

Sustavi za omogućavanje pristupa Internetu na komercijalnim letovima

Hećimović, Dean

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:119:961784>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

SUSTAVI ZA OMOGUĆAVANJE PRISTUPA INTERNETU NA KOMERCIJALNIM LETOVIMA

SYSTEMS FOR ENABLING INTERNET ACCESS ON COMMERCIAL FLIGHTS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Mario Muštra

Student: Dean Hećimović

JMBAG: 0135251682

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 19. kolovoza 2021.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Komunikacijski, navigacijski i nadzorni sustavi**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6168

Pristupnik: **Dean Hećimović (0135251682)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Sustavi za omogućavanje pristupa Internetu na komercijalnim letovima**

Opis zadatka:

Opisati razvoj satelitskih komunikacijskih sustava uz naglasak na tehničke mogućnosti koje su uvjetovale nastanak pojedinih sustava i potkrijepiti opis primjerima realiziranih sustava. Navesti i objasniti preduvjete koje je potrebno zadovoljiti kako bi se omogućila usluga pristupa Internetu u zrakoplovu. Navesti pružatelje usluga pristupa Internetu u zrakoplovima te razinu kvalitete usluge u pogledu ostvarivih brzina prijenosa podataka. Opisati načine naplate tih usluga i njihovu trenutnu dostupnost analizom tržišta. Opisati potencijalni razvoj usluge kroz uporabu novih sustava koji omogućavaju globalni širokopojasni pristup Internetu.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Mario Muštra

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SUSTAVI ZA OMOGUĆAVANJE PRISTUPA INTERNETU NA KOMERCIJALNIM LETOVIMA

SAŽETAK

Kako se povećava potreba društva za pristupom Internetu, tako se i povećava pritisak na zrakoplovne tvrtke da svojim putnicima omoguće Internet u zrakoplovima. Da bi se ispunili zahtjevi putnika omogućen je pristup Internetu u zrakoplovima na dva načina: *air to ground* pristup Internetu i satelitski pristup Internetu. U radu je navedena hardverska oprema koja je integrirana u zrakoplovu te na koji način pridonosi procesu ostvarivanja Interneta u zrakoplovima. Opisan je i način naplate usluge te su navedeni neki od najpoznatijih pružatelja usluga.

KLJUČNE RIJEČI: *air to ground* pristup; satelitski pristup; Internet

SYSTEMS FOR ENABLING INTERNET ACCESS ON COMMERCIAL FLIGHTS

SUMMARY

As society's need for Internet access increases, so does the pressure on airlines to allow their passengers the Internet on planes. In order to meet the requirements of passengers, internet access on aircraft is provided in two ways: air to ground Internet access and satellite Internet access. This thesis lists hardware equipment that is integrated in the aircraft and how it contributes to the process of realizing the Internet on aircraft. The method of billing for the service is also described and some of the best known service providers are listed.

KEY WORDS: air to ground access; satellite access; Internet

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Razvoj satelitskih komunikacijskih sustava	3
2.1. Satelitske orbite	4
2.1.1. Geostacionarna Zemljina orbita (GEO).....	4
2.1.2. Srednja Zemljina orbita (MEO)	4
2.1.3. Niska Zemljana orbita (LEO).....	5
2.2. Satelitski sustavi	6
2.2.1. Satelitski sustav Iridium	6
2.2.2. Satelitski sustav Immarsat	7
2.2.3. Satelitski sustav Skybridge	9
2.2.4. Satelitski sustav Starlink	9
3. Preduvjeti za ostvarivanje usluge pristupa Internetu u zrakoplovu	11
3.1. Hardverska oprema	11
3.2. <i>Air to ground</i> pristup Internetu (ATG).....	12
3.3. Satelitski pristup Internetu u zrakoplovima.....	13
3.4. Latencija.....	14
4. Pružatelji usluga i razina ponuđene usluge	15
4.1. AirAsia WiFi	15
4.2. Panasonic Avionics	15
4.3. GoGo	16
4.4. ViaSat	17
5. Način naplate usluge i trenutna dostupnost	19
5.1. Lufthansa	19
5.2. United Airlines	20
5.3. Norwegian.....	20
6. Potencijal razvoja usluge s obzirom na nove mogućnosti pristupa Internetu	22
7. Zaključak	24
Literatura	25
Popis slika	27
Popis kratica.....	28

1. Uvod

Internet je danas jako utjecajan u svijetu. Budući da tehnologije s vremenom postaju sve bolje i bolje, broj novih korisnika Interneta svakodnevno se povećava. S obzirom da svaka zemlja pokušava povećati povezivost Interneta, Internet ima veliki utjecaj u našem svakodnevnom životu, da li na pozitivan i negativan način. Ljudi iz jedne zemlje u drugu mogu brzo i jasno dijeliti informacije, što je poboljšalo društvenu i kulturnu interakciju među različitim zajednicama. Danas je postalo uobičajeno putovati na velikim udaljenostima zrakoplovom. Svake godine broj putnika u zračnom prometu raste velikom brzinom zbog čega se komercijalno zrakoplovstvo stalno razvija i brzo prilagođava globalnim trendovima. Tržišno natjecanje u komercijalnoj putničkoj industriji je intenzivno zbog velikog broja različitih pružatelja usluga. U tom kontekstu, ključno je razumjeti što može potaknuti zrakoplovne tvrtke da se istaknu i privuku nove kupce. Individualizirano iskustvo letenja i povezivost tijekom leta iznimno su cijenjeni među putnicima.

Ovaj završni rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Razvoj satelitskih komunikacijskih sustava
3. Preduvjeti za ostvarivanje usluge pristupa Internetu u zrakoplovu
4. Pružatelji usluga i razina ponuđene usluge
5. Način naplate usluge i trenutna dostupnost
6. Potencijal razvoja usluge s obzirom na nove mogućnosti pristupa Internetu
7. Zaključak.

Drugo poglavlje opisuje kako je nastala satelitska komunikacija, na koji način se razvijala te od čega se sastoji. Navedene su satelitske orbite i na kojim nadmorskim visinama se nalaze sateliti. Opisani su i neki od poznatijih satelitskih sustava.

U trećem poglavlju opisana je hardverska oprema koja omogućuje pristup Internetu u zrakoplovima, navedeni su načini pristupa Internetu, a to su *air to ground* pristup i satelitski pristup Internetu. Opisan je i utjecaj latencije na uslugu.

U četvrtom poglavlju navedeni su pružatelji usluga Interneta u zrakoplovima, opisane su usluge koje su dostupne putnicima te su navedene neke posebnosti od svakog pružatelja.

Peto poglavlje obuhvaća način naplate usluge te koliko iznose cijene usluga u određenim zrakoplovnim tvrtkama i koje pružatelje usluga koriste.

U šestom poglavlju navedene su neke od zrakoplovnih tvrtki i načini na koje pokušavaju razviti uslugu, te poboljšati putničko iskustvo u zrakoplovima s obzirom na nove mogućnosti pristupa Internetu.

U posljednjem poglavlju rada napisan je zaključak donesen na temelju vlastitog promišljanja i istraživanja.

U izradi ovog završnog rada korištene su metode analize, deskripcije i komparacije.

