



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Promet
Modul: Logistika

SATELITSKI NADZOR IN VODENJE LETALSKEGA PROMETA

Mentor: Mihel Bešter, univ. dipl. inž. prometa Kandidat: Marjan Polach
Somentorja: Boris Vidmar, univ. dipl. inž. letalstva
Božo Zupančič, univ. dipl. inž. elektrotehnike
Lektorica: Lučka Križaj - Šmitek

Kranj, julij 2009

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, gospodu Mihelu Beštru, univ. dipl. inž. prometa, ki mi je s koristnimi nasveti pomagal pri nalogi.

Hvala sodelavcema, gospodu Božu Zupančiču, univ. dipl. inž. elektrotehnik, ki mi je ves čas stal ob strani pri nastajanju diplomske naloge, in gospodu Borisu Vidmarju, kapitanu letala A-320 Adrie Airways, ki mi je razložil praktično letalsko navigacijo in pomagal z napotki.

Hvala vsem.

IZJAVA

»Študent Marjan Polach izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Mihela Beštra, univ. dipl. inž. prometa.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Globalna satelitska navigacija je tehnološki proces našega časa. Združuje izkušnje, znanje, odločitve in trdo delo uslužbencev kontrole nadzora letalskega prometa in letalskih prevoznikov, ki nudijo varen prevoz potnikov in blaga z enega konca sveta na drugega. Število kontrolnih operacij se skrbno beleži, s tem se poveča učinkovitost in potrebna varnost.

Diplomsko delo opisuje zgodovino razvoja letalske kontrole letenja in letenje letal vse do danes. Opisuje vsakodnevne letalske in zemeljsko operativne procedure in probleme. Podrobno in nazorno opisuje novi proces letenja in satelitski nadzor zračnega prometa. Omenja rezultate, možnosti uporabe, njegovo prednost in zadržke v operativnem smislu.

Globalna satelitska navigacija nudi vsem zaposlenim v letalskem prometu, pa tudi koristnikom, najboljše in popolne podatke, varne informacije pred in med letom. S tem se zmanjša psihofizični napor, stres in delovna napetost, poveča se skoncentriranost in varnost letenja, kar povečuje delovne sposobnosti letalskega prometa.

KLJUČNE BESEDE:

Globalna satelitska navigacija, letalski promet, satelitski navigacijski sistem Galileo

SUMMARY

A satellite global navigation is one of the most sophisticated technologies of our time. It combines experience, knowledge, decision making skills and hard work of air traffic control staff, thus creating a system which provides safety for transporting people and goods from one part of the world to another. A number of control operations need to be synergized in order to assure accurate, efficient and safe transport.

This paper displays development of air traffic control and focuses on logistic problems of managing air control in circumstances of unprecedented growth of airline industry today. A careful description of the new process – closely related to both flying and satellite control is given. Special attention is dedicated to the results and the possibilities of the new system and the weaknesses of the old one.

Global satellite navigation system generates all information needed by the cockpit crew to safely conduct flight operation from take off to landing. This assistance is of crucial importance since it decreases workload and enables crew to concentrate on flying itself. This system is a prerequisite for safety oriented and highly developed air traffic of today.

KEY WORDS:

Global navigation system, airtraffic, Galileo global system

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 Cilji	1
1.2 Raziskave	1
1.3 Rezultati	1
2 ZGODOVINSKI RAZVOJ	2
2.1 Zakonodaja v letalskem prometu	3
2.2 Pravni pogledi glede varnosti letenja	3
2.3 Navigacija	4
2.4 Razvoj	5
2.5 Daljinsko vodena letala ter letala brez posadke	6
3 UPRAVLJANJE ZRAČNEGA PROMETA V DANAŠNJEM ČASU	8
3.1 Službe letalskega prometa	8
3.2 Omejitve v letalskem prometu	8
3.3 Kako deluje kontrola zračnega prometa	8
3.4 Plan letenja in navigacija	9
3.5 Definicija poleta	11
3.6 Združevanje sistemov na zemlji in v zraku	14
3.7 EUROCONTROL	14
3.8 Bela knjiga	15
3.9 Okoljske zmogljivosti letališč	16
4 PREHOD TEHNOLOGIJE V ZEMELJSKO-SATELITSKI NADZOR	18
4.1 Varno vodenje letal s sistemom EGNOS	19
4.2 Razvoj satelitske navigacije	19
4.3 Razvojni projekti sistemov za navigacijo prometa	22
4.4 Struktura poteka satelitske navigacije	25
4.5 Planiranje satelitske navigacije	25
4.6 Satelitski sistemi	27
4.7 Doprinos sistema Galileo	28
4.8 Radio frekvence	28
4.9 evropski kontrolni center za nadzor letalskega prometa	30
5 SATELITSKO-NAVIGACIJSKI SISTEM GALILEO	34
5.1 Satelit Galileo	34
5.2 Opis satelita	35
5.3 Zadnji satelit	37
5.4 Delovne operacije	39
8 ZAKLJUČEK	41
LITERATURA IN VIRI	42
KAZALO SLIK	43
KAZALO TABEL	44
SEZNAM TUJK	44

1 UVOD

V nalogi bo predstavljena širitev letalskega civilnega in vojaškega prometa nad evropskim nebom po drugi svetovni vojni, mednarodno zakonodajo in interno zakonodajo s predpisi. Promet se nenehno povečuje in širi, z izpopolnjevanjem in širjenjem tehnologije in znanja zaposlenih. Glede na gostoto uporabnikov zračnega prostora se zaenkrat v severni Evropi poskusno uvaja satelitski nadzor letalskega prometa, saj se gostota vsako leto poveča, zato lahko upravičeno rečemo, da je vsako leto nekaj tisoč letov več, kar znese na deset tisoče letno. Gledano z vidika vsakoletnega porasta prometa in varnosti se je začelo pred leti izbirati variante varnejšega gibanja po zraku in poskusno uvajati satelitski nadzor neba nad Evropo. Izkazalo se je, da bo možno že do leta 2012 dokončno redno uveljaviti redni letalski promet, ki bo satelitsko voden in nadzorovan.

1.1 CILJI

Glavni cilj naloge je predstavitev porasta letalskega prometa, razvoj in uvajanje satelitskega nadzora prometa, s tem razjasniti probleme, ki se nanašajo na porast prometa, razvoj, uvajanje testov, šolanje, preizkušanje, dokončno potrjeno uporabo in financiranje. Poudarek je na letalskih prevoznikih, letališčih, infrastrukturi, prometu. Dokazati želim učinkovitost vpeljave in uporabo satelitskega nadzornega sistema.

1.2 RAZISKAVE

Raziskave prikazujejo razvoj letalskega prometa od prvih poizkusov vojaške tehnologije, razvoj radarskega in radijskega vodenja letal, vključevanje vojaške tehnologije v razvoj civilnega letalstva in uvajanje satelitskega nadzora letalskega prometa, Diplomaska naloga želi prikazati pomembnost in zahtevnost uvajane tehnologije, izbiro sistema, testiranje in uporabnost glede na delovni efekt. Raziskave nam pokažejo izkoristek nove tehnologije in možne povezave v sorodne panoge prometa.

1.3 REZULTATI

Namen naloge je prikazati današnjo radarsko tehnologijo, ki bo morala preiti na satelitsko voden nadzor s pisnim in slikovnim prikazom uporabe sistema:

- rezultati prehoda ponazarjajo letenje in rezultate današnjega sistema;
- prikazane so raziskave posameznih zračnih prostorov in usklajevanje civilnega zračnega prostora z vojaškim;
- predstavljena je varnost in prikazan izkoristek tehnologije s pričakovanimi rezultati ter dobre in slabe strani satelitskega sistema.

Upoštevali bomo izkušnje pilotov glede šolanja, uporabe nove tehnologije, njihovo mnenje o naučeni praksi, ki je prenesena v praktično delo.

2 ZGODOVINSKI RAZVOJ

Letenje je že od prvih začetkov dalje zahtevalo določeno stopnjo organiziranosti. Varnost letalskega prometa je bila glavni razlog za izdajo določenih navodil, zakonov in pravil, ki so povezani z letenjem. Prvi znani pravni akt je bil izdan po prvem uspešnem letu balona bratov Mongolfier. Francoske oblasti so ga izdale 23. aprila 1784 in je prepovedoval kakršnokoli letenje z balonom brez predhodnega dovoljenja. Z razvojem letalstva v prvem in drugem desetletju prejšnjega stoletja več držav objavi prve pravne akte, povezane z letenjem (Velika Britanija 1911, Avstro-Ogrska 1912, Nemčija 1913, Francija 1914).

Skokovit razvoj letalstva se je začel v času med obema vojnoma. Prvi sistematski graditelji letal so bili Američani, ker so potrebovali letala za hitre prevoze na dolge razdalje. Kmalu se jim je ob bok postavila tudi letalska industrija v Veliki Britaniji, Nemčiji, Franciji in Italiji. Največji razvoj letalstva je bil tedaj opažen v nemški industriji letalstva za potrebe druge svetovne vojne. Nemci so razvijali in kasneje med vojno uporabljali tudi že prva reakcijska letala. Reakcijski motor so dokončno razvili Američani.

Po koncu druge svetovne vojne se je letalstvo začelo hitro razvijati v vojaške namene, s tem pa se je razvijalo tudi civilno letalstvo, ki je doseglo velik razcvet v tehnologiji v 70. letih prejšnjega stoletja. Poleg strojne tehnologije v letalstvu je napredovala tudi tehnika v uporabi materialov in razvoja potniškega udobja in uslug med letom. Ob vsem tem se je razvijala tudi navigacija, ki je bila terminološko in praktično povzeta s strani mornarice. Dokler se niso začeli uporabljati radarji v civilne namene, je bilo vodenje letal možno samo vizualno in na podlagi magnetnega kompasa z uporabo klasične mornariške navigacije in navigacijskih zemljevidov. Kasneje z izpopolnitvijo tehnologije letal in navigacije so se začeli prvi poizkusi in kasneje tudi redno letenje z upoštevanjem v naprej določenih predpisov.

Gost letalski promet v zraku in na letališčih zahteva potrebo po ureditvi mednarodnih enotnih pravil letenja in prometa na tleh. Na mirovni konferenci v Versaillesu je bil ta zahtevek izredno poudarjen, zato je bila v Parizu leta 1919 že podpisana Pariška konvencija, ki predstavlja temelj odnosov v mednarodnem civilnem prometu po prvi svetovni vojni, vendar pa ni bila v celoti mednarodno priznana. Druge regionalne konvencije s sorodnimi cilji so bile sprejete v Madridu (Špansko-ameriška) leta 1929 in v Havani (Panameriška konvencija) leta 1929.

Zaradi velikega razmaha civilnega letalstva po drugi svetovni vojni je bila v novembru in decembru 1944 v Chicagu sklicana konferenca o mednarodnem civilnem letalstvu. Sprejeta je bila konvencija, ki je temelj v današnjem mednarodnem civilnem letalstvu.

Civilno letalstvo, domači kakor tudi mednarodni promet, predstavljata komercialne aktivnosti na profesionalno visoki kakovostni ravni, če primerjamo število komercialnih letov, prevoženih potniških in tovornih milj, kosovnih pošilk in število linij in s tem tudi število prevoznikov. Promet še vedno narašča in se razvija.

Povečan nivo komercialnih aktivnosti v zraku je povzročil potrebo po primarnem nivoju pravnih aktov, glede na rizičnost mednarodnega letalskega prometa.

