EDDL-LTAI	5

Također možemo zamjetiti kako su u 2009. i 2014. godini podjednako zastupljeni tokovi i prema jugoistoku i prema sjeverozapadu, dok je u 2011. godini prevladavao jugoistočni smjer. Isto tako vidljiv je pad broja letova preko područja FIR Zagreb.

U zimskom periodu može se primjetiti kako je u 2009. i 2011. godini bilo puno letova koji su povezivali domaće zračne luke, dok u 2014. godini to nije slučaj. Kao i u ljetnom periodu, što je vidljivo iz tablice 15 i tablice 16, su podjednako zastupljeni i jugoistočni i sjeverozapadni tok.

Tablica 15: Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem operacija za zimski period 2009., zimski period 2011. i za zimski period 2014.

2009		2011		2014	
ICAO code	br. operacija	ICAO code	br. operacija	ICAO code	br. operacija
LGAV-EGLL	8	LFPG-LTBA	9	LFPG-LLBG	8
LFPG-LTBA	8	LTBA-LFPG	9	LIRF-UUEE	8
EDDF-LTBA	7	LOWW-LIRF	6	LTBA-EGLL	7
HESH-EGKK	7	LFPG-LLBG	6	EGLL-LGAV	6
EGLL-LGAV	7	EDDM-LTBA	6	LFPG-LTBA	6
LDZD-LDZD	6	HEGN-EDDM	5	LTBA-LFPG	6
EGLL-LTBA	6	EDDF-LDZA	5	UUEE-LIRF	6
LDZA-LOWW	6	EDDM-LGAV	5	HKJK-EHAM	5
EGKK-HESH	6	LGAV-EDDM	5	LGAV-EGLL	5
LOWW-LDZA	5	EDDS-LTAI	5	LIMC-LTBA	5
LDZA-EDDF	5	EDDM-LTAI	5	LIRF-LOWW	5
EDDF-LDZA	5	LDZA-LOWW	5	LSZH-LLBG	5
EDDF-LGAV	5	EGLL-LGAV	5	LSZH-LTBA	5
LCPH-EGKK	5	LOWW-LDZA	5	LTBA-EDDM	5
LIMC-LTBA	5	LDZA-EDDF	4	EDDM-LGAV	4
LLBG-EGLL	5	UUEE-LIRF	4	EDDM-LTBA	4
EDDM-LGAV	5	LLBG-LSZH	4	EGLL-HECA	4
LGAV-EDDM	5	LFPG-OLBA	4	EGLL-LCLK	4
EDDM-LDZA	4	EDDM-LDZA	4	LATI-LIRF	4
HEGN-LSZH	4	LDZA-LDDU	4	LDSP-LDZA	4

Isto tako, vidljivo je da je i u zimskom periodu smanjen broj operacija unutar FIR Zagreb.

5.1.2. Najprometniji dijelovi ruta unutar FIR Zagreb

Promatrajući dobivene podatke od najprometnijim rutama te uspoređujući ih sa podacima iz 2011. godine može se primjetiti kako se opterećeni segmenti ruta ne mjenjaju, samo se mijenjao broj operacija na istim. Time se može zaključiti kako tokovi prometa prate određene rute zbog ekonomičnosti poslovanja i ekspeditivnosti.

Tablicom 17 prikazani su samo segmenti ruta za ljetni period zbog sličnosti podataka između zimskog i ljetnog perioda.

Tablica 16: Usporedba podataka o najprometnijim segmentima ruta

2009.		2011.		2014.	
Segment rute	br. op.	Segment rute	br. op.	Segment rute	br. op.
DBK-KONUV	123	DBK-KONUV	291	DBK-KONUV	174
PEVAL-NAKIT	107	ZDA-SPL	193	NERRA-DBK	138
NAKIT-PUL	107	PEVAL-NAKIT	189	MONID-IDASI	130
ZDA-SPL	101	NAKIT-PUL	186	NEMEK-TUPUS	130
TUPUS-MONID	88	GUBOK-DER	185	TUPUS-MONID	130
NEMEK-TUPUS	88	PUL-ZDA	178	PODET-ZAG	108
PUL-ZDA	87	ZAG-GUBOK	166	NAKIT-PUL	105
MONID-IDASI	87	RENDA-TUVAR	136	PEVAL-NAKIT	103
ZAG-GUBOK	82	VBA-RENDA	132	SPL-NERRA	98
GUBOK-DER	82	ZAG-VBA	128	BOSNA-KOMAR	90
ZAG-PETOV	81	ZAG-PETOV	115	DER-SOMUN	90
UMSON-IXONA	76	NEMEK-TUPUS	114	LAPAD-UVODI	89
SUDIM-KOREX	72	TUPUS-MONID	114	VAKSU-LAPAD	87
KOREX-OBALA	72	MONID-IDASI	111	GOBOK-DER	86
BOSNA-SUDIM	72	TRI-LDSP	87	ZDA-SPL	85
OBALA-NAKIT	70	BOSNA-NOVLO	87	KOMAR-KUSIB	83
PALEZ-SONIK	40	NOVLO-ZAG	79	KUSIB-LUSIN	82
NENAD-DRVAR	40	DVN-TRI	78	LUSIN-GORPA	82
MAGAM-ZAG	40	MAGAM-ZAG	68	PUL-ZDA	80
TIBLA-SPL	38	KOREX-OBALA	65	ZAG-GUBOK	77