2. Razvoj satelitskih komunikacijskih sustava

Satelitske komunikacije rezultat su istraživanja u području komunikacija i svemirskih tehnologija koje su za cilj imali postići sve veće domete i kapacitete s najmanjim mogućim troškovima. Drugi svjetski rat potaknuo je širenje dvije vrlo različite tehnologije, projektila i mikrovalova. Stručnost na kraju stečena u kombiniranoj upotrebi ove dvije tehnike otvorila je eru satelitskih komunikacija. Svemirska era započela je 1957. godine lansiranjem prvog umjetnog satelita Sputnik koji je bio opremljen radio odašiljačem koji je funkcionirao na dvije frekvencije od 20,005 i 40,002 MHz. [1]

Širenjem civilizacije, satelit je postao značajan medij za komunikaciju širom svijeta. Takvi sustavi imaju jedinstvene modele komunikacijskih veza, zajedno s vlastitim inherentnim karakteristikama, ograničenjima, i postupcima projektiranja. Kao rezultat toga, pojavilo se područje komunikacijskog inženjeringa koje se sada naziva "Satelitska komunikacija". Satelitska komunikacija od velike je važnosti i za nacionalnu i za međunarodnu komunikaciju, koja se može ostvariti u obliku telefonskog prijenosa, radijskog i televizijskog emitiranja, Interneta te prijenosa podataka. Olakšavajući komunikaciju preko nacionalnih granica, dodalo je novu dimenziju i započelo je prekretnicu u povijesti ljudske civilizacije.

Satelitska komunikacija obično se sastoji od dvije glavne jedinice, samog satelita i Zemaljske stanice ES (engl. *Earth station*). Satelit, koji je također poznat kao svemirski segment sustava, u osnovi djeluje kao bežični repetitor koji hvata signale od zemljane stanice do satelita, nakon pojačavanja, prenosi ih sa satelita na više od jedne, druge zemaljske stanice. Veza prema gore zauzima različit frekvencijski pojas od onog u nizu. Satelit obično sadrži mnogo transpondera, od kojih svaki sadrži antene prijemnika i sklopove kako bi istovremeno slušao više od jednog kanala.

2.1. Satelitske orbite

Na temelju lokacije orbite, sateliti se mogu podijeliti u tri kategorije:

1. Geostacionarna Zemljina orbita - GEO (engl. *Geostationary Equatorial Orbit*)
2. Srednja Zemljina orbita - MEO (engl. *Low Earth Orbit*)
3. Niska Zemljana orbita - LEO (engl. *Medium Earth Orbit*).

2.1.1. Geostacionarna Zemljina orbita (GEO)

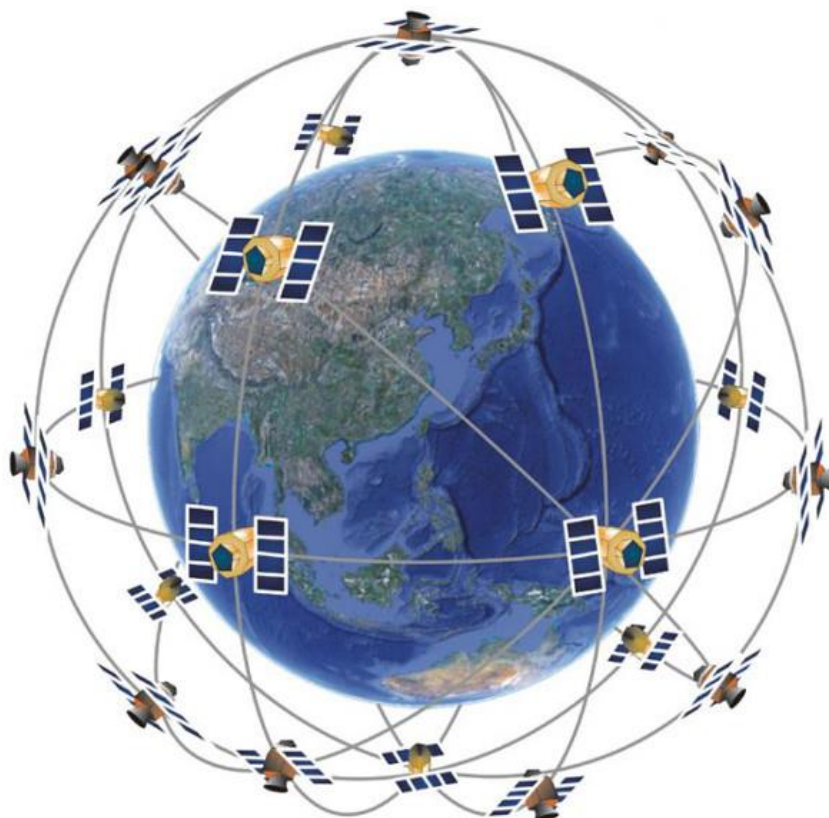
Sateliti u geostacionarnoj orbiti GEO kruže oko Zemlje iznad ekvatora od zapada prema istoku prateći Zemljinu rotaciju koja traje 23 sata 56 minuta i 4 sekunde putujući točno istom brzinom kao i Zemlja. Zbog toga se čini da su sateliti u GEO-u "nepomični" iznad fiksnog položaja. Kako bi savršeno odgovarala Zemljinoj rotaciji, brzina GEO satelita trebala bi biti oko 3 km u sekundi na nadmorskoj visini od 35.786 km. [2]

GEO koriste sateliti koji moraju stalno ostati iznad jednog određenog mjesta iznad Zemlje, kao što su sateliti za radiofuziju TV-signala. Na taj način, antena na Zemlji može biti fiksirana da uvijek ostane usmjerena prema tom satelitu bez pomicanja. Mogu ga koristiti i sateliti za praćenje vremena, jer mogu kontinuirano promatrati određena područja kako bi vidjeli kako se tamo pojavljuju vremenski trendovi.

2.1.2. Srednja Zemljina orbita (MEO)

Srednja Zemljina orbita sastoji se od širokog raspona orbita bilo gdje između LEO-a i GEO-a. Nalaze se na nadmorskoj visini od 2000 km do 35.786 km. Primjeri satelita koji rade u ovoj orbiti su: GPS (engl. *Global Positioning System*), GLONASS (engl. *Global Navigation Satellite System*) na visini od 19.100 kilometara i Galileo na visini od 23.222 kilometra. Globalni sustav pozicioniranja (GPS) je navigacijski sustav koji koristi satelite, prijemnik i algoritme za sinkronizaciju podataka o lokaciji, brzini i vremenu za putovanje zrakom, morem i kopnom [2].

Satelitski sustav sastoji se od konstelacije 24 satelita u šest orbitalnih ravnina usmjerenih na Zemlju, od kojih svaki ima četiri satelita, koji kruže brzinom od 20.000 km iznad Zemlje i putuju brzinom od 14.000 km/h. Iako su nam potrebna samo tri satelita da pronađemo lokaciju na zemljinoj površini, četvrti satelit se često koristi za potvrđivanje informacija od ostala tri. Četvrti satelit nas također premješta u treću dimenziju i omogućuje nam izračunavanje nadmorske visine uređaja.