2.1 ZAKONODAJA V LETALSKEM PROMETU

Ministrstvo za promet v skladu z Zakonom o dostopu do informacij javnega značaja na spletnih straneh izdaja zakonodajo, zagotavlja dostopnost in preglednost svojih procesov odločanja in priprave predpisov. S področja prometa objavlja predloge predpisov, veljavne predpise, poročila, uredbe, pravilnike in druge pomembne dokumente.

Civilni zračni promet se nanaša na posebni zakonodaji z izvlečki običajnih zakonov, ki jih v vsaki državi posebej urejujejo z zakoni . Zakon o zračni plovbi je del javnega prava s poudarkom zakonodaje v letalskem prometu.

Zakon nadzoruje področje zračnega prostora, pojem javne zračne plovbe, zračnega prometa, področja letališč, oznak pripadnosti države, identifikacije, registracije letal, varnosti zračnega prometa, kontrole letenja in drugih dejavnosti, ki so neposredno povezane z zračnim prometom.

V Sloveniji obstaja zakon o letalstvu, ki v celoti zajema veljavno domačo zakonodajo s področja letalskega prometa. Ti zakoni niso vedno samostojni letalski zakoniki, temveč so lahko tudi trgovski zakoni ali zakoniki, ki se v določenih panogah nanašajo na odnose v letalskem pravu.

2.2 PRAVNI POGLEDI GLEDE VARNOSTI LETENJA

Uvajanje vseh zakonodajnih dejavnosti na področju letalske varnosti v okviru enega skupnega organa bi namreč zagotovilo večjo učinkovitost in varnost. Za zagotovitev visoke ravni varnosti v letalskem prevozu in za opravljanje nalog, določenih v predlogu komisije, mora evropska agencija za varnost v letalstvu (EASA) okrepiti svoje vire. To bo zahtevalo bistveno večji obseg financiranja s sredstvi Skupnosti, kot je trenutno predvideno. Združevanje sredstev na ravni EU lahko hkrati pomeni bistveno znižanje stroškov za industrijo, pa tudi za vlade posameznih držav.

V skladu z varnostnimi cilji in interesi uporabnikov je izredno pomembno, da se zagotovi vključitev pravil v zakonodajo EU v okviru pričakovanih sprememb. Uredbe (EGS) naj bi s postopkom dejansko predstavljale in zagotovile zadostno raven napredka in uskladitve na različnih področjih, ki so v njeni pristojnosti.

Leta 2002 so bili sprejeti skupni predpisi na področju civilnega letalstva. Istega leta je bila z Uredbo Evropskega parlamenta ustanovljena Evropska agencija za varnost v letalstvu (European Aviation Safety Agency – EASA).

2.3 NAVIGACIJA

Gibanje po varni poti je veščina in znanost vodenja letala ob vsakem času, ne glede na okoliščine in pogoje.

Geografske koordinate so geografska širina in geografska dolžina. Geografska širina se meri od ekvatorja (0°) proti severu (+) in proti jugu (-) do tečajev za 90° .

Geografska dolžina se meri od začetnega meridiana (0° , Greenwich) proti vzhodu (+) in proti zahodu (-) za 180° .

Z geografskimi koordinatami je določena katerakoli točka na zemeljski obli. Enota za merjenje razdalje je navtična milja in znaša 1852 m. Na karti predstavlja eno minuto ($1'$).

Horizont ali obzorje je krožnica, ki omejuje pogled opazovalca na morju in je tista črta, ki loči morje od neba. Horizont delimo na 360° .

Kurz je kot med vzdolžnico ladje v smeri plovbe in meridianom. Kurz se šteje od severnega dela meridiana v smeri urinega kazalca od 0° do 360° .

Azimut je kot med linijo opazovalca na opazovani objekt in meridianom. Azimut se meri od meridiana v smeri urinega kazalca do linije opazovalca na objekt, in sicer od 0° do 360° . Za določanje azimuta potrebujemo kompas z merilno napravo.

Pri določanju položaja začetka gibanja z azimuti in s pomočjo magnetnega kompasa izmerimo opazovani objekt.

Pri navigaciji uporabljamo karto, ki je izdelana po metodi imenovani Merkatorjeva projekcija. Na takšni karti koti in smeri ustrezajo kotom in smerem v naravi. Kurzna linija je ravna črta in seka meridiane pod istim kotom. Na desni in levi strani je merilo.

Karte delimo na: informativne, navigacijske in pomožne.

Navigacijske karte delimo po uporabi na:

- generalne karte, ki pokrivajo velika področja (celi svet, oceani, morja, kontinente in dele površin);
- kurzne karte, ki pokrivajo dele posameznih teritorijev in se uporabljajo za risanje kurzov in navigacijo;
- lokalne karte se uporabljajo za plovbo na krajše razdalje; plane, ki predstavljajo manjše površine.

Osnovni pribor za delo na karti vsebuje: dva navtična trikotnika, s katerima rišemo ali čitamo kurze in azimute, navtično šestilo, s katerim merimo in prenašamo oddaljenosti ter vrisujemo oziroma odčitamo geografske koordinate, svinčnik in radirka.

Na navigacijskih kartah rišemo in čitamo geografske koordinate (položaje), merimo kurze in azimute, rišemo kurze in azimute in merimo razdalje.

Zaradi pravilnega tolmačenja znakov in kratic, ki se nahajajo na kartah, izdajajo ustanove, ki se ukvarjajo z izdelavo kart, posebno brošuro, ki vsebuje vse znake in kratice, vključno z opisom njihovega pomena. Uporabnik karte naj bi se seznanil vsaj s tistimi znaki in kraticami, ki se najpogosteje uporabljajo.

Magnetni kompas je naprava, s pomočjo katere določimo magnetni meridian.

Gibanje pod težjimi pogoji pomeni letenje v slabih vremenskih pogojih, megli, vetru, nevihti.

2.4 RAZVOJ

V zadnjih 50. letih je ameriška vojska preizkušala ter uporabljala dve vrsti letal, RPA (Remotely Piloted Aircraft) in UAV (Unmanned Aerial Vehicle) s sistemi, ki so imeli različno stopnjo uspešnosti v strategiji. Vse to pa so imela tudi letala brez posadke.

Za daljinsko vodena letala ter letala brez posadke so ZDA od leta 1954 do leta 1999 namenila 21 milijard dolarjev. Največ denarja se namenili programom, ki so v lasti zračnih sil. Vojaška tehnologija se zelo dobro uporablja v civilne namene. Ameriški znanstveniki upajo, da bi lahko letala brez posadke uporabljali za boj proti organiziranemu kriminalu, varovanju državnih mej, odkrivanju kemičnih, bioloških ter radioaktivnih snovi, za iskanje in reševanje ljudi, za prevoz tovora, za detajlno zbiranje vremenskih podatkov in različne znanstvene raziskave. Danes imajo letalske sile veliko priložnost, da nadgradijo nedavne uspehe, trije glavni faktorji omogočajo sistemom brez posadke večjo atraktivnost kot kdajkoli prej.

Kasneje pa so ameriške letalske sile poskušale najti ustrezne rešitve za mnoge sorodne sisteme. Svoj levji delež k prikritim letalom je prispevala tudi satelitska tehnologija, ki omogoča stalen nadzor v realnem času.



Slika 1: Zasnova teh letal je izhajala iz obdobja 70. let

Njihova naloga je bila poizvedovati, obveščati, nadzorovati in aktivirati zračno obrambo. V ZDA začnejo prodajati in razvijati nova letala brez posadke kot del programa, vodenega s strani mornarice in vojske. Med leti 1996 in 2004 je nastal sistem RQ-1.

Sistem Predator je postal pomembna bojna podpora in je bil vključen v vsako večjo vojaško operacijo. V zraku je bil skoraj 100.000 ur od tega je kar 68 % letel v vojaških operacijah in je služil kot najbolj uporabljeno pomožno orožje. Zelo uspešen je pri iskanju, sledenju, streljanju ter določanju potencialnih terorističnih lokacij.



Slika 2: Letalo RQ-1 Predator

2.5 DALJINSKO VODENA LETALA TER LETALA BREZ POSADKE

Ameriško Ministrstvo za obrambo s financiranjem neprestano posodablja, razvija nova in izpopolnjena vojaška letala.

Daljinsko vodena letala RPA (Remotely Piloted Aircraft) in letala brez posadke UAV (Unmanned Aerial Vehicle) so zajeta v dokumentih (Air Force Concepts of Operations – (vojaški koncept operacij) in Air Force Transformation Plan – (vojaški sistem razvojnega plana).

Ta dva dokumenta sta med seboj povezana in predpisujeta enoten načrt pri razvoju gradnje letal, ki so radarsko (daljinsko) vodena, in pri letalih brez posadke .

Strateška vizija razvoja vsebuje opise izdelave letal brez posadke in njihovo uporabo v letalskih silah, ki bo zmožna za operacije in uporabo od 20 do 25 let.

Razpon strateške vizije je zelo širok in vključuje tudi razne študije, ki se navezujejo na inštitucije, ki posredno ali neposredno sodelujejo pri teh projektih. Tu se srečujejo konstruktorji, upravljalci ter snovalci programske opreme letal brez posadke.

Tehnološki napredek omogoča pomemben vpliv. Novi senzori in bojni tovor so manjši, lažji in sposobni zagotavljati večji pomen na tovarno enoto. Nove podatkovne povezave, ki so prej predstavljale šibko točko teh letal, sedaj omogočajo brezhibno upravljanje s tovorom in prenos podatkov. Napredek v mikroprocesorski tehnologiji, navigaciji, omogoča avtonomno kontrolo sistemov in obdelavo podatkov na samem krovu.

Novi, sodobni, sestavni deli in izboljšani pogonski sistemi se kažejo v lažjem, manjšem in zato bolj okretnem letalu. Vedno spreminjajoča se globalna situacija predstavlja veliko priložnost za sisteme brez posadke.



Slika 3: Radarsko vodeno letalo, ki ga razvija vojska z uporabo vesoljske tehnologije

Letala lahko letijo v okoljih onesnaženih s kemičnimi, biološkimi ter radioaktivnimi elementi. Delujejo brezhibno ne glede na geografski položaj, dosežejo višine, ki jih običajna letala ne zmorejo. Letala brez pilota v daljših vojaških operacijah zdržijo daljšo bojno sposobnost, so majhna, imajo tihi pogonski sistem, direkten prenos informacij in večjo bojno sposobnost. Takšna letala omogočajo ptičjo perspektivo. Lahko se spustijo zelo nizko k cilju.

Lastnosti daljinsko vodenih letal omogočajo nove taktične zamisli in prednosti. Naslednja panoga v razvoju letalstva pa je uporabna ločitev zvrsti letalstva.

Vojaški razvoj se še naprej razvija, financirajo ga posamezne države in skupnosti.

Civilni razvoj letalstva je panoga, ki povzema razvito in uporabljeno svetovno vojaško tehnologijo na bazi elektronike, navigacije in gradnje, kakor tudi razvoj podpanog in udobja potnikov.

3 UPRAVLJANJE ZRAČNEGA PROMETA V DANAŠNJEM ČASU

Število letov in kapacitete prevozov naraščajo vsako leto in iz leta v leto, za varnost poletov skrbi služba za kontrolo in nadzor civilnega zračnega prometa, ki je v sklopu nadzora zračnega prostora posamezne države. V letalskem prometu je potrebno narediti bistvene preobrate, ne samo pri nas ali v Evropi, ampak po celem svetu, da bo čedalje gostejši letalski promet še bolj varen. Spremembo moramo izpeljati v čim krajšem času, sicer bo prišlo do porušitve sistema. Letala bodo morala ostati v večini na tleh, kar bo pripeljalo do gospodarskega zloma in velikih finančnih izgub.

3.1 SLUŽBE LETALSKEGA PROMETA

Za uporabo različnih elektronskih letalskih navigaciji, radarjev, radio postaj in drugih naprav za vodenje letal skrbi zračno prometna služba, ki stalno vzdržuje varnost na tleh in v zraku. Zagotavlja komunikacijsko zvezo z vsakim letalom posameznega področja ter funkcijsko vzdržuje navigacijski letalski promet med posameznimi letališči in v zračnem koridorju ter posreduje informacije letalom udeleženi v koridorskem prometu. Govorne informacije morajo biti mednarodno usklajene, enotne, jasne, kratke in razumljive vsem udeležencem prometa v zraku. Vsebovati morajo podatke o vremenskih razmerah, podatke o varnem povezovanju posameznih koridorjev, prehodih, dogodkih glede gibanja letal. Stalno morajo nadzorovati prostor glede zasedenosti v koridorju, spremljati izredne dogodke tekočega prometa posameznih udeležencev in pri tem pravočasno dajati sprotna nova navodila glede na plan letenja posameznega letala. Zaposleni v zračno prometni službi se morajo stalno izpopolnjevati.

3.2 OMEJITVE V LETALSKEM PROMETU

Sloti so mednarodne omejitve prometa v zračnem prostoru, ki ga nadzoruje evropski letalski center v Bruslju. Izvajajo ga takrat, kadar so zmogljivosti koridorjev premajhne, ali v primerih nepričakovanega povečanega prometa v nadzoru posameznih lokalnih centrov za kontrolo letenja in na letališčih.

3.3 KAKO DELUJE KONTROLA ZRAČNEGA PROMETA

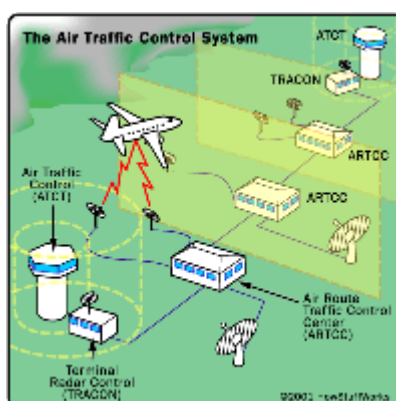
Vsako uro je v zraku okrog 5000 letal, to je približno 50.000 letov, (vir SITA) preletov, pristajanj in vzletov na letališčih. Bistvo varnosti je razvrščanje in urejanje varnostne razdalje, ne da bi pri tem povzročali stroške in zamude.

Zračni prostor se deli v cone oziroma centre, ki se delijo v sektorje, ti merijo v radiu okoli 80,5km. Delijo se na tri dele: prvi je vzletni koridor, drugi je koridor letenja, tretji pa koridor pristajanja. V vsakem sektorju je lahko le določeno varno število letal, ki se nahajajo v radiu okoli 8 km, in le-te pokriva posamezno letališče oziroma posamezna zračna kontrola na zemlji (Airspace and Air Traffic Control).



Slika 4: Zračna kontrola sprejemanja in odprave letal v kontrolnem stolpu (Vir SITA)

Celotno dogajanje v zraku je predstavljeno kot radarska slika na monitorju v kontroli letenja. Služba za kontrolo letenja sprejema nove podatke letov vsakih 30 minut. Vsak kontrolor je zadolžen za svoj sektor. Vsak sektor ima svoje radarsko področje glede na funkcijo oziroma fazo leta.



Slika 5: Razne faze kontrole prometa posameznega letala

3.4 PLAN LETENJA IN NAVIGACIJA

Plan letenja je navigacijski dokument, ki mora biti izdelan za vsak let posebej. Programiranje planiranega leta izvaja navigacijska služba prevoznika po planu, ki ga dobi od planske službe. S planiranjem leta začnemo več dni pred realizacijo po mednarodnem pravilniku planiranja. Plan leta vnesemo v navigacijski sistem. Postopki in tehnične procedure so faza samega pristopa k letenju predpisanega s predpisi in potekom. Sprogramirana mora biti smer in čas leta v koridorju, upoštevati je potrebno vse čase in zamike, od zagona motorja, časa dvigovanja letala do določene višine, dosega koridorja, spust in pristanek na določeni zemljepisni širini in dolžini za določeno letališče. Izračunati moramo porabo goriva z rezervo glede na čas leta in z vsemi nepredvidenimi dogodki. Celoten plan vnesejo v računalniški sistem letala FMS (flight management system), program ostane v letalskem sistemu

toliko časa, dokler se bo funkcionalno uporabljala letalska linija (redna linija, redni charter). Plani se delijo v dnevne, tedenske in sezonske, zaradi menjave letnega in zimskega časa.

Kadar imamo plan letenja v celoti izdelan, ga pošljemo operativnim in transportnim službam in vsem radarskim kontrolam, ki bodo nadzorovale ta let.

Vsak let ali serijo poletov je potrebno nujno napovedati državam, oziroma pristojnim letalskim organom, glede na predvideno letenje. Postopki in najave se razlikujejo glede na vrsto leta. Dovoljenje je mogoče dobiti že po nekaj urah, obstajajo pa države, ki zahtevajo najavo leta tudi 7 do 14 dni prej.

Teoretično in praktično se let začne odvijati že pet ur prej, pred realizacijo, zaradi procedur na letališču in v drugih službah. Operater pošlje podatke v obdelovalni center letov odhoda letala, kjer ga prepoznajo, ga potrdijo in izvedejo proceduro priprav uvajanja v promet, hkrati obvestijo vse komunikacijske centre in službe, ki bodo spremljale let, odhodno letališče, zračni koridor in namembno letališče in čakajo na potrditev sprejema. Tri ure pred poletom ima center letalo pod kontrolo, nadzira delo z njim in okoli njega. Procedure morajo potekati po planu in zaporedju, ki je časovno omejen. Na koncu seznanijo s podatki o letu in vremenu še posadko letala.

Še pred začetkom gibanja letala se vklopi vse elektronske naprave; FMS, v katerega se odtipka zaželen programirana linija in vse podatke potrebne za let v trenutnih okoliščinah. V sami FMS napravi je lahko shranjenih več letov. Po naknadni kontroli podatkov o letu vklopimo še transponder (odzivnik sledenja letala - kontrolor). To je naprava, ki sporoča kontroli poletov na radarju kodo leta, kodo letala, številko leta, in ko je v zraku, še višino, variacijo hitrosti, vektor smeri in čas. Vsako letalo ima svojo kodo, ta se na okoliščine leta med tem lahko spremeni, vidna je na zaslonu transponderja in na radarju zemeljske kontrole. Zahtevo o spremembi kode pošljejo z radarske kontrole. Največkrat zaradi nepodvajanja kod.

Transponder je samostojna naprava in ne povezuje posamezna področja leta, lahko pa je učinkovit pri izmenjavi podatkov med letali tekočega prometa. V trenutku, ko transponder začne delovati, na radarju letalo ni več samo zelena pika, ampak imamo predstavljen že natančen opis: letala, linije, lege na letališču. Pozicija letala je vidna že na tleh in ga radar spremlja od začetka gibanja po taksirni površini in po površinah za poletanje in v koridorju. To so bistveni postopki, da letalo dobi dovoljenje s kontrolnega stolpa za vzlet.

Najpozneje pol ure pred vzletom se pridobi dovoljenje od nadrejenih kontrol poleta za sprejem letala v predvidena območja. Posadka prejme podatke o številu potnikov, njihovi prtljagi, tovoru in teži, nato se izračuna skupno teža letala pri vzletu, ki jo uskladimo z ostalimi podatki. Vneseni podatki s programsko opremo izračunajo hitrost za dvig in let. Ko dobimo dovoljenje za let, se ob določenem času zaženejo motorji in prične se procedura vzletanja. Vzletanje traja toliko časa, dokler letalo ne pride na zahtevano višino, kjer vstopa v koridor. Nadaljuje let v koridorju. Vsi podatki, ki so vneseni v vodeni sistem leta, niso dejanski, glede na živo odvijanje prometa v zraku, ampak jih moramo sproti spreminjati in prilagajati v odvisnosti od dejavnikov prometa okoli letala.

Operativni del se od opisanega, to je vsakodnevnega, ne bo kaj dosti razlikoval, do uvedbe satelitsko nadzorovanega in vodenega leta. Razlika bo le v tem, da bo moral biti operater bolj natančen in vesten pri vnašanju podatkov v sistem, V primeru, da operater naredi napako pri vnašanju podatkov, ga sam sistem opozori na napako v proceduri. V smislu vestnosti, se bo moral operater letenja držati časov vnašanja podatkov glede začete procedure posameznega dela leta.

3.5 DEFINICIJA POLETA

Promet, še posebej zračni, je kompliciran organizacijski, ekonomski, tehnični, tehnološki in družbeni fenomen. Odvijanje zračnega prometa je dandanes že del narodnega gospodarstva, ki obvladuje prostorske razsežnosti posameznih panog, kot so: širitev trgovine, gospodarstva in povezovanja kultur na velike razdalje. Odkrito lahko rečemo, da je panoga gospodarskega prometa v globalnem nivoju dosegla povezavo sveta v "veliko vas".

Elementarno strukturo v zračnem transportnem prometu sestavljajo:

- letala kot transportna sredstva, s kompletno vzdrževalno logistiko;
- letališča z vso potrebno in razpoložljivo infrastrukturo, maneversko površino, svetlobno organizacijo, navigacijskimi napravami, potniški in tovorni terminali, cestni dostopi kot tudi kadri za sprejem in odpravo potnikov in tovora;
- naprave z vso opremo zračnih koridorjev, sredstev radijske zveze in objekti za kontrolo poletov.

Vsi procesi v tej panogi so zajeti in razvrščeni v posameznih fazah, ki si po vrstem redu sledijo: priprava, odprema, prevoz in sprejem.

V fazi zapuščanja letališkega območja mora letalo leteti po točno določeni poti in višinah, ki so vnesene v procedure. Med letom se lahko tolerira vektor smeri na sprotne okoliščine in se ga lahko popravlja za nekaj kotnih minut po sprotnih navodilih radarske kontrole. Let nadaljujemo preko GPS točk in radarskih postaj, le te pa so definirane s kodiranimi toni. Na kartah JEPPSON so ponazorjene GPS točke, na radarju pa z mednarodnim pet črkovnim normirnim sistemom. Zemeljske naprave merijo kodo letala, višino, čas ter smer, ki je vidna na radarju. Vsako letalo ima vgrajeni dve GPS odzivni napravi, če bi ena odpovedala. V skrajnih okoliščinah se leti navigacijsko in se uporablja magnetni kompas. Printer v kabini pošilja podatkovno bazo o letu, okoliščinah, daje sprotne podatke o letu in letalu, vremenu, v katerem leti, oziroma vanj prihaja. Potovalna hitrost reakcijskega potniškega letala glede na višino se giblje okoli 0,7 do 0,8 Macha, kar znaša okoli 700 do 850 km na uro. Poraba goriva v fazi križarjenja je okoli 1000 do 1500 kg /h po motorju, glede na vrsto in tip letala.