5.1.3. Tipovi zrakoplova s najvećim udjelom u prometu unutar FIR Zagreb

Analizom najučestalijih zrakoplova unutar FIR Zagreb i usporedbom dobivenih podataka sa podacima iz analiza izvršenih 2009. i 2011. godine možemo zaključiti kako se najkorišteniji tipovi zrakoplova nisu puno izmjenili. Prvih 4 tipa zrakoplova, koji su vidljivi na tablici 18, su ostali jednaki, samo se broj određenog tipa koji se koristi izmjenio, tj. količina zrakoplova raste. Zrakoplov A320 je i dalje najkorišteniji zrakoplov, odmah iza njega B738 te A321 i A319, ova četiri tipa zrakoplova drže više od pola ukupnog prometa koji prometuje iznad FIR Zagreb.

Također zbog sličnosti podataka između ljetnog i zimskog perioda prikazani su samo podaci za ljetni period

Tablica 17: Usporedba najzastupljenijih zrakoplova koji prolaze kroz FIR Zagreb

2009.		2011.		2014.	
Tip zrakoplova	broj letova	Tip zrakoplova	broj letova	Tip zrakoplova	broj letova
A320	350	A320	464	A320	496
B738	285	B738	394	B738	443
A319	149	A319	233	A321	167
A321	117	A321	143	A319	166
B733	73	B737	69	B752	61
DH8D	60	B752	63	B737	41
B737	52	DH8	62	A332	38
AT72	52	B733	60	B77W	34
B735	49	B734	48	DH8D	34
CRJ2	44	A332	42	B763	31
F100	26	CRJ9	27	B734	30
B735	24	E190	26	E190	30
B763	22	F100	23	A333	26
B753	21	B772	23	B744	23
CRJ9	21	CRJ2	22	B753	21
MD82	19	A333	21	B772	21
AT72	16	B763	21	B733	19
MD83	16	A343	21	B739	16
MD90	16	B744	20	CRJ9	16
RJ1H	16	B753	19	C56X	11

6. Zaključak

Rezultatima analize izvršenih za dva odabrana dana, specifičnih za ljetni i zimski period, u 2014. godini pokazalo se kako količina prometa u Europi, s time i iznad Republike Hrvatske, znatno ovisi o sezoni. Razlika u količini prometa između ljetnog i zimskog dana doseže čak 50% što predstavlja veliki problem za kontrolore zračnog prometa s aspekta radnog opterećenja i kompleksnosti prometne situacije.

Dobivenim podacima iz analize stvarnih i planiranih ruta može se vidjeti kako popriličan broj letova ne prati planirane rute predstavljene u planu leta, što je rezultat primjene *direct* naredbi izdanih od strane kontrolora leta. Izdavanje *direct* naredbe smanjuje dužinu rute i emisiju CO_2. Još jedna dobra strana *direct* naredbi je smanjenje količine konfliktnih situacija, te preglednost prometne situacije, čime se smanjuje kompleksnost situacije a time i radno opterećenje kontrolora leta. Iako *direct* naredba ima brojne dobre strane, također ima i jednu negativnu stranu, a ona se odnosi na vrijeme. Skraćenjem rute smanjuje se i vrijeme provedeno u pojedinom FIR-u, time zrakoplov može u susjedni FIR doći ranije od planiranog vremena čime se može stvoriti potencijalni konflikt.

Iako je Croatia Airlines, kao domaći prijevoznik u RH, najzastupljeniji za let unutar RH te do određenih destinacija van RH, njihova zastupljenost u ukupnom prometu je opala. U 2011. godini su bili na 5. mjestu po zastupljenosti među avioprijevoznicima sa 30 operacija manje od ostalih avioprijevoznika, dok je 2014. godine pala na 6. mjesto sa čak 32 operacije manje u zimskom, te sa skoro 70 operacija manje u ljetnom periodu. Ove razlike su se stvorile jačanjem stranih avioprijevoznika i slabljenjem Croatia Airlines zbog ekonomske krize.

Najzastupljeniji tipovi zrakoplova se nisu puno promjenili od 2009. i 2011. godine, prva četiri mjesta još uvijek očekivano drže zrakoplovi Airbus 320, Boeing 737 - 800, Airbus 320 – 100 te Airbus 319, i ova četiri tipa zrakoplova čine više od 50% ukupnog prometa unutar FIR Zagreb.