Slika 1. GPS konstelacija [3]

2.1.3. Niska Zemljana orbita (LEO)

Niska Zemljina orbita je, kao što ime sugerira, orbita koja je relativno blizu Zemljine površine. LEO sateliti se nalaze na nadmorskoj visini do 2000 km, što je nisko u usporedbi s drugim orbitama, ali još uvijek vrlo daleko iznad Zemljine površine. [2]

Za razliku od satelita u GEO-u koji uvijek moraju kružiti duž Zemljinog ekvatora, LEO sateliti ne moraju uvijek slijediti određeni put oko Zemlje, na isti način njihova ravnina može biti nagnuta. To znači da u LEO-u postoji više dostupnih ruta za satelite, što je jedan od razloga zašto je LEO vrlo često korištena orbita. Blizina

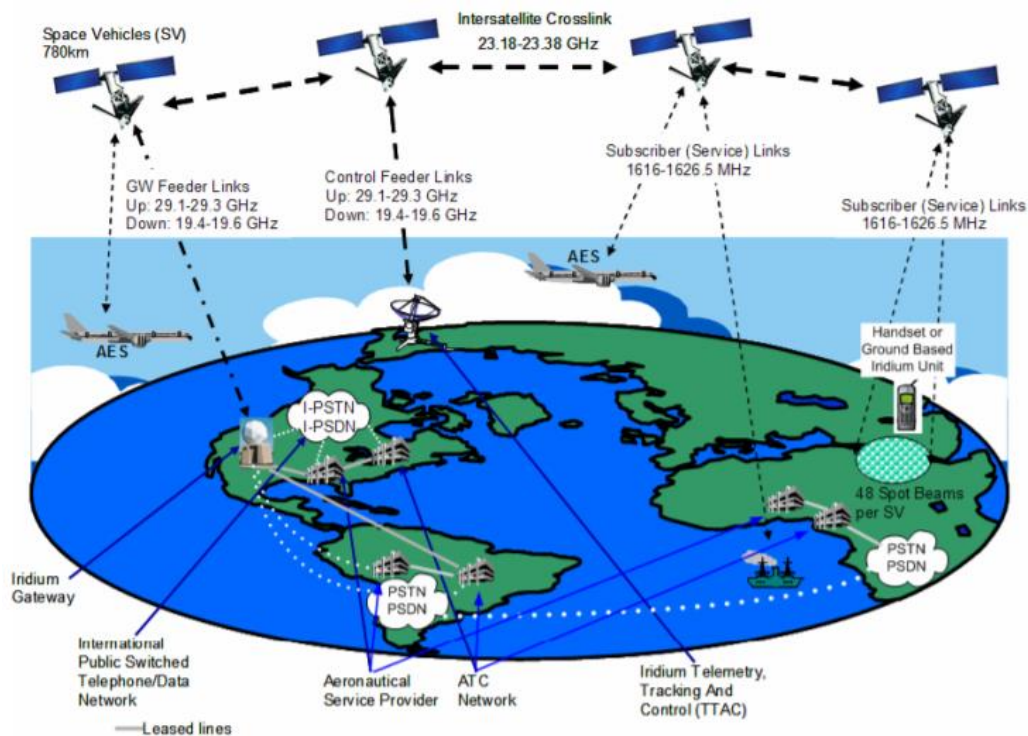
LEO-a Zemlji čini je korisnom iz nekoliko razloga. To je orbita koja se najčešće koristi za satelitsko snimanje, jer blizina površine omogućuje snimanje slika veće rezolucije. To je također orbita koja se koristi za Međunarodnu svemirsku postaju ISS (engl. *International Space Station*), jer je astronautima lakše putovati do i od nje na kraćoj udaljenosti. Sateliti u ovoj orbiti putuju brzinom od oko 7,8 km u sekundi. Pri ovoj brzini, satelitu treba oko 90 minuta da napravi krug oko Zemlje, što znači da ISS putuje oko Zemlje oko 16 puta dnevno. Još jedna prednost niske zemljine orbite je u tome što im blizina satelita Zemlji omogućuje komunikaciju s minimalnim vremenskim kašnjenjem. Stoga za usluge koje su osjetljive na kašnjenje, kao što je glasovna komunikacija, ta je konstelacija idealna. Kraća udaljenost od Zemlje znači da komunikacijske veze satelita i Zemlje trpe manji gubitak puta, pa se stoga može uspostaviti pouzdana veza s manje snage i s manjom veličinom antene.

2.2. Satelitski sustavi

Satelitski sustavi pružaju glasovne i podatkovne usluge s rasprostranjenom, često globalnom pokrivenošću korisnicima visoke mobilnosti, kao i fiksnim web lokacijama. Neki od njih su: Iridium, Immarsat, Skybridge i Starlink.

2.2.1. Satelitski sustav Iridium

Satelitski sustav Iridium sa konstelacijom od 66 satelita niske Zemljine orbite (LEO), globalna je mobilna satelitska komunikacijska mreža, s potpunom pokrivenošću cijele Zemlje, uključujući polarne regije, nudeći glasovnu i podatkovnu uslugu udaljenim područjima u kojima nijedan drugi oblik komunikacije nije dostupan. Glasovni i podatkovni pozivi prenose se s jednog satelita na drugi dok ne dođu do satelita iznad zemaljske stanice zrakoplova AES (engl. *Aircraft Earth Station*), koji uključuje Iridium SDU (engl. *Satellite Data Unit*), a signal se prenosi natrag na Zemlju. Glavni elementi Iridium komunikacijskog sustava su prikazani na sljedećoj slici. (Slika 2.)



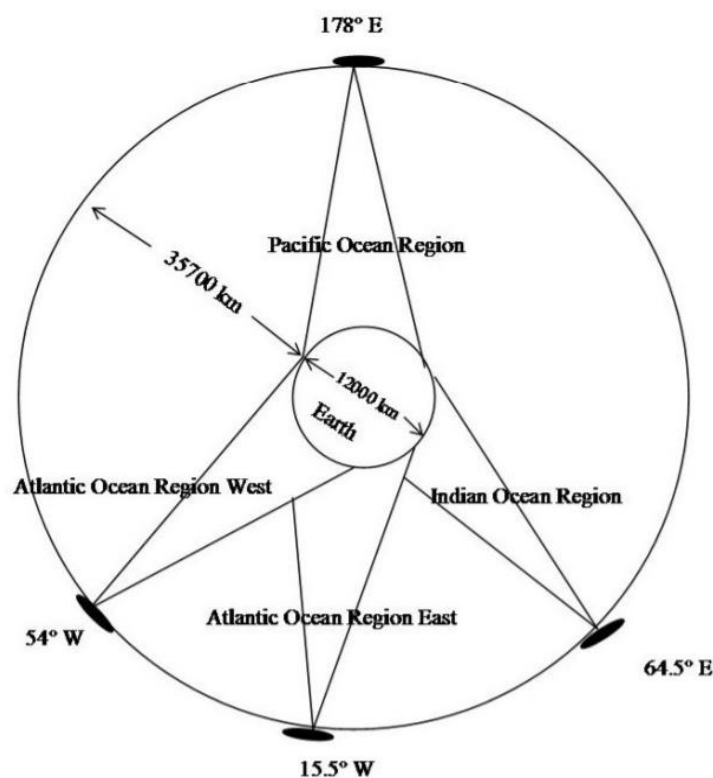
Slika 2. Elementi komunikacijskog sustava Iridium [4]

Sateliti se nalaze u šest različitih ravnina u polarnoj orbiti na nadmorskoj visini od oko 780 km i kruže oko Zemlje otprilike jednom svakih 100 minuta, putuju brzinom od otprilike 27.088 km/h. Ova konstelacija osigurava da je svaka regija na svijetu pokrivena barem jednim satelitom u svakom trenutku. Trenutno postoji 10 dodatnih satelita u orbiti koji su spremni zamijeniti neupotrebljive satelite u slučaju kvara. [4]

2.2.2. Satelitski sustav Immarsat

Inmarsat nudi širok spektar usluga glasovne i podatkovne satelitske komunikacije koje pružaju globalnu pokrivenost na kopnu, moru i u zraku preko najpouzdanijih mobilnih satelitskih mreža na svijetu. Trenutni Inmarsat sustav može se podijeliti na četiri dijela. Prvi je pokretna zemaljska postaja MES (engl. *Mobile Earth Station*) koji se naziva još i zemaljska postaja broda SES (engl. *Ship Earth Station*). MES i SES su stvarni korisnički terminali koji se pretplaćuju na usluge koje nudi Immarsat. SES djeluje u L-pojasu (od 1 do 2 GHz) s dodjelom frekvencija

ovisno o vrsti usluge. Drugi dio sustava su geostacionarni sateliti smješteni iznad Pacifičkog, Indijskog i Atlantskog oceana. Na slici 3. prikazana su četiri geostacionarna satelita otprilike 35.700 km iznad zemlje smještena na $15,5^{\circ}$ Z i 54° Z (regija Atlantskog oceana), $64,5^{\circ}$ I (regija Indijskog oceana) i 178° I (regija Tihog oceana).



Slika 3. Lokacija Inmarsat satelita [5]

Treći dio sustava sastoji se od četiri mrežne koordinacijske postaje NCS (engl. *Network Coordination Stations*), jedne za svaki satelit, koji koordiniraju prijenos i primanje signala između mobilnih i zemaljskih postaja. Posljednja komponenta Inmarsata sustav je kopnena zemaljska postaja LES (engl. *Land-Earth Station*). LES usmjerava pozive iz međunarodne i telefonske podatkovne mreže na ili s mobilnih zemaljskih postaja. Frekvencije koje se koriste za komunikaciju između satelita i LES-a nalaze se u C pojasu (od 4 do 8 GHz). [5]

2.2.3. Satelitski sustav Skybridge

SkyBridge je satelitski širokopojasni pristupni sustav koji omogućuje pružanje usluga kao što su brzi pristup Internetu i videokonferencije bilo gdje u svijetu. Sustav je usmjeren na urbana, prigradska i ruralna područja koja još nisu povezana s širokopojasnom zemaljskom infrastrukturom ili koja su neisplativa za pokrivanje klasičnom infrastrukturom. Sustav se temelji na konstelaciji od 80 LEO satelita, svaki satelit je u kružnoj orbiti na visini od 1457 km iznad Zemlje. [6]

2.2.4. Satelitski sustav Starlink

Starlink je satelitski sustav američke tvrtke SpaceX koji omogućuje satelitski pristup Internetu. Konstelacija će se sastojati od 12 tisuća proizvedenih malih satelita u niskoj Zemljinoj orbiti (LEO), koji komuniciraju s određenim primopredajnicima na Zemlji. Starlink je idealan za područja svijeta u kojima je povezivost obično bila izazov. Neograničen tradicionalnom zemaljskom infrastrukturom, Starlink može isporučiti brzi širokopojasni Internet na lokacije na kojima je pristup nepouzdan ili potpuno nedostupan. Starlink ima tri faze leta: podizanje u orbitu, parkirna orbita (380 km iznad Zemlje) i dolazak na stanicu (550 km iznad Zemlje). Tijekom podizanja u orbitu sateliti koriste svoje potisnike kako bi stigli na određenu visinu tijekom nekoliko tjedana. Neki sateliti idu izravno na stanicu, dok drugi zastaju u parkirnoj orbiti kako bi se sateliti namjestili u drugu orbitalnu ravninu. Jednom kada su sateliti na stanici, rekonfiguriraju se tako da antene budu prema Zemlji, a solarni niz ide okomito tako da može pratiti Sunce kako bi se maksimizirala proizvodnja energije. Kao rezultat ovog manevra, sateliti postaju puno tamniji jer je vidljivost solarnog polja s tla uvelike smanjena. [7]

60 prvih Starlink satelita, lansirani su u svibnju 2019. godine. Do svibnja 2021. godine ukupan broj Starlink satelita iznosi 1730, a imaju sljedeće karakteristike: [8]

- Dizajn ravnih ploča s ravninskim antenskim nizom i solarnim panelima
- Masa: 227 kg (500 lb)
- Navigacijski sustav za praćenje zvijezda za precizno pokazivanje
- Može koristiti podatke o krhotinama ministarstva obrane kako bi autonomno izbjegao sudar
- Nadmorska visina od 550 km
- 95% svih komponenti ovog dizajna brzo će izgorjeti u Zemljinoj atmosferi na kraju životnog ciklusa svakog satelita.

3. Preduvjeti za ostvarivanje usluge pristupa Internetu u zrakoplovu

Za ostvarivanje pristupa Internetu potrebna je određena hardverska oprema koja se integrira u zrakoplov. Postoje dva načina pristupa Internetu u zrakoplovima: *Air to ground* pristup Internetu i satelitski pristup Internetu.

3.1. Hardverska oprema

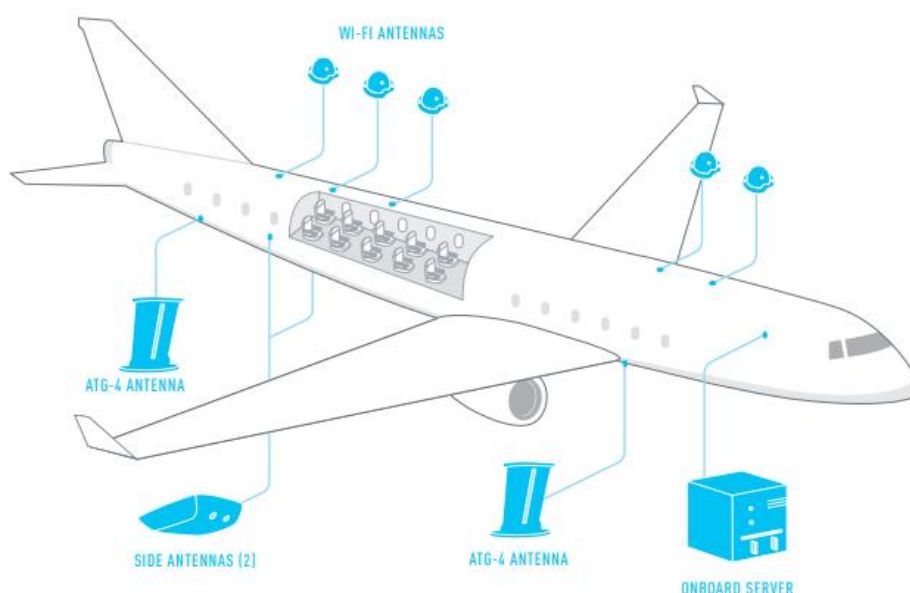
U hardversku opremu spadaju [9]:

- Antene - Antene su postavljene na vanjskoj strani zrakoplova za slanje i primanje signala. Kada je bazna stanica izvor, male antene montirane su na dno i na bočnu stranu zrakoplova. Kada su sateliti izvor, antene su montirane na vrh zrakoplova i smještene su ispod poklopca poznatog kao radome ili radarska kupola. Sateliti zatim prenose signale na Zemlju. Za satelitsku povezivost adapterska ploča i obloga koriste se u postupku ugradnje.
- Modem - Modemi su uređaji odgovorni za povezivanje računala preko komunikacijskih linija. Sastoje se od modulatora koji računalne signale pretvaraju u radio frekvencijske signale i demodulatora za obrnutu konverziju.
- Wi-fi antene - Pretvaraju signal koji se kreće medijem u radiovlove koji se kreću slobodnim prostorom. Broj potreban za povezivanje tijekom leta ovisi o tehnologiji koja se koristi i tipu zrakoplova.
- Bežične pristupne točke WAPS (engl. *Wireless access points*) - Bežične pristupne točke kabine pružaju Wi-Fi signal uređajima unutar kabine. Broj WAP-ova potreban za mrežu u kabini razlikuje se ovisno o tipu zrakoplova.

3.2. Air to ground pristup Internetu (ATG)

Air to ground pristup Internetu je isti pristup koji se koristi za pružanje Wi-Fi veze u kafićima, kućama ili mobilnim uređajima. Mobilni uređaj ili bežični usmjerivač prima i prenosi radio signale putem antene do i od zemaljskih baznih stanica, na isti način se omogućuje pristup Internetu i u zrakoplovima. Antena je postavljena na donjoj strani zrakoplova, na način da se omogući primanje i prijenos signala prema i od zemaljskih baznih stanica. Kako se let zrakoplova odvija, signali se pomiču iz jednog dostupnog baznog tornja u drugi. Ograničenje ATG-a je nedostatak baznih stanica u udaljenim dijelovima zemlje, ili velika prostranstva vode kao što su oceani, ova vrsta veze prikladna je za kopnena putovanja, s očekivanjem nekih crnih točaka i mjesta slabog signala. [9]

Zbog povećane potražnje povezivosti u zrakoplovima, 2015. godine razvila se druga generacija tehnologije ATG 4, broj 4 označuje broj antena u zrakoplovu koje se koriste za komunikaciju sa zemaljskim baznim stanicama. ATG-4 se instalira na zrakoplov na jedan od dva načina, kao nova instalacija ili kao nadogradnja na zrakoplov koji je već ima izvorni ATG sustav. Prednosti koje pruža ATG-4 od originalnog sustava su: svesmjerne antene. Vršna brzina propusnosti iznosi 10 Mbit/s.



Slika 4. Prikaz ATG 4 infrastrukture [9]

3.3. Satelitski pristup Internetu u zrakoplovima

Za razliku od ATG pristupa Internetu, antene se postavljaju na vrh zrakoplova. Ove antene primaju signal sa satelita koji kruže oko Zemlje. No, budući da se satelit i zrakoplov kreću velikom brzinom i udaljeni su oko 30.000 km, antene moraju stalno prilagođavati svoj položaj kako bi mogle primati signale. Osim ugrađenog poslužitelja i Wi-Fi pristupnih točaka, poseban uređaj kontrolira kretanje antene na temelju lokacije leta i brzine. Sateliti su povezani sa zemaljskim postajama koji su dodatno povezani s operativnim centrima od pružatelja usluga. [9]

Prednosti satelitskog pristupa Internetu u zrakoplovima:

- Dostupan je svugdje osim na Sjevernom i Južnom polu. U letu na duge relacije antene će se morati repositionirati kako bi se povezale s drugim satelitom, ali obično ne više od jednom. To čini satelitski pristup Internetu očitim izborom za međunarodna putovanja.
- Radi na višim frekvencijama koje omogućuju veću propusnost i brzinu. Dvije glavne frekvencije dodijeljene satelitskom pristupu Internetu su Ku-frekvencijski pojas (12–18 GHz) i Ka-frekvencijski pojas (26–40 GHz). Ova dva pojasa omogućuju vršnu propusnost između 30 i 100 Mbit/s po zrakoplovu, što je znatno više od 10 Mbit/s koje nudi *air to ground* pristupa internetu.

Nedostatci satelitskog pristupa Internetu u zrakoplovima:

- Troškovi su veliki, kako u smislu opreme, održavanja, tako i troškova propusnosti za razliku od ATG pristupa Internetu. To čini satelitski pristup Internetu manje popularnim među manjim zrakoplovnim tvrtkama i zrakoplovnim tvrtkama na regionalnim rutama.
- Udaljenost koju podaci moraju prijeći izuzetno je velika, čime se povećava latencija.
- Osim troškova opreme, instalacije i održavanja, drugi skriveni trošak koji predstavlja satelitski pristup Internetu su troškovi goriva. Iako se može činiti trivijalnim, promjena oblika uzrokovana antenama postavljenim na vanjskoj strani zrakoplova stavlja zrakoplov u aerodinamički nedostatak.

To povećava otpor, što povećava potrošnju goriva. Trenutno pružatelji usluga rade na smanjenju veličine antene kako bi smanjili taj trošak.

3.4. Latencija

Latencija se odnosi na vrijeme koje je potrebno da se paket podataka pomakne iz jedne točke u drugu putem internetske veze. Iako je latencija inherentna u svim komunikacijama, stupanj latencije može varirati. Kada netko u zrakoplovu koji ima satelitski pristup Internetu pošalje zahtjev za podacima, zahtjev mora putovati od antene zrakoplova do satelita što je na udaljenosti od oko 35.000 km. Zatim zahtjev putuje sa satelita do satelitske zemaljske stanice pa do podatkovnog centra te do krajnjeg odredišta na Internetu. Odgovor zatim putuje istim tim putem natrag kroz antenu zrakoplova te preko mreže u kabini i u konačnici do uređaja na kojem je zahtjev podnesen. [9]

Iako postoje tehnološke strategije za ublažavanje utjecaja latencije na usluge, jedini pravi način da se to svede na najmanju moguću mjeru jest smanjenje udaljenosti između podrijetla podatkovnog paketa i njegova odredišta. Iz tog razloga, sateliti u orbiti na višoj nadmorskoj visini imaju viši stupanj latencije od onih u nižoj orbiti. Isto vrijedi i za *air to ground* komunikacije. Budući da su bazne stanice na tlu bliže zrakoplovu koji leti iznad, latencija je sama po sebi niža nego kod bilo koje vrste satelitskog sustava.

4. Pružatelji usluga i razina ponuđene usluge

Neki od poznatijih pružatelja usluga su: AirAsia WiFi, Panasonic Avionics, Gogo i Viasat.

4.1. AirAsia WiFi

AirAsia wifi je zrakoplovna Internet usluga koja omogućuje putnicima korištenje aplikacija za komunikaciju poput WhatsApp-a, Vibera, kao i društvenih aplikacija poput Facebooka, Instagrama, Twittera. Internetska usluga za zrakoplov dolazi s besplatnim video sadržajem, glazbenim popisima za reprodukciju, te određenim igrama. AirAsia wifi u ponudi ima značajku koja se zove „Moving map“ koja služi kao pomoć putnicima prije dolaska na odredište, pomična karta uključuje informacije kao što su naziv dolaznog aerodroma, vrijeme, podaci o gate-u, preostalo trajanje leta, udaljenost od odredišta i trenutnu brzinu zrakoplova. [10]

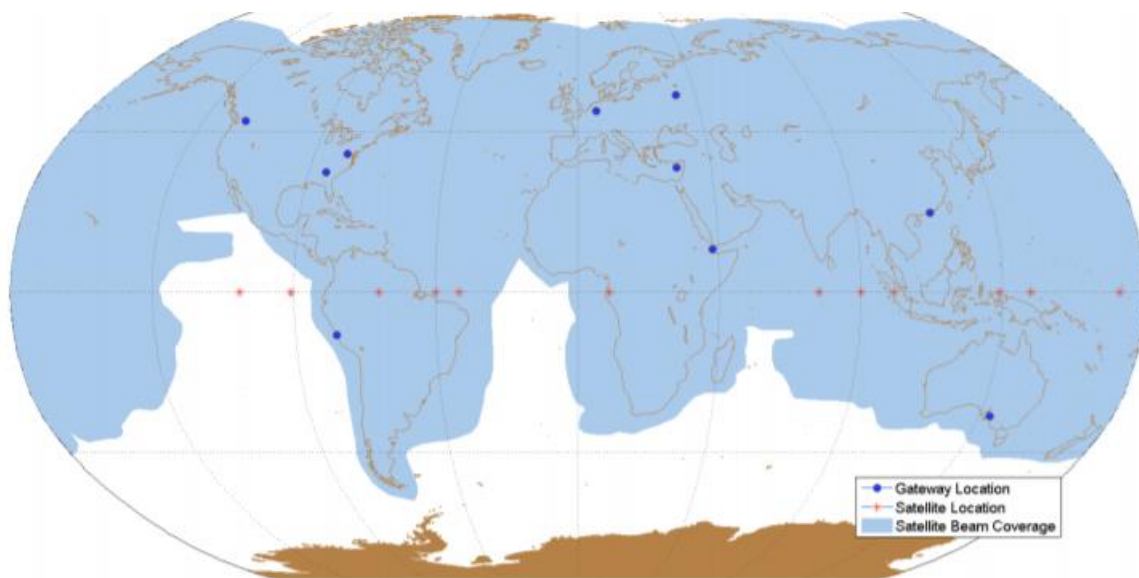
4.2. Panasonic Avionics

Panasonic Avionics vodeći je svjetski dobavljač zabavnih i komunikacijskih sustava tijekom leta. Rješenja tvrtke, podržana profesionalnim uslugama održavanja, u potpunosti se integriraju s kabinom omogućujući zrakoplovnim kompanijama da pruže vrhunska iskustva putovanja s bogatim izborom zabave, što rezultira poboljšanim kvalitetnim komunikacijskim sustavima, rješenjima, i nižim ukupnim troškovima. Brzina Interneta koju ova kompanija omogućuje se kreće između 12 Mbit/s i 20 Mbit/s.

Osnovan 1979. godine, Panasonic Avionics je američka korporacija, sa sjedištem u Lake Forestu u Kaliforniji s više od 3.100 zaposlenika i operacijama na 80 lokacija širom svijeta, opslužuju više od 200 kupaca širom svijeta i pružaju IFEC (engl. *In-Flight Entertainment and Communication*) sustave na više od 3.700 zrakoplova [11].

Panasonic svoju globalnu pokrivenost ostvaruje preko svoje eXConnect mreže koja se sastoji od 15 satelita, 10 pristupnih stanica i pokriva 99,6 % svih komercijalnih zrakoplovnih ruta. Panasonic upravlja eXConnect mrežom kao besprijekornom uslugom s kraja na kraj isključivo za zrakoplovno tržište. Time se

zračnim prijevoznicima omogućuje da ponude kontinuirane usluge kao što su Internet, televizija uživo i podaci za putnike i posadu na domaćim i interkontinentalnim letovima. Sateliti koji omogućuju rad mreže nalaze se na visini od 35.000 km u GEO orbiti. Osim rada eXConnect mreže, Panasonic dizajnira i proizvodi vlastite aero antene i modeme, dobiva certifikate, stvara i isporučuje sadržaj i surađuje s drugim pružateljima usluga kako bi se omogućile dodatne usluge. [12]



Slika 5. Pokrivenost exconnect mreže [12]

4.3. GoGo

Gogo je pružatelj širokopojsnih internetskih usluga u letu i drugih usluga povezivanja za komercijalne i poslovne zrakoplove, sa sjedištem u Chicagu, Illinois. Trenutno sa Gogo-m surađuje 17 zrakoplovnih tvrtki u pružanju usluge Interneta tijekom leta, a neke od najpoznatijih su British Airways, Aer Lingus i Iberija. Preko 2.500 komercijalnih zrakoplova i 6.600 poslovnih zrakoplova opremljeni su Gogo-vom infrastrukturom koja omogućuje pristup Internetu. Gogo pruža kontinuiranu pokrivenost veze uz minimalne prekide u brzini, otkrivene pri prelasku s jednog signala ćelijskog tornja na sljedeći. Ukupna propusnost za sve korisnike na letu

iznosi približno 3 Mbit/s. Usluga Gogo kompatibilna je sa svim uređajima koji imaju Internet mogućnost. Usluge

koje GoGo ima u ponudi:

- Gogo platforma - putnicima pruža informacije, usluge i zabavu, dok zračni prijevoznici mogu prikazati informacije o zrakoplovnim kompanijama.
- Gogo „Text and Talk“- Gogo Text omogućuje putnicima da šalju i primaju tekstualne poruke sa svojih mobilnih telefona. Gogo Talk omogućuje putnicima upućivanje i primanje glasovnih poziva. U rujnu 2014. T-Mobile US najavio je novi ugovor s Gogom o pružanju korisnicima besplatnog neograničenog Interneta i multimedijских poruka dok su na letu Gogo Internet opremljenog leta američkog zračnog prijevoznika.
- Gogo Vision- emitira filmove i TV emisije s ugrađenog poslužitelja. U srpnju 2014. Gogo je pokrenuo Delta Studio s Delta Air Lines-om, nudeći putnicima razne televizijske emisije i filmove koji će se bežično prenositi na vlastite putničke uređaje koji imaju mogućnost korištenja Interneta.
- Gogo TV- omogućit će zračnim prijevoznicima isporuku televizijskog sadržaja putnicima koji posjeduju uređaj koji ima pristup Internetu. Zračni prijevoznik će prilagoditi opcije kanala tako da će putnicima omogućiti gledanje popularnih mreža u svojoj zemlji ili regiji. Usluga će trenutno biti dostupna samo zračnim prijevoznicima koji odaberu Gogovu 2Ku tehnologiju. Prvi zračni prijevoznik koji se obvezao na Gogo TV je Gol [13].

4.4. ViaSat

ViaSat je globalna tvrtka za širokopočasne usluge i tehnologiju koja povezuju međunarodne zajednice s Internetom omogućavajući putnicima strujanje medija, aplikacija i sadržaja s velikom propusnošću tijekom globalnog putovanja komercijalnim, poslovnim ili državnim zrakoplovima:

- Komercijalno zrakoplovstvo - putnici žele istu vrstu povezivanja u zraku kakvu imaju na zemlji. ViaSat ima Internet uslugu u letu koja svakom putniku u zrakoplovu omogućuje brzo pregledavanje sadržaja u letu i bogato iskustvo strujanja internetskih medija, uz niske troškove za putnika.

- Poslovno zrakoplovstvo - Povezivost na poslovnim zrakoplovima znači ostati produktivniji ne samo putem e-pošte, već i s velikim priložima datoteka, videokonferencijama i drugim. ViaSat ima brzu Internetsku uslugu u letu za poslovne zrakoplove s dostupnošću na najprometnijim rutama na svijetu kako bi zadovoljio rastuću potražnju za propusnošću [14].
- Helikopteri i laki zrakoplovi - Sigurnost leta, vrijeme i komunikacija ključni su za male zrakoplove kako bi bili sigurni i operativni. ViaSat L-band usluga zadovoljava potrebu za sigurnom, pouzdanom i pristupačnom podatkovnom i glasovnom vezom tijekom svih faza leta.

5. Način naplate usluge i trenutna dostupnost

Način naplate usluge objasniti ćemo na temelju nekih od najpoznatijih zrakoplovnih tvrtki kao što su: Lufthansa, United Airlines i Norwegian koji kupuju usluge od raznih pružatelja kao što su GoGo, Viasat i Panasonic te korigiraju vlastite cijene tijekom prodaje.

5.1. Lufthansa

Lufthansin FlyNet Internet na zrakoplovu nudi puno novih mogućnosti, bilo da putnik želi iskoristiti svoje vrijeme za rad ili za opušteno pregledavanje sadržaja. Simbol pristupne točke u kabini zrakoplova, pokazuje prije polijetanja da je flynet usluga instalirana na određenom letu. Čim zrakoplov dosegne visinu krstarenja i korisnik uključi Wi-Fi funkciju na uređaju, otvara se besplatni portal Lufthansa FlyNet, zatim kreće proces prijave u FlyNet Internet. Kod troškova i naplate Deutsche Telekom nudi tri individualne tarife za korištenje internetske usluge. Plaćanje je moguće svim glavnim kreditnim karticama. Također je moguće platiti PayPal-om. Cijena korištenja usluge iznosi:

- 1 sat: 10 EUR
- 4 sata: 14 EUR
- Puni let (do 24 sata): 17 EUR. [15]

Puna tarifa leta (do 24 sata) može se koristiti u bilo kojem zrakoplovu Lufthanse opremljenom FlyNetom dok je i dalje važeća. Što bi značilo da tarifa ima fiksno trajanje koje počinje kada se prvi put korisnik prijavi i koje se ne može produžiti povremenom odjavom s Interneta. Ako je putnik korisnik Deutsche Telekoma ili jednog od njegovih pridruženih partnera u roamingu, postoji mogućnost prijave sa svojim pristupnim podacima, koje će putnik morati zatražiti prije početka putovanja. FlyNet korištenje Interneta tada će se teretiti u skladu s tarifom davatelja usluga koji je u ovom slučaju Deutsche Telekom.

5.2. United Airlines

United Airlines jedna je od vodećih zrakoplovnih tvrtki i treća je najveća zrakoplovna tvrtka na svijetu s gotovo 90.000 zaposlenika, koja ima letove u 358 zračnih luka širom svijeta. Kao vodeća zrakoplovna tvrtka, United je bio jedna od prvih kompanija koja je imala pristup Internetu na svojim letovima koristeći GoGo tehnološku uslugu koja je putnicima omogućila pristup internetu dok su u zrakoplovu. United Airlines koristi četiri različita pružatelja Internet usluga, koji su podijeljeni po različitim tipovima zrakoplova:

- Gogo je integriran u zrakoplovima tipa: Embraer 170, Embraer 175, Bombardier CRJ-700 i Boeing 757-200.
- Panasonic Avionics koriste tipovi zrakoplova: Airbus 319, Airbus 320, te Boeing 767-300ER i 400ER, 777-200, 200ER i 300ER.
- Thales za letove pomoću zrakoplova tipa: Boeing 737-700, 737-800, 737-900, 737-900ER i oko 757-300 zrakoplova
- Viasat se koristi u zrakoplovu tipa: Boeing 737 MAX 9. [16]

Cijene Internet opcija za jednokratni let uvelike se razlikuju ovisno o trajanju leta i pružatelju usluga. Putnik će platiti između 6 i 13 EUR za jednosatnu propusnicu te između 18 i 28 EUR za cjelodnevnu propusnicu.

5.3. Norwegian

Norwegian je treća po veličini niskotarifna zrakoplovna tvrtka u Europi i peta najveća niskotarifna zrakoplovna tvrtka na svijetu. Osnovana 1993. godine, jedna je od najbrže rastućih zrakoplovnih tvrtki na svijetu, koja upravlja s oko 500 ruta na više od 150 odredišta širom svijeta. Norwegian je postao prvi prijevoznik koji je ponudio besplatni Internet na svim europskim rutama 2011. godine i prvi europski prijevoznik koji je uspješno omogućio televiziju uživo u zraku 2015. godine. Putnici koji lete između Europe, SAD-a, Južne Amerike i Azije moći će ostati povezani na nebu uvođenjem besplatne Wi-Fi povezivosti na zrakoplovima Boeing 787-9 Dreamliner i 737 MAX. Putnici u ekonomskoj ili poslovnoj klasi mogu birati dva Internet paketa:

- Osnovni paket: Osnovna opcija je besplatna i omogućit će korisnicima pregledavanje weba, praćenje boravka na društvenim medijima, slanje i primanje e-pošte i izravnih poruka s prijateljima, obitelji i kolegama korištenjem njihovih osobnih mobilnih telefona, tableta i prijenosnih računala na zrakoplovu tijekom cijelog trajanja leta.
- Posebni paket omogućuje gledanje filmova i televizijskih emisija na Netflixu, YouTubeu. [17]

Osnovni paket je besplatan a posebni paket se naplaćuje po cijeni od 12,95 EUR za tri sata korištenja.



Slika 6. Zrakoplovne tvrtke koje imaju pristup Internetu u zrakoplovima [18]

6. Potencijal razvoja usluge s obzirom na nove mogućnosti pristupa Internetu

Povezivost i IFE (engl. *In-flight entertainment*) značajno se transformirala u posljednjih nekoliko desetljeća, od tvrdih diskova i zaslona integriranih u pojedinačna putnička sjedala do novih opcija za korištenje vlastitog uređaja. BYOD (engl. *Bring your own device*) koji podržavaju povezivost tijekom leta. Nadogradnja sustava za zabavu tijekom leta može imati nekoliko prednosti. Uklanjanje zaslona i komponenti poslužitelja u kabini zrakoplova mogu znatno smanjiti težinu zrakoplova, što znači veću učinkovitost potrošnje goriva. A zamjena zaslona integriranih sjedala brzom i pouzdanom širokopojasnom mrežom tijekom leta znači smanjenje znatnih troškova održavanja. Pružatelji telekomunikacijskih usluga koji se bore s brzo opadajućim prosječnim prihodom po korisniku ARPU (engl. *Average revenue per user*) i brojnom tržišnom konkurencijom mogu pristupiti povezivosti tijekom leta kao potencijalnom novom načinu stvaranja prihoda.

Nedavno osnovani Seamless Air Alliance osnovale su organizacije iz cijelog ekosustava zrakoplovnih kompanija, uključujući Aerospace mammoth Airbus, Delta Air Lines, stručnjaka za satelitske komunikacije OneWeb i pružatelje telekomunikacijskih usluga Sprint i Bharti Airtel. Osnivačima su se kasnije pridružili Nokia, Air France KLM, Aeromexico, GOL Linhas Aereas Inteligentes, Rockwell Collins i Intelsat, a očekuje se da će privući i druge dionike, kao što je GoGo. Savez ima za cilj promicanje 5G internetske veze tijekom leta, pomoć organizacijama da izbjegnu prepreke povezane s nabavom, instaliranjem i upravljanjem infrastrukture za pristup podacima i olakšavanje ulaska TSP (engl. *Thrift Savings Plan*) tržišta u zrakoplovstvo. U cilju im je i da putnici mogu neometano i ekonomično pristupiti Internetu bez kompliciranog procesa prijave. Savez će omogućiti Sprintu i Airtelu da osiguraju brzu satelitsku povezanost tijekom leta s minimalnom latencijom. [19]

Budući da globalni TSP-ovi testiraju 5G mrežu i razvijaju strategije uvođenja, očekuje se da će segment širokopojasnog pristupa Internetu tijekom leta doživjeti veliku preobrazbu. Qatar Airways već je uveo Inmarsatovu tehnologiju širokopojasnog pristupa GX Aviation na 130 širokotrupnih zrakoplova koja koristi Honeywellov satelitski komunikacijski hardver tijekom leta. Qatar Airways će nuditi besplatan Internet koji se naziva "Super WiFi-a", sat vremena besplatno a ostatak

putovanja će naplaćivati po razumnim cijenama neovisno o klasi putovanja. Trend da su konvencionalni zračni prijevoznici jedini koji pružaju zabavu i povezivost tijekom leta bliži se kraju. Neke europske zračne tvrtke koriste LTE mrežu samo za zračne prijevoznike koji koriste hibridnu tehnologiju *air to ground* i satelitsku tehnologiju kako bi omogućili širokopojasnu povezivost s niskom cijenom za niskotarifne zračne prijevoznike.

Brojni prijevoznici počeli su pružati pristup televizijskim kanalima uživo, uključujući American Airlines, koji koristi satelitsku vezu Gogo 2Ku kako bi osigurao dvanaest televizijskih kanala uživo na 100 uskotrupnih zrakoplova svoje flote. Zrakoplovna kompanija planira uvesti usluge prijenosa uživo u cijeloj svojoj uskotupnoj floti do 2022. godine. Također, Southwest je bio jedan od pionira u LCC segmentu koji je usvojio politiku BYOD-a u Americi. Uz besplatan pristup pohranjenom inventaru filmova i TV programa uživo, putnici na jugozapadu mogu platiti pristup Internetu na zrakoplovu i nekoliko aplikacija za razmjenu poruka.

Praćenje letova u stvarnom vremenu putem besprijeorne povezanosti s radnom snagom na tlu jedan je od prioriteta u cijelom zrakoplovnom sektoru kako bi se izbjegli incidenti poput nestanka leta MH370. U skladu s tim, pružatelji usluga povezivosti kao što su Viasat i Gogo ulažu u satelitske mreže pa više doprinose ekosustavu komercijalnih zrakoplovnih operacija. Inmarsat i Qatar Airways počinju uvoditi praćenje lokacije leta u stvarnom vremenu pomoću satelitske veze. Iridium Communications udružio se s Honeywell Aerospaceom, Skytracom, Avitekom i Navicom Aviationom kako bi pružio uslugu Iridium Certus, koja sadrži grafička vremenska izvješća, višekorisnički Internet, videokonferencije i poboljšanje sigurnosti.

7. Zaključak

Danas većina putnika pristup Internetu u zrakoplovima ne smatra luksuzom, ne samo da očekuju uslugu kada se ukrcaju u zrakoplov, nego očekuju da će raditi kao i na Zemlji. Kapacitet, kvaliteta i brzina uvedeni na tržište povezivosti u zraku trenutno postojećom tehnologijom imaju snažan utjecaj na zabavu tijekom leta. Omogućeno je putnicima u zračnom prijevozu da u svoje vrijeme pregledavaju vlastiti sadržaj na vlastitim uređajima, baš kao što to čine na Zemlji. Dostupne su im usluge kao što su komunikacija u stvarnom vremenu s prijateljima, obitelji i suradnicima dok putuju, gledanje televizijskih programa uživo, korištenje raznih aplikacija za komunikaciju, pregled vijesti i mnoge druge.

Trenutačno zrakoplovne tvrtke koriste dvije vrste tehnologija za pružanje internetske povezanosti zrakoplova, *air to ground* pristup Internetu i satelitski pristup Internetu. Tehnologija *air to ground* jeftinija je u usporedbi sa satelitskom tehnologijom, dok bolje funkcionira samo kada zrakoplovi lete preko kopna. Glavni čimbenik koji ometa rast tržišta u povezivosti tijekom leta je visok trošak koji nastane tijekom nadogradnje i održavanja sustava. Što se odnosi na sofisticiranu tehnologiju i komponente koje su relativno skupe te zrakoplovne tvrtke moraju snositi značajne troškove za uvođenje opreme za povezivanje u zrakoplovu. To može dovesti do povećanih troškova karata za putnike. Trenutno najpouzdaniji pružatelj usluga pristupa Internetu u zrakoplovima je GoGo koji radi na implementiranju 5G mreže u zrakoplovima koja će u budućnosti pružati veće brzine Interneta sa stabilnijom vezom te tako potiče ostale pružatelje usluga u ovom području da razvijaju tehnologiju na način da Internet na Zemlji i u zraku ne bude imao nikakve razlike za korisnika.

Literatura

- [1] Bousquet M, Maral G. SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS. Fifth Edition. France: John Wiley & Sons Ltd; 2009. 1 p.
- [2] Types of orbits. Preuzeto sa: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits (Pristupljeno: srpanj 2021.)
- [3] URL: <https://gadgettrackers.com/gps-coordinates/>
- [4] MANUAL FOR ICAO AERONAUTICAL MOBILE SATELLITE SERVICE Part 2-IRIDIUM- 2, 2007.
- [5] URL:<https://www.g-comm.us/emergency-comms/the-different-types-of-satellite-networks.html>
- [6] Pascale Sourisse, Denis Rouffet, Hervé Sorre. SkyBridge: a broadband access system using a constellation of LEO satellites. France: Alcatel Espace.
- [7] Jonathan McDowell. The Low Earth Orbit Satellite Population and Impacts of the SpaceX Starlink Constellation. Smithsonian Institution, Cambridge, 2020.
- [8] URL:https://web.archive.org/web/20190515091900/https://www.spacex.com/sites/spacex/files/starlink_press_kit.pdf (Pristupljeno: srpanj 2021.)
- [9] The Anatomy of Inflight Connectivity. Gogo LLC; 1st edition, 2014.
- [10] URL<https://wifi.airasia.com/> (Pristupljeno: srpanj 2021.)
- [11] URL:<https://www.panasonic.aero/press-release/panasonic-avionics-xts-connectivity-over-china/> (Pristupljeno: srpanj 2021.)
- [12] Sunil Panthi, Chris McLain, Janet King. The eXConnect Broadband Aero Service. Panasonic Avionics Corporation, Lake Forest, 2013.
- [13] URL: <https://www.gogoair.com/> (Pristupljeno : kolovoz 2021.)
- [14] The Flight Department's manual for selecting private jet Wi-Fi, ViaSat, 2017.
- [15] In-flight services at a glance. Preuzeto sa: <https://www.lufthansa.com/ao/en/on-board-overview> (Pristupljeno : kolovoz 2021.)
- [16] United Airlines WiFi: Your Complete Guide. Preuzeto sa: <https://www.skyscanner.com/tips-and-inspiration/united-airlines-wifi> (Pristupljeno : kolovoz 2021.)
- [17] Norwegian becomes first low-cost airline to introduce free Wi-Fi on intercontinental flights. Preuzeto s: <https://media.uk.norwegian.com/pressreleases/norwegian-becomes-first-low->

cost-airline-to-introduce-free-wi-fi-on-intercontinental-flights-2821527

(Pristupljeno: kolovoz 2021.)

[18] URL: <https://tripandtravelblog.com/how-wifi-met-your-airline/> (Pristupljeno: kolovoz 2021.)

[19] URL: <https://www.seamlessalliance.com/> (Pristupljeno: kolovoz 2021.)

Popis slika

Slika 1. GPS konstelacija [3]	5
Slika 2. Elementi Iridium komunikacijskog sustava [4]	7
Slika 3. Lokacija Immarsat satelita [5]	8
Slika 4. Prikaz ATG 4 infrastrukture [9]	12
Slika 5. Pokrivenost exconnect mreže [12].....	16
Slika 6. Zrakoplovne tvrtke koje imaju pristup Internetu u zrakoplovima [18]	21

Popis kratica

ES (engl. *Earth station*)

GEO (engl. *Geostationary Equatorial Orbit*)

LEO (engl. *Low Earth Orbit*)

MEO (engl. *Medium Earth Orbit*)

ISS (engl. *International Space Station*)

AES (engl. *Aircraft earth station*)

SDU (engl. *Satellite Data Unit*)

MES (engl. *Mobile Earth Station*)

SES (engl. *Ship Earth Station*)

NCS (engl. *Network Coordination Stations*)

LES (engl. *Land-Earth Station*)

ATG (engl. *Air to ground*)

GPS (engl. *Global Positioning System*)

GLONASS (engl. *Global Navigation Satellite System*)

IFEC (engl. *In-Flight Entertainment and Communication*)

BYOD (engl. *Bring your own device*)

ARPU (engl. *Average revenue per user*)

TSP (engl. *Thrift Savings Plan*)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **SUSTAVI ZA OMOGUĆAVANJE PRISTUPA INTERNETU NA**
NA KOMERCIJALNIM LETOVIMA

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

Student/ica:

U Zagrebu, 23.8.2021 _____


(potpis)