Vsako letalo lahko v fazi letenja (pilotiramo) upravljamo na tri načine:

- ročno (ga vodimo)
- polavtomatsko - upravljanje s sprotnim vnašanjem podatkov o letu in okoliščinah;
- podatkovno z vnaprej vnesenimi baznimi podatki parametrov od startne pozicije do pristanka.

Nivoji leta se merijo v čevljih (feet), čeprav merska enota ni standardna in je dovoljena v ISO standardnih.

Promet v koridorjih, ki poteka proti zahodu, so v parnih višinah (... 24.000, 26000 do 28000 feet). Letala, ki letijo v nasprotno smer, so koridorji v neparnih nivojih (... 25.000, 27.000, 29.000 feet).

To je način varnega ločevanja letal in s tem preprečujemo nevarna približevanja. V kolikor potekajo linije nad nivojem FL290, to je 29.000 feet, se mednivojska razdalja poveča na 2000 čevljev, zaradi zmanjšane gostote zraka in natančnosti podatkov. Pretežni del horizontalnega letenja letala posadka vzdržuje s pomočjo avtopilotske naprave, ki že z v naprej določenimi elementi letenja vzdržuje smer in višino v koridorju. Med letom pa lahko spreminjamo višino letala s soglasjem in navodili kontrole letenja in radijskih signalov, oziroma zemeljskih navigacijskih naprav. Podatki, ki so potrebni posadki za upravljanje letala, so vpisani v Jeppsen navigacijskih zemljevidih. Po potrebi in z dovoljenjem zemeljske kontrole prometa lahko letimo tudi izven koridorja.

V ZDA in Evropi in v drugih letalsko razvitih področjih zračni prostor nadzirajo s primarnimi in sekundarnimi radarji. Vsi pogovori med letalom in kontrolo letenja so v angleščini, ki dovoljuje uporabo letalske terminologije, vsa letala, ki se nahajajo v določenem območju, poslušajo pogovore o poziciji in elementih poleta. S tem dosežemo, da se na nehoti pojavljeno napako odzove posadka ostalih letal in opozori na morebitno napako. Vse pogovore na posameznih območjih radarske kontrole postaje snemajo.

V bližini destinacijskega letališča posadka zaprosi pristojne kontrole za pristanek. S spuščanjem se prične zmanjševanje hitrosti in faza pristajanja. Medtem posadka preračuna težo letala in izvede procedure konfiguracije pristanka glede na tip in določbe letališča. Sprejema podatke o vremenu, okoliškem prometu v zraku, vertikalni in horizontalni vidljivosti, pritisku in stanju vzletno-pristajalne steze. Ponavadi višinomer ob dotiku pristajalne steze kaže nadmorsko višino, sicer ga je možno predhodno nastaviti na ničlo.

Veliko letališč je danes opremljenih s sodobnimi navigacijskimi napravami za avtomatski pristanek, to je sistem ILS (Instrumental Landing Sistem). Sistem je vedno v uporabi, koristen pa je v slabih vremenskih pogojih in ponoči. Omogoča slepo avtomatsko pristajanje. Hitrost letala je odvisna od pogojev pristanka, tipa letala in letališke pristajalne steze, giblje se od 300 km/h do 200 km/h v fazi dotika tal. Radijski signali z zemeljskih navigacijskih naprav vodijo letalo v smeri vzletno-pristajalne steze, določene za pristajanja letala, ki je okoli 3 stopinje naklona v cono dotika VPS. Zaviranje letala na VPS izvajamo istočasno z zračnimi zavorami, zavorami na kolesih in s pomočjo pogonskega motorja. Letališka kontrola sporoča podatke posadki, daje navodila o poti letala od VPS pozicije do pozicije parkiranja, oziroma do ugasnitve motorjev.



Slika 6: Usmerjeni žarek radijske navigacije pri pristajanju letala

Kadar je predvideno instrumentalno pristajanje je najvažnejši podatek vidnost vzdolž VSP in vertikalna vidljivost. Čeprav imajo letališča in letala vgrajeno sodobno opremo, pristajanje pri vidljivosti nič, ni dovoljeno. Zahteva se minimalni vidni odstotek pri dotiku. Zato mednarodna organizacija ICAO standardno kategorizira minimume za pristajanje s pomočjo sistema ILS.

ILS CAT I, min. horizontalna vidnost 800m, vertikalna vidnost 60m;

ILS CAT II, min horizontalna vidnost 400m, vertikalna vidnost 30 m;

ILS CAT III, je razdeljena v tri skupine;

ILS sistem	horizontalna vidnost	vertikalna vidnost
CAT III A	200 m	15/0 m
CAT III B	50 m	0 m
CAT III C	0 m	0 m

Tabela 1: ILS tabela (Tabela 1)

Večina letališč v svetu je opremljenih z ILS sistemom kategorije I, z zahtevanimi potrebami 800/60 m, kvalitetna letališča so opremljena z ILS CAT II, nekaj jih že uporablja ILS CAT III A. Sistem ILS CAT III C še ni dosežen, bo pa morda s satelitsko navigacijo.

Minimalni pogoji pri vzletu letal morajo izpolnjevati med 200 in 400 m vzdolžne vidnosti VPS, kar pa je odvisno od opreme letala in letališča.

Potniška letala so opremljena z radijskimi postajami za komunikacijo zrak - zrak in zrak – zemlja, oziroma s kontrolami letenja. Vsako letalo ima tri VHF postaje in eno HF postajo, kar omogoča pogovor med posadko in s kontrolami letenja se snema na magnetofonski trak (voice recorder). Letalo ima tudi razglasni sistem za objave in obvestila potnikom, ki ga uporablja posadka letala v kabinskem ali potniškem delu letala.

Za vodenje letala v zračnem prostoru uporabljamo še naslednje navigacijske naprave:

- ADF (Automatic Direction Finder),
- VOR (very high frequency Omni directional Range),
- DME (Distance Measuring Equipment),

- ILS (Instrumental landing Service),
- IRS (Intertial Reference System).

Vse navedene naprave v letalu so dvojne in so v dosegu pilota in kopilota, v novejših izvedbah letal so vsi kazalci navigacijskih naprav integrirani na barvnih zaslonih. V letalu je tudi vremenski radar. V nosu letala je pod plastično kupolo vrtljiva antena – radar, ki zaznava nevihtne oblake, ki so nevarni zaradi možnih poškodb ali turbolenc in se tako se lažje izogiba nevihtnim območjem.

Do sedaj je z zakonom prepovedano leteti z uporabo satelitsko navigacijskih naprav, ker zato še ni izdan mednarodni certifikat, letenje je predvideno v letu 2010.

Zaradi poskusnega uvajanja tehnologije lahko priletimo v mrtvo območje in v trenutku ostanemo brez nujnih podatkov. Predvideni so možni kratkotrajni izpadi zaradi uvajanja novih parametrov, zaradi kalibracije in usklajevanja povezovanja med ostalimi sateliti in satelitskimi sistemi. Sistem lahko sporoča netočne podatke. Ko bo sistem v polni meri pripravljen in s certifikati ratificiran bo deloval v metrskem sistemu po celem svetu skupaj z vsemi ostalimi sistemi. V evropskem zračnem prostoru bo deloval sistem Galileo, ki bo usklajen z ostalimi sistemi. Dosedanja tehnologija v letalu omogoča nadgradnjo dodatnih aparatov za vodenje letala pod satelitskim nadzorom.

3.6 ZDRUŽEVANJE SISTEMOV NA ZEMLJI IN V ZRAKU

Nadzorni in kontrolni nadstandardni sistemi so lahko zelo učinkoviti v vseh vremenskih pogojih za zagotavljanje najvišje ravni varnosti premikov letal na tleh. Že danes ga uporabljajo na letališčih, kjer je gostejši letalski promet z različnimi radarskimi sistemi, kot so radarji za zemeljski nadzor in zračni nadzor.

Taka povečana operativna učinkovitost ima tudi koristi za okolje. Tehnologije, kot so naprave za radiofrekvenčno identifikacijo, ki povečujejo notranjo logistično učinkovitost letališč, prispevajo tudi k premagovanju preobremenjenosti. Na preobremenjenih letališčih ima lahko vsaka zamuda pri odhodih resne posledice za načrtovanje slotov in letov.

3.7 EUROCONTROL

Eurocontrol je Evropska organizacija, ki skrbi za varno navigacijo v zračnem letalskem prometu in za letalski promet v Evropi. Ustanovili so jo leta 1963 na pobudo šestih članic mednarodnih organizacij civilnega in vojaškega zračnega prometa, danes šteje 38 držav članic Evrope. Glavni namen je poenotiti letalski promet na enotnem evropskem nebu, ga poenostaviti, povečati varnost, racionalizirati koridorje in pretok letal v zraku, stremi k zmanjšanju stroškov prevoznikov in letališč. Ob tem pa sproti razvija tehnologijo prometa. Redno izdaja informacije o tekočih dogodkih letalskem prometu, prevoznikih in letališčih. Ob tem pa izdaja še strokovno publikacijo, izvaja skrbništva, vzpostavlja stike, pripravlja razne projekte in razčlenjuje probleme letalskega prometa. Razvija nove tehnološke rešitve v fazi navigacijskega vodenja in širjenja prometne tehnologije.

Glavni cilji so:

1. organizirati hiter in direkten dostop do letališča iz mesta z enotno vozovnico (cenejši prevoz), povečati razpon nalog zaposlenih v procedurah in jih ob tem poenostaviti,
2. zmanjšati promet na cestah, izgube časa pri vožnji iz mesta do letališča in iskanje parkirnega prostora na letališču (velik prihranek na času),
3. povečati izkoriščenost prostora in obvladati racionalnost pri potrošnji energije in ekološki doprinos v zraku in na tleh.

Glede na gostoto prometa v zraku nastajajo zamude, ki so neizbežne zaradi varnosti prometa v zraku. Za varnost skrbi letalska kontrola letov in jih skuša čim bolj skrajšati na optimum 1 minute na posamezen let v poletnem času. V času začetka poletnih mesecev 2007 Evropa zazna največje število letov do sedaj. Od tistega časa je letalski promet narasel za 5,3 % letno. Evropsko nebo prekriva vsak dan 26000 letov. Maksimalno število preletov v delovnih dneh lahko naraste v enem dnevu do 33000 letov (vir: SITA).

Najhujša zasedenost neba nad Evropo je bila 33.506 letov, in sicer v petek 31. avgusta leta 2007. V obdobju maj–avgust 2007 je bilo pridelanih linijskih zamud 17 % več kot v istem obdobju lani, zamuda je bila z 1.6 minute na 1.8 minute (Vir: SITA). V to pa nismo všteli vremenske razmere in izrednih dogodkov. Povprečna statistična zamuda je 1,4 minute. Zamud glede vremenskih razmer in izrednih dogodkov okrog letališč in prererutacij je bilo v letu 2007 v primerjavi z ostalimi zamudami le 30 %. Na lokalni ravni evropskega letalskega zračnega prostora so predvidene še ne uporabljene kapacitete, ki jih bo možno razširiti in dopolniti. Po določeni statistiki sedaj kapacitete rastejo za 3,7 %, promet narašča 5.1 %, sorazmerni stroški se večajo za 1,5 % (vir: SITA).

Potnike bomo usmerili na uporabo novih prometnih sredstev, jim pokazali prednosti in koristi le-teh. Hkrati jim bo potrebno predstaviti navodila nove tehnologije.

Obstaja potreba po učinkovitih med seboj povezanih infrastrukturah in izboljšanju razčlenitve različnih vrst prevoza za dostop do letališča. Komisija bo za spodbujanje širitve prometnih kapacitet posvetila več pozornosti in izbiro različnih finančnih virov.

3.8 BELA KNJIGA

To je uradni strateški dokument EU, ki združuje posamezne akte raznih institucij. Bistvene institucije razpolagajo tudi z enotnim dokumentom informacij. S svojo lastno komisijo vodijo in planirajo, določujejo standarde, ki racionalizirajo promet na vseh področjih. V Beli knjigi najdemo izboljšanje uporabe obstoječe infrastrukture in tehnološkega razvoja v letalskem prometu. Belo knjigo so sprejeli 7. maja 2008.

Bela knjiga obsega ukrepe do leta 2010, in sicer za zmanjšanje negativnih učinkov na okolje, ki jih ima hitra rast letalskega prometa. Bistvo dokumenta je izboljšati uporabo obstoječe infrastrukture, spodbujati uporabo tehnološkega razvoja, izboljšati varnost in učinkovitost ter po potrebi izboljšati načrtovani okvir nove infrastrukture. Bela knjiga opozarja na preobremenjenost letališč, ki povzročajo

zamude v letalskem prevozu. Zato so se odločili za uvedbo enotnega satelitskega nadzora nad enotnim evropskim nebom.

V moderni družbi je povezanost podlaga za gospodarsko konkurenčnost, socialno in regionalno kohezijo in kulturni razvoj. Zato naraščajoče povpraševanje po zračnem prevozu ni samo posledica gospodarskih in tržnih potreb globalizacije, ampak tudi razvijajočih se družbenih in kulturnih potreb.

V Beli knjigi najdemo poenoten način vodenja letal v evropskem prostoru in gospodarsko politiko letalskega prometa z enotnim sistemom nadzora in vodenja. Po vzpostavitvi enotnega zračnega prostora, se bo komisija morala začeti ukvarjati s poenotenjem infrastrukture letališč. Zmogljivost letališč ne bo mogla zadostiti gostoti prometa, obstaja nevarnost, da postanejo najbolj omejevalen dejavnik v zračnem prevozu, posledice lahko ogrožajo učinkovitost celotne verige zračnega prevoza. Uspešen razvoj zračnega prometa vpliva tudi na razvoj gospodarstva.

Letališča imajo velik gospodarski pomen za okolico, tako lokalno kot globalno. Medtem ko upravljavci evropskih letališč neposredno zaposlujejo približno 120 000 delavcev, ki opravljajo storitve za 580 milijonov potnikov na leto. 1,1 milijon ljudi je zaposlenih pri letalskih prevoznikih, družbah za vzdrževanje, pripravo in dostavo hrane, maloprodajo in kontrolo zračnega prometa. (Vir SITA prometna statistika letalskega prometa v letu 2007).

Za prevoz milijona potnikov je potrebno odpreti 925 delovnih mest. Bližina večjega letališča neposredno vpliva na 31 % gospodarskih družb. Ta vpliv pa se pozna tudi pri zavarovalniških in bančnih storitvah (Vir SITA).

Večja letališča po Evropi se soočajo s preobremenitvijo prometa, potnikov in tovora, če ne pride do izopolnitve letališke infrastrukture, predvidevamo, da leta 2025 šestdeset evropskih letališč ne bo sposobnih izpolnjevati svojih obveznosti. Uredba predvideva spremenjeno zakonodajo najkasneje do junija 2012. Evropska komisija ocenjuje, da bi z enotnim sistemom vodenja letal, od vzleta do pristanka, letne emisije ogljikovega dioksida znižali za 7 do 12 odstotkov, zmanjšali bi porabo goriva in tako prihranili letalskim družbam dve do tri milijarde evrov.

Letališča morajo izpolnjevati določbe evropske zakonodaje, infrastrukture, opreme, upravljanja in okolice letališč, za izvajanje dejavnosti bodo morala pridobiti ustrezne certifikate in dovoljenja nacionalnih organov, EASA pa je pristojna za inšpekcijski nadzor. Izjeme pri tem bodo mala letališča s stezami krajšimi od 800 metrov in vojaška letališča. Države pa bodo izjemo lahko uveljavljale tudi za letališča z manj kot 10.000 potniki letnega prometa.

3.9 OKOLJSKE ZMOGLJIVOSTI LETALIŠČ

Države članice morajo ustrezno upoštevati določbe Direktive o hrupu okolja do leta 2009.

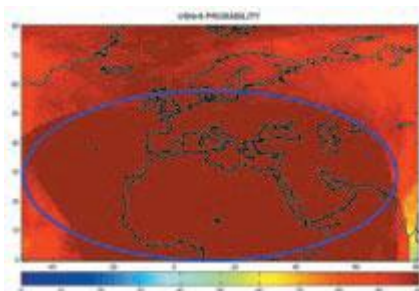
Le nekaj držav EU ima dolgoročne urbanistične načrte za ureditev okolice letališč, vključno z omejitvami hrupa, od tega le polovica držav članic upošteva novi program za vzpostavitev globalne satelitske navigacije. Predpostavljamo, da bi ta infrastruktura na ostalih letališčih bila lahko vzpostavljena v obdobju petih let in v skladu z ustrežno okoljsko zakonodajo. V tem času pa bi uvajali nove tehnologije za vodenje in nadzor premikov letal na tleh.

4 PREHOD TEHNOLOGIJE V ZEMELJSKO-SATELITSKI NADZOR

Letalski prevozniki v Evropi in svetu želijo ohraniti pomoč pri razvoju organizacijskega, komercialno tehnično operacijskega nivoja, ga prilagajati in spremeniti tehnologijo. Glede na potrebe razvoja prometa v zraku je cilj biti cenovno dostopen razvijalcem tehnologije, letalski industriji in biti komercialno prilagodljiv pri uslugah.

Vpeljava satelitskega sistema letalskega prometa, ki bo pod satelitskim nadzorom, se imenuje Galileo, in ga vzpostavlja EU. Galileo je koristen ne le za letalski promet, uporaben bo tudi na morju in kopnem, omogočil bo nadaljnjo varno širitev letalskega prometa vsaj za 25 let.

Poleg tehnično dovršene tehnologije letal prehajamo v okoljsko področje in prostorsko ureditev letalskega prometa. Naše nebo postaja predmet hitrega porasta števila letov v določenem časovnem obdobju glede na prostor. Zaradi zgostitve zračnega prometa je potreba po vedno boljši navigacijski tehnologiji. Zaradi vse težjega dohajanja naraščajočega prometa se tehnologija sproti razvija in dopolnjuje, indikatorji pa kažejo, da če bo šlo tako naprej, lahko vse skupaj zataji. To zahteva zajamčena finančna sredstva s strani državnih proračunov in s strani zasebnega financiranja razvojnih partnerjev. Veje posameznih panog so specializirale svojo dejavnost v smislu komercializiranja in predvidevanja, načrtovanja, planiranja in izdelavo načinov financiranja sistemov. Navigacijske sisteme je potrebno stalno prilagajati ne samo s tehnološko izpopolnjenostjo, temveč tudi na način uporabe, varnosti, šolanja kadra, tehničnega vzdrževanja in nadgradnje, kvaliteto delovanja, vzpostaviti vzdrževalno službo in sodelovati pri potrebnih spremembah. V tem krogu razvoja letalskega prometa danes sodeluje 65 držav z željo poenotenja in varnosti prometa v zraku.



Slika 7: Skica prikazuje dejansko 100% pokritost

4.1 VARNO VODENJE LETAL S SISTEMOM EGNOS

Navigation Department at the European Space Agency je organizacija, ki skrbi za letalski promet, ga vodi, planira in širi svoje kapacitete in skrbi, da je letenje varno, kakor tudi vzletanje in pristajanje v vseh vremenskih pogojih in nepredvidenih dogodkih.

Tehnologija se razvija, širi nove sisteme in orodja, prilagaja ostalim sistemom in različnim formatom. Razvoj narekuje raziskave trga in materialov, skrbi za organizacijo sprotnih izobraževanj in usposabljanj. Nadzoruje izkoriščenost naprav, racionalnost in potek porabe sredstev v obojestransko korist.

4.2 RAZVOJ SATELITSKE NAVIGACIJE

Glede na naraščajoč promet je bilo potrebno začeti razmišljati o razvijanju strategije in razvijanju letalskega prometa. Snovati je potrebno nov sistem, ki bi bil nadgradljiv z že obstoječim sistemom letenja. Glede na porast prometa v prvih desetih letih po drugi svetovni vojni je le ta linearno naraščal, zadnjih 30 let pa narašča po številu letov, prepeljanih potnikov, tovora in številu letalskih operatorjev. Nastalo situacijo so začeli preučevati leta 1983. Ustanovili so posebno združenje za načrtovanje bodočega navigacijskega sistema, ki deli nadzor na posamezne segmente.



Slika 8: Skica nosilne rakete Ariane in v prerezu eden izmed satelitov sistema Galileo



Slika 9: Start rakete Ariana s satelitom Galileo

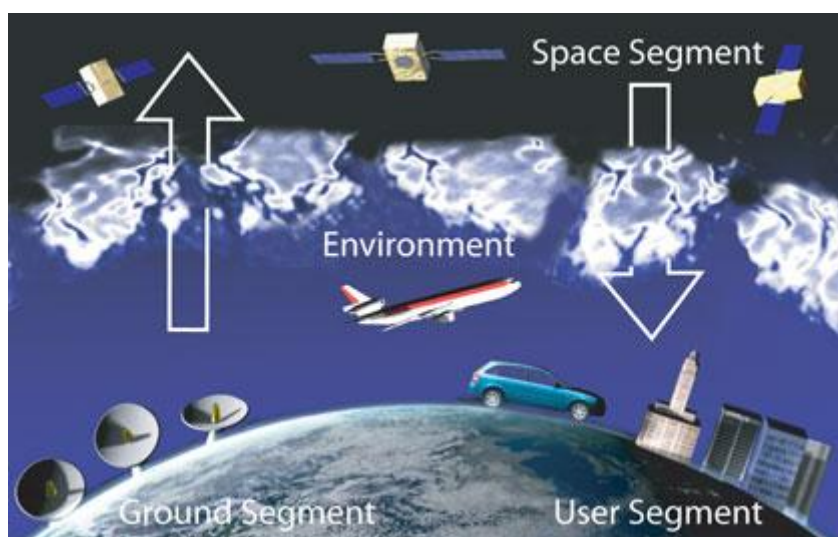
Zračni oziroma satelitski sistem, ki zajema segment Galileo in GPS, ta analizira podatke navigacije, prve in druge stopnje podatkov.

Zemeljski segment (ground segment) je predviden za analiziranje podatkov postaj na določenih lokacijah, ki jih posredujejo sateliti na Zemljo.

Letala v zraku sprejemajo podatke in jih spremenijo v podatke za varen let.

V juliju 1989 je nastopila prva faza, projektiranje uporabe sistema satelitskega nadzora na vseh ravneh (v zraku, na morju in kopnem).

V oktobru 1993 nastopi druga faza, preizkus sistema z obstoječimi napravami, ki jih je že razvijala vojska. Sistem se obnese, vendar ga je bilo potrebno nadgraditi za razne civilne namene. Združenje FANS si je zadala nalogo razviti in vzpostaviti sistem v naslednjih letih.



Slika 10: Osnovni prikaz medsebojne segmentne povezanosti



Slika 11: Bodoči navigacijski centri po Evropi FANS

Leta 1998 je bila ustanovljena komisija Air Navigation Commission (ANC), ki je uzakonila sistema proceduralnih informacij in navigacije, s smernicami pa predpisala dovoljena odstopanja. O načrtovanem sistemu so govorili le kot o viziji, saj takratna tehnologija predvidenega sistema še ni mogla razviti, vendar tehnologija je že bila v pravi smeri razvoja. Zamisel in razvoj sistema so potrdili leta 2002.

Na meddržavni konferenci Air Navigation Commission (ANC), od 28. septembra do 8. oktobra 2004, so sistem o avio navigaciji tudi potrdili in ga uzakonili. Od takrat naprej je glavni poudarek na tehničnem razvoju elektronske navigacije. Tehnologijo, ki se je razvijala v vojaške namene, je bilo potrebno izboljšati, razširiti, jo uporabno poenostaviti in približati široki civilni uporabi. Sistem je bilo potrebno preizkusiti in dokazati, da je varen. Zasnovan razvoj tehnologije je bilo potrebno prilagoditi za boljše planiranje in razvoju dati smisel. Na konferenci v Montrealu, oktobra 2003, dobi sistem smiselno vlogo in pomen na lokalni, nacionalni in mednarodni ravni.

Smer nadgradnje nadaljnjega razvoja navigacije z minimalnimi stroški je vpeljana. Leta 2004 se je pričelo že poenoteno usklajevanje geografskih načrtov in jih prilagoditi za praktično uporabo v elektronskem smislu. Določena je bila industrijska standardizacija naprav, ki se bo uporabljala na zemlji, v vesolju in letalskem prometu. Rezultati so narekovali uveljavo sistema. Predstavljene so bile dobre strani sistema, kot tudi varnost v zraku.

Z uporabo sistema znižamo stroške investiranja in vzdrževanja, potniku prihranimo čas, usluge dvignemo na visoko raven, pospešimo prestrukturiranje elektronske industrije in razvoj. Tako nastanejo dodatne možnosti razvoja, ki stimulirajo industrijo in povečajo tehnološki razvoj v smislu racionalizacije stroškov, prometa, uporabe zračnega prostora, procedur, operativnosti, planiranja, šolanja, tehnologije in izboljšave kvalitete dela. Tehnologija bo zahtevala popolno izkoriščenost sistema pri tekočem obratovanju in razvoju. Za popoln izkoristek sistema predvidevamo petletno takojšnje šolanje kadrov. Ob prehodu na nov sistem oba sistema delujeta paralelno in ločeno. Potrebno bo zaposliti popolnoma svež kader, ki se bo sproti izpopolnjeval, strokovnjaki pa se bodo izpopolnjevali na delovnem mestu.

Satelitski sistem predvideva navigacijske in pozicijske funkcije za civilno aviacijo, potrebuje pa še dodatne med seboj povezane podsisteme, ki so potrebni za nemoteno delovanje in morajo biti kompatibilni z ostalimi že obstoječimi sistemi.

Globalni pozicijski sistem so začeli uporabljati že leta 1984. Ta sistem deluje v pisni in besedni obliki. Tako nastane informacijska mreža, ki je povezana s centralnim dispečarskim centrom, satelitskimi sprejemno oddajnimi sistemi in postajami za letalski, kopenski in pomorski sistem.

4.3 RAZVOJNI PROJEKTI SISTEMOV ZA NAVIGACIJO PROMETA

Projekti, ki so nastali v zadnjih štirih letih, so MAKROLAB, projekt 178 degrees East – Another Ocean Region, ki je bil narejen leta 1997 v Avstraliji, TRUST-SYSTEM 15, uresničen letos v P.S.1 v New Yorku. Uporabljen in posnet z enega izmed komunikacijskih kanalov satelita Galaxy nad Ameriko, kanala, ki ga za svoje interne komunikacije uporablja korporacija PARAMAX, izdelovalka bojnih ladij in elektronske opreme zanje. Zadnji evropski satelitski sistem je Galileo, ki je že razvit in ga uvajajo. Bo polno izkoriščen in bo dobil certifikat javne uporabe takrat, kadar bo v sklopu z ostalimi svetovnimi sistemi. Dokler je v svetu več uporabnih sistemov, med seboj pa še niso usklajeni in preizkušeni, jih je prepovedano uporabljati v javnem potniškem letalskem prometu.

MAKROLAB

Prvi projekt (v nadaljevanju ML), je projekt, ki naj bi trajal deset let. To je obdobje, v katerem se lahko marsikaj zgodi in spremeni in zato morebitna strategija, ki jo ML uporablja kot osnovni princip, ne bo več tako prodorna in primerna.

INMARSAT

je drugi projekt, imenuje se 178 degrees East – Another Ocean Region, poimenovanje pa nakazuje položaj satelita iz konstelacije INMARSAT nad Tihim oceanom, ki je s svojim telekomunikacijskim sistemom del celotnega projekta.

Sistem TRUST

je tretji projekt, imenuje se TRUST-SYSTEM 15, tactical radio unified system transport (enotni sistem za prevoz-prenos taktičnega radia) in je bil zasnovan leta 1995, šele letos pa je dobil zelo praktične razsežnosti zaradi politične avtonomnosti. Osnove strateškega delovanja so neposredni povzetki iz sodobne ameriške vojaške doktrine, komande, kontrole in komunikacij.

Sistem GLONASS – ameriški sistem GPS

Vojska ga je začela razvijati za svoje namene in istočasno svoje neizrabljene kapacitete odstopila za civilne potrebe. Načrtovan in predviden GPS sistem sestavlja 24 satelitov v šestih različnih orbitah v medsebojni krožni oddaljenosti 10.900Nm, oziroma 20.200 km in pod kotom 55 stopinj nagnjen proti ekvatorju. Vsak satelit opravi krožnico v 12. urah. Tridimenzionalno orientacijo in določeno pozicijo, ki je 99,75-odstotno natančna, imamo lahko, kadar hkrati sprejemamo štiri satelite. Zemeljski kontrolni sistem temelji na petih kontrolnih povezavah. Kontrolne povezave so povezane z vsemi vidnimi sateliti, ki stalno oddajajo podatke sprejemov in oddajanj na svoji orbiti. Centralna kontrolna postaja na zemlji pa signal spremeni v 3D sistem. Ta sistem se od ostalih obstoječih razlikuje, kompatibilen je z ruskim, japonskim in evropskim sistemom, vendar še ni dokončno razvit.

Ruski sistem GLONASS

se od ameriškega sistema razlikuje v tem, da je 24 satelitov na drugi višini, točneje na višini 10.900 km, orbitalni čas satelita je 11 ur in 15 minut. Po osem satelitov se nahaja v eni orbiti (tri orbite) pod kotom ekvatorja 64,8 stopinje, v oddaljenosti 120 kotnih stopinj. Sateliti oddajajo v dveh frekvencah in dveh binarnih sistemih, frekvenca je 50 bitov v sekundi. Celoten sistem naj bi bil namenjen širokemu evropskemu pasu izven sistema evropske skupnosti in jamči varno pozicioniranje. Razvojni proces izvira iz vojaške strategije z možno nadgradnjo civilnega letalstva in komercialno telekomunikacijo. Je samostojno razvijan v smislu civilnega letalskega prometa, ki se razvojno opira na sistem Galileo. To je edini sistem navigacije, ki deluje na več kot eni frekvenci. Sistem je bil priznan in standardiziran leta 1990, kot ne ICAO Standard. Patronat nad celotnim sistemom GLONASS pa ima rusko obrambno ministrstvo s sedežem v Moskvi.

Japonski sistem

Japonska kot potencialna partnerica razvoja zagovarja ameriški GPS sistem ga z dopolnitvami nadgrajuje in ponuja strateškemu trgu, ki je vedno bližje centralnemu evropskemu sistemu Galileo.

Evropski sistem Galileo

To je prvi sistem, ki ga razvija in financira Evropski parlament. Izključno za civilni potniški promet in gospodarstvo v vseh panogah. To je sistem GPS, ki je natančen, najbolj izpopolnjen in nadgradljiv svetovni navigacijski sistem. Poskusno se že uvaja v Scengenskem zračnem teritoriju, nameravajo ga še izpopolniti in vklopiti v redno uporabo civilnega letalstva v letu 2012. Sistem je že sedaj skoraj dokončno

uporabno razvit in že poskusno uporabljen. Uporabljajo ga letalski prevozniki rednih linij, ki že imajo v novih letalih vgrajene GPS navigacijske naprave. To je sistem, ki razpolaga z različnimi stopnjami uporabe, dva ali več signalov iz vesolja. Obstaja več različnih sprejemnikov ali pametnih kartic za večstopenjsko uporabo.

Stopnja 1: GPS-sistem je namenjen širokemu trgu za javno porabo, ki zajema grob sprejem vseh obstoječih civilni sistemov, kot je ameriški GPS sistem, ruski GLONASS civilni sistem in evropski Galileo.

Stopnja 2: to je nadzorovan in kontroliran način uporabe naročnikov infrastrukture v pomorstvu, zemeljskem prometu, telekomunikacijah in seveda varnosti.

Stopnja 3: je nadgrajeni sistem komunikacije naročniške uporabe, ki pokriva prva dva sistema. To je sistem z možnostjo 3D-operacij v prostoru, namenjen je predvsem za prostorsko navigacijski sprejemno-oddajni sistem različnih frekvenc, ki ga uporabljajo predvsem letalski prevozniki. Sprejemniki le-teh delujejo na satelitski radijski navigaciji, podobno kot navigacijski nadzor v cestnem prometu, ki so ga povzele države Evropske skupnosti. GPS in navigacijske naprave bosta skupaj z medsebojnim dogovorom dopolnjevali proizvajalci letal (AIRBUS, BOMBARDIER ...) in proizvajalci elektronske opreme. Prevoznik sam jo bo moral kupiti in po predpisih in navodilih obeh vgraditi v posamezno letalo. Ugrajevanje sistema bo posameznim prevoznikom povzročil velik izpad ur letenja, zaradi kompliciranosti in zasnove montaže v odvisnosti od letnika in tipa letala. Načeloma naj se bi vgradnja naprav odvijala v času rednih pregledov letal, ki jih predvideva proizvajalec zaradi čim manjšega izpada iz prometa.

Indijski sistem

Indijska vlada se je pridružila sodelovanju s področno nadzornim in navigacijskim sistemom imenovan Gagan. Nastal je v sodelovanju z notranjo upravo nadzora in državnimi letališkimi oblastmi. Uporabljena tehnologija je kompatibilna z ostalimi svetovnimi ponudniki, ki že obratujejo, oziroma so v fazi finalizacije, računajo, da bo sistem operacijsko sposoben in uporaben do leta 2011.

Sistem bo usklajen z ostalimi v sistemu in bo pokrival teritorij oceanskega področja prek lastnega zemeljskega komunikacijskega centra.

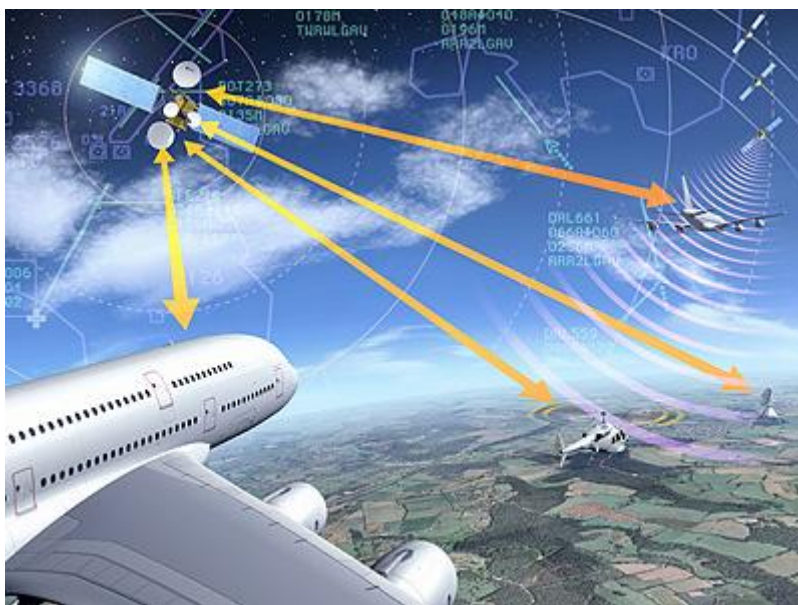
To je faza indijske G-Sat-4 tehnologije, ki je prilagojena navigacijskemu sistemu Gagan. Celoten sistem je pod nadzorom in vodenjem ministrstva za civilni letalski promet. Geo sinhronski satelit bodo poslali v krožnico že obstoječih satelitov leta 2009.

CROIT satelitski sistem

Preučevanje Sonca s pomočjo seizmološke tehnologije sproži novo ero pridobivanja podatkov o notranjosti Sonca. Satelitski sistem Croit je prvi praktično uporabil to tehnologijo. Z njim so odkrili globalne vibracije Sonca in pojave izmeničnih delovanj na površju kot spremenljivo svetlobo in s tem tudi pospešeno sevanje energije v prostranstvo. Evropski inštitut European Space Research and Technology Centre (ESTEC) je predstavil prva odkritja in rezultate, kako lahko vplivajo spremembe elektro magnetne energije na Soncu, ki učinkujejo na elektronske komunikacijske naprave na Zemlji in v zraku.

4.4 STRUKTURA POTEKA SATELITSKE NAVIGACIJE

Sistem Galileo Ground Control System je sestavljen iz centralnega dela na Zemlji, centra (NSCC) Navigation System Control Center, globalne mreže kontrolnih postaj. Nadzira višino satelitov v orbiti in jih medsebojno usklajuje, ti pa oddajajo navigacijske in meteorološke podatke v glavni center, kontrolirajo telemetrijo, medsebojne zveze sinhronizacijo med seboj in danimi podatki. Nadzorni center izračunava geografsko lego satelitov, napaja s podatki in časovnimi signali lokalne ure v orbitalnih instrumentih (signal in-space accuracy).



Slika 12: Shematski prikaz povezave letenja z uporabo satelitskega nadzora

4.5 PLANIRANJE SATELITSKE NAVIGACIJE

Nov način planiranja letov, ki bo voden s pomočjo satelitske navigacije, se bo razlikoval od dosedanjega. Planer bo moral biti pravočasno izšolan, pri delu bo moral upoštevati nove predpise, pravila in zakone, ki so nastali z vpeljavo novega sistema. Upoštevati bo moral:

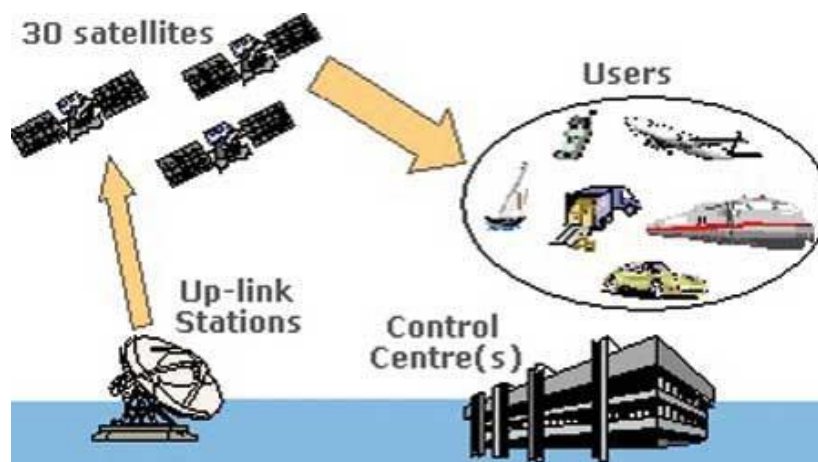
1. fleksibilno in racionalno porabo zračnega prostora,
2. zmanjšanje vertikalne ločitve na minimum,
3. harmonizacijo nivojskega sistema,
4. razporeditev v razrede zračnega prostora,
5. določitev enotne navigacije,
6. uskladitev pretoka prometa v zraku,
7. dinamično določanje zračnih poti,
8. vzajemno sodelovanje v zračnem prostoru,
9. reševanje kritičnih situacij,
10. usklajevanje terminalov,
11. usklajevanje zemeljskih naprav,
12. funkcijsko usklajevanje zračnega prometa z zemeljsko operativo,

13. reorganizacijo zemeljske operative in handlinga,
14. vzletno pristajalne funkcije,
15. operativno kapaciteto,
16. odločitev uporabe sistema,
17. pretvorniške naprave,
18. letalske informacije,
19. meteorološke informacije,
20. navigacijski sistem,
21. komunikacijsko infrastrukturo,
22. letalsko radiofonijo,
23. varnost potnikov.

Izboljšati bodo morali dinamiko in uporabo zračnega prostora z združevanjem vojaških in civilnih koridorjev. Pripraviti morajo elaborat letenja z možnostjo stalnega prilagajanja in sprememb na zožitev koridorjev, saj se s tem dobi več razpoložljivega prostora v nivojskem letenju v primeru kritičnih situacij. Zoženje in ločitve vertikalnih zračnih koridorjev je 300 m s 600 m. S tem nastane šest prilagodljivo uporabnih nivojev, ki so določeni s standardi uporabe.

Horizontalno letenje je potrebno poenotiti v metrske enote, ga prilagoditi z vertikalnim sistemom določanja nivojev po celotni zemeljski površini. S tem je potrebno poenotiti in kalibrirati vse navigacijske naprave v letalih in jih tako standardizirati. Glede standardizirane uporabe enotne tehnologije na posameznih celinah se izboljša navigacijsko enotnost in večjo varnost v zraku.

Razporeditev in kvalifikacija posameznih koridorjev bo pripomogla k boljšemu vpogledu v promet, pretok, razvrščanje in racionalno uporabo prostora, ločili se bodo komercialni od tovornih in rednih letov. Standardi bodo določali prednost in spremenljivost prometnega pretoka v koridorjih. Reševanje kritičnih situacij v zraku se bo izboljšalo z operativnim nadzorom informacij, ki jih sprejema posamezno letalo v teritoriju koridorja letenja, od vstopa do točke iztopa iz koridorja. Na novo bo potrebno uskladiti in uzakoniti zračni promet z zemeljsko operativno.



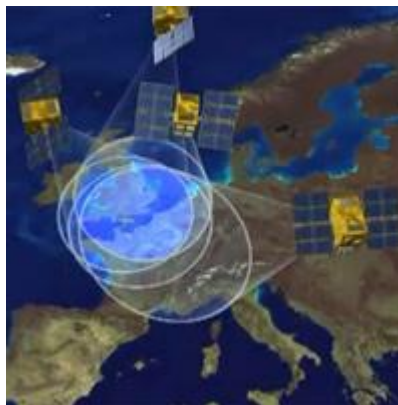
Slika 13: Shematski prikaz povezanosti in spekter uporabe

4.6 SATELITSKI SISTEMI

Da bo vse tako, kot je predvideno, bodo morala letališča po celi Evropi narediti korenite posege v svojo letalsko prometno infrastrukturo. To zajema vsa področja procedur letenja in letalskega prometa.

V civilnem prometu se je najprej uveljavil ameriški sistem, ker je razvojno cenejši, enostavnejši in lažje nadgradljiv. Poskusno so ga posamezni avio prevozniki v Ameriki začeli uporabljati že v zgodnjih 90. letih, ga z uporabo sproti razvijali in dopolnjevali glede natančnosti izmer in delovnih procedur.

Globalni satelitski sistem GPS bazira na satelitski radijski navigaciji z izredno natančnimi merljivimi napravami, ki točno določajo pozicijo in čas, ne glede na točko sveta. Tehnologija je podprta s strani vojaškega sistema. Uporablja se tudi v civilne namene že od vsega začetka. Civilni razvoj navigacije za letalski promet je izredno počasen, saj je glede kvalitete, kapacitete in natančnosti uporabljenih podsistemov za civilno rabo zelo drag, vendar varen .



Slika 14: Pokritost Evrope z navigacijskim signalom

Načrtovan in predviden GPS-sistem sestavlja 24 satelitov v šestih različnih orbitah in medsebojni krožni oddaljenosti 10.900 Nm oziroma 20.200 km z naklonom 55 stopinj proti ekvatorju. Vsak satelit obkroži Zemljo v 12 urah in nam na zemlji pokaže tridimenzionalno pozicijo, ki je 99,75-odstotno natančna. Centralna kontrolna postaja na Zemlji pa sprejema podatke uporabnikov v 3D-obliki in preko računalniškega sistema uporabnikom ponuja navigacijske podatke v sistemu GPS. Uporabniški sistem bazira v smislu antenskega sprejemno oddajnega sistema, časovne enote in gibanje na posameznem področju. Vsak satelit oddaja podatke svojih parametrov glede v pozicijo orbite in v časovnih zaporedjih. Sprejemni računalniški sistem pa podatke vseh sprejemanih satelitov spremeni v želeni prikazani 3D-sistem v določeni izmerjeni zemeljski točki.

Štirje sateliti nam prikazujejo 3D-sliko pozicije, to je geografsko širino, višino, globino in uro. Najmanj trije sateliti pa samo dvodimenzionalno slikovno obliko, geografsko širino in geografsko višino, čas pa le takrat, kadar nam je lokacija

geografsko poznana. Sistem je sistemsko standardiziran in deluje tudi v varnostnem smislu, v kolikor bi zaradi izrednih dogodkov sateliti slučajno odstopali v svojih orbitah in pokazali napačne podatke, bi se sami postavili v normalno stanje. V tem primeru se varnostni opozorilni sistem sam vklopi. Sistem ima vgrajen tudi operativno nadzorno funkcijo, ki vzdržuje, oziroma vodi vse satelite v pravilni orbiti, medsebojni razdalji in pod potrebnim kotom zaradi čim bolj natančne navigacije. Navigacija s tremi sateliti je grajena z metrsko natančnostjo in variira lahko največ 1 m, natančnost mirjene lokacije je odvisna od natančnosti in kvalitete sprejemno-oddajnih merilnih naprav, ki jih uporabljamo za posamezno panogo. Do sedaj potrebna natančnost navigacije se uporablja v letalski navigaciji, saj je prav tu potrebna metrska natančnost pri pristajanju in poletanju letal v izrednih vremenskih in okoljskih razmerah.

Ne glede na raznolikost mednarodnih sistemskih ponudb je GPS-sistem »Global Positioning System«, kar je tudi Galileov »satelitski navigacijski sistem Galileo«, prvi svetovni sistem, ki ga je podprl Evropski parlament in ga tudi financira pri razvoju in uveljavitvi in bo v celoti uporabljen leta 2012. Pokrival bo celotno Evropo, ki ima največjo gostoto letalskega prometa na km² površine.

4.7 DOPRINOS SISTEMA GALILEO

Ob vključitvi v celotni svetovni navigacijski satelitski sistem in satelitsko navigacijo, bo možen še povečan obseg ponudbe baznega sistema.

Uvedba novega načina prometne tehnologije vpliva na vse panoge prometa in njihov proces. Potniki in uporabniki letalskih storitev bodo prihranili tako pri denarju kot pri času in pridobili na kakovosti uslug.

Infrastruktura prometa, dejavnost uslug in procesov porabe se bodo bistveno spremenili.

Letalski prevozniki bodo bolje izkoristili letalske koridorje in čas, prihranili pri gorivu in s tem se jim bo povečal zaslužek.

Najhujši bo prestop iz današnjega načina poteka sistemskih procedur v nov sistem, ta bo nastopil čez noč.

4.8 RADIO FREKVENCE

Satelitski sistem deluje v naprej določeni frekvenci. Le-ta je določena s standardom. Frekvence Galilea se med seboj dopolnjujejo.

To določa, da vsaka telekomunikacijska in druga pomožna elektronska naprava v satelitu deluje na določeni frekvenci, ki je uradno potrjena in ne sme imeti motenj v lastnem področju obsega. V satelitski radiofoniji in videofoniji so frekvence mednarodno standardno določene in registrirane v posamezne obsege. Mednarodna organizacija dodeljuje skupne frekvence in določa razpore in uporabo. Naprave lahko delujejo le v enem radijsko valovnem spektru (valovni dolžini). Na prvem mestu so ločene radio frekvence posameznih valovnih dolžin glede uporabe in namena. Različne vrste frekvenc potrebujejo različne antene, nizke frekvence potrebujejo velike antene, visoke frekvence pa potrebujejo kratke oziroma

usmerjene antene. Mobilne elektronske naprave potrebujejo posebne vrste anten, saj naprave delujejo med 30 Mhz in 3G. Pred uporabo posamezne naprave se določi pravilna uporabna frekvenca glede na kontinent in državo.



Slika 15: Mobilna satelitska postaja

4.9 EVROPSKI KONTROLNI CENTER ZA NADZOR LETALSKEGA PROMETA



Slika 16: Antene satelitske postaje ESA Redu, ki se nahaja v Ardenih na področju Belgije blizu Luxemburga



Slika 17: Zemeljska postaja Fucino



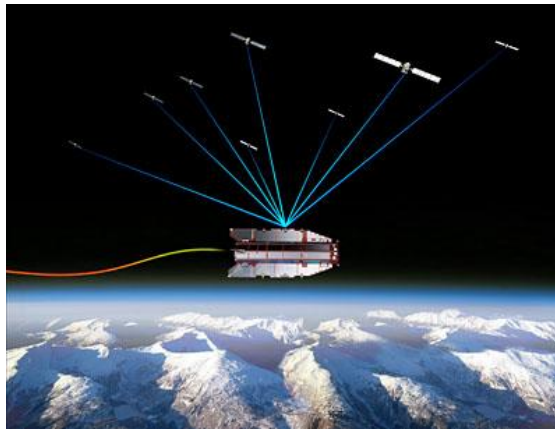
Slika 18: Radarske slike posameznih koridorjev



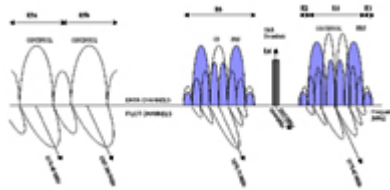
Slika 19: Sprejemno-oddajna antena navigacijskega centra



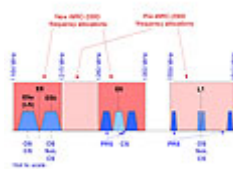
Slika 20: Navigacijska postaja



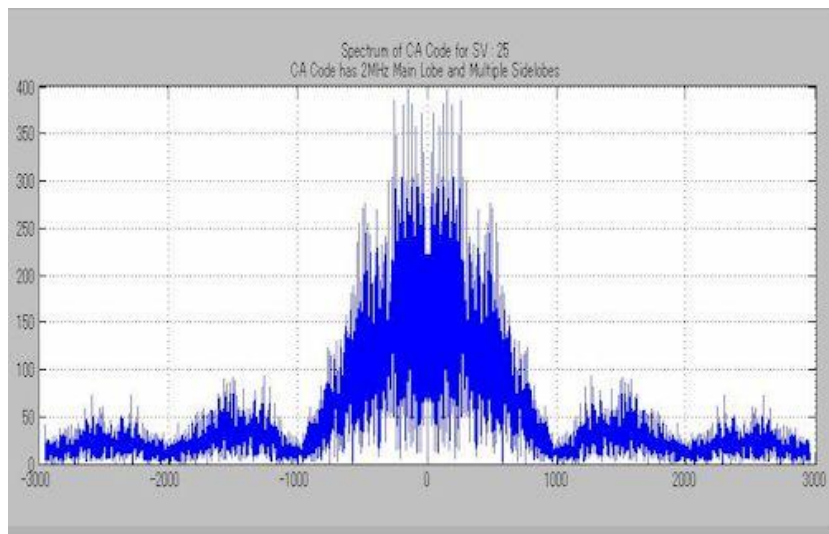
Slika 21: GPS-sateliti pomagajo tudi v vesoljskem programu



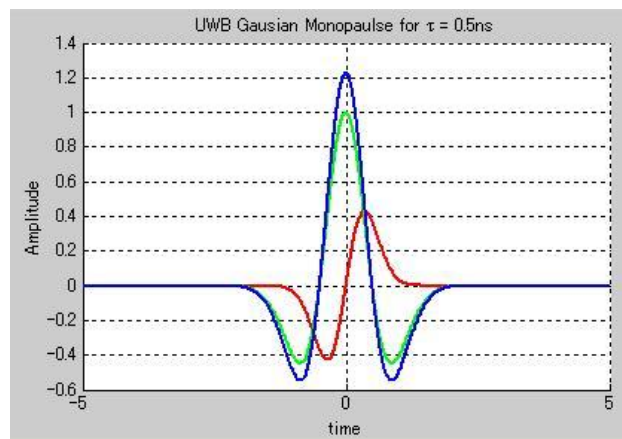
Slika 22: Vsaka satelitska enota sistema Galileo oddaja 10 različnih navigacijskih signalov naenkrat



Slika 23: Frekvenčni signal Galileo



Slika 24: Frekvenčni spekter delovanja satelita



Slika 25: Graf magnetnega delovanja

5 SATELITSKO-NAVIGACIJSKI SISTEM GALILEO

Sistem satelitov v zraku za nadzor in vodenje prometa deluje v sklopu navigacijskih naprav na Zemlji. Bistvenega pomena je, da satelit identificira točko na Zemlji in pošlje podatke prek navigacijskega centra uporabniku z veliko natančnostjo lokacije v prostornem odseku. Sistem nadzira promet v zraku na Zemlji in na morju v civilne in vojaške namene, ločuje koridorje glede uporabe, racionalizira uporabo prostora na časovno enoto in ne glede na gostoto prometa povečuje varnost. Natančnost kontrole gibanja oziroma vodenja je odvisna od števila satelitov, ki zaznajo našo prisotnost na področju nadzora.

Možnost je, da bi Galileo sistem uporabljali tudi v vojaške namene. Uporaba signala za storitve je brezplačna, za komercialne pa plačljiva. Odločitev za satelitsko-navigacijski sistem Galileo sta dala Evropski svet in Evropski parlament.

Prednosti tega je velik tehnološki napredek, ker EU in evropska podjetja, ki so vodilna pri razvoju vesoljske tehnologije v svetu, te priložnosti ne smejo zamuditi. Evropska komisija in združenje ESA jamčita, da bo v obratovanju že 30 satelitov in dve zemeljski operativni postaji.



Slika 26: Maketa satelita Galileo, razstavljen v Noordwijku Space Expo na Nizozemskem, 25. 01. 2007

5.1 SATELIT GALILEO

Za delovanje GPS-sistema Galileo je bila določena enotna frekvenca v Istanbulu junija leta 2000. Satelit Galileo naj bi začel s prvim poizkusnim oddajanjem leta 2006. Že prva satelitska enota Galileo, izstreljena v orbito, je delovala na končni, že določeni frekvenci.

Vsak izmed teh 30 satelitov oddaja točne časovne podatke in signale na optimalnih specifikah.

Orbita (višina krožnice) satelita je 23 222 km.
Orbitalni naklon je 56°.

Sateliti se nahajajo v treh enakih prostorskih orbitah.

Devet satelitov lahko sledi emu letalu.

Satelit lahko vodi (oddaja) posamezno letalo.

Sistemske satelit Galileo spada v rang 700 kg/1600 W razreda.

Ima stalno isto lego v orbiti tako, da so iztegnjene solarne celice vedno obrnjene proti Soncu, antene pa so spodaj vedno obrnjene proti Zemlji.

Vesoljski predmet ima mere:

2,7 m x 1,1 m x 1,2 m in razpon solarnih celic 13 m.



Slika 27: Osnovna elektronika je povezana z zunanji antenami, ki so pritrjene na ohišju

5.2 OPIS SATELITA

Dolgovalovna antena oddaja navigacijske signale v razponu 1200–1600 Mhz frekvenčnega razpona.

SAR-antena sprejema signale, ki prihajajo iz Zemlje in jih posreduje z oddajanjem na lokalno reševalno postajo.

C valovna antena sprejema informacijske sinhronizirane podatke, jih obdela in oddaja še s časom.

Dve S-valovni anteni sta del telemetrije, iskalnega komandnega sistema. Ti posredujeta lastne podatke na Zemljo in sprejemata ukaze .

Infrardeči zemeljski senzorji nadzorujejo stalno lego satelita v isti legi proti Zemlji in orbiti.

Sončni detektorji in vidni svetlobni detektorji merijo kot med bazo na Zemlji in sončno svetlobo. Laserski retroreflektor meri višino med bazo in satelitom, uporablja se enkrat letno zaradi korekcije višine.

Vesoljski radiatorji pa skrbijo za odvajanje zunanje in notranje temperature satelita in s tem je omogočeno normalno delovanje elektronskih naprav.

Vsi sateliti oddajajo svoje signale na isti frekvenci. Galileo signal L1 oddaja na frekvenci 1575,42 Mhz. Glede razločitve časovnega intervala se uporablja bazno merjenje, določena koda odgovarja signalu. Koda je pri vsakem satelitu drugačna, kar omogoča boljši navigacijski sistem in identifikacijo.

V notranjosti satelita je največjega pomena pomožna ura na nuklearni pogon, ki deluje s frekvenco 1,4 Ghz. Odstopanje dvanajstih ur je 0,45 ns. Napaja se prek glavne ure in je na atomski pogon ultra stabilna in ima odstopanja 1.8 ns.

Vsak satelit ima štiri ure, od katerih sta po dve istega tipa, deluje