Usporedbom podataka o najznačajnijim destinacijama sa analizama izvršenim 2009. i 2011. godine može se zaključiti kako se trend promjenio. U 2009. godini najpoželjnije destinacije su bile u južnoj Europi, u 2011. godini najznačajnije destinacije su bile na Bliskom

istoku, dok se u 2014. godini poželjnost destinacija rasporedio na cijelu regiju Bliskog istoka i Mediterana, točnije na Tursku i Grčku.

Iako su se destinacije izmjenile, opterećenost pojedinih segmenata unutar FIR Zagreb se nije puno mijenjala od 2009. i 2011. godine. I dalje su najopterećeniji segmenti oni koji se protežu u smjeru sjeveroistok – jugozapad preko navigacijskih sredstava DBK, SPL i ZAG.

Analizom prometa unutar FIR Zagreb može se zaključiti kako je najviše letova koji prelijeću FIR Zagreb, oni čine 81,33% ukupnog prometa. 16,67% ukupnog prometa čini promet koji povezuje domaće zračne luke sa međunarodnim zračnim lukama, dok samo 2% ukupnog prometa čini promet koji prometuje isključivo unutar FIR Zagreb.

Popis literature:

1. NEST Network Strategic Tool, (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
2. NEST User manual, (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
3. Statistička analiza prometa unutar područja letnih informacija Zagreb, Barta V. 2012.(preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
4. Primjena analitičkog sustava SAAM za statističku analizu zračnih prometnih tokova, Ruić, I. 2010. (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
5. Juričić, B.: Autorizirana predavanja- http://e-student.fpz.hr/ (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
6. ICAO doc4444: „*Air Traffic Management*“ - http://www.aeronav.spb.ru/library/4444.pdf (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
7. http://www.bhansa.gov.ba/hr/news/255 (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)

Popis slika:

Slika 1: Prikaz NEST glavnog sučelja uz opis pojedinih dijelova 3
Slika 2: Nadležnost HKZP u 3D zajedno sa svim rutama koje su prolazile kroz RH dana 6.3.2014..... 8
Slika 3: Prikaz niza padajućih izbornika za generiranje mreže ruta 9
Slika 4: 2D(gore) i 3D(dolje) prikaz mreže ruta 10
Slika 5: Prikaz devijacije između planirane i svarne putanje leta zrakoplova 11
Slika 6: Područje nadležnosti BHANSA-e od FL100 do FL325..... 12
Slika 7: Prikaz područja nadležnosti HKZP u 2D 13
Slika 8: prikaz dodatnih letova koji su stvorili odstupanje između predanih planova leta i obavljenih operacija za dan 3.7..... 15
Slika 9: Grafički prikaz opterećenosti segmenata unutar FIR Zagreb 23
Slika 10: Prikaz letova Croatia Airlines za dan 3.7.2014..... 26
Slika 11: Prikaz svih letova koji su letjeli kroz FIR Zagreb dana 4. 12. 2014..... 27
Slika 12: Grafički prikaz opterećenosti segmenata unutar FIR Zagreb 34
Slika 13: Prikaz svih letova Croatia Airlines za dan 4, 12. 2014..... 37

Popis tablica:

Tablica 1: Popis prvih 20 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija kroz FIR Zagreb 16
Tablica 2: Popis prvih 20 polaznih zračnih luka sa preletom kroz FIR Zagreb 18
Tablica 3: Popis prvih 20 odredišnih zračnih luka sa preletom kroz FIR Zagreb 20
Tablica 4:Popis prvih 20 najopterećenijih točaka unutar FIR Zagreb 22
Tablica 5: Popis najopterećenijih segmenata unutar FIR Zagreb 24
Tablica 6: Popis naučestalijih tipova zrakoplova unutar FIR Zagreb 25
Tablica 7: Popis prvih 20 parova zračnih luka čiji letovi su prošli kroz FIR Zagreb 28
Tablica 8: Popis prvih 20 polazišnih zračnih luka čiji letovi prolaze kroz FIR Zagreb 30
Tablica 9: Prikaz prvih 20 odredišnih zračnih luka čiji letovi prolaze kroz FIR Zagreb 32
Tablica 10: Prikaz 20 najopterećenijih točaka unutar FIR Zagreb 33
Tablica 11: Prikaz najopterećenijih dijelova rute unutar FIR Zagreb 35
Tablica 12: Prikaz najučestalijih tipova zrakoplova unutar FIR Zagreb 36
Tablica 13: Prikaz usporedbe broja letova za 2009., 2011. i 2014. 38
Tablica 14: Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za ljetni period 2009. ljetni period 2011. i ljetni period 2014. 39
Tablica 15: Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem operacija za zimski period 2009., zimski period 2011. i za zimski period 2014. 40
Tablica 16: Usporedba podataka o najprometnijim segmentima ruta 41
Tablica 17: Usporedba najzastupljenijih zrakoplova koji prolaze kroz FIR Zagreb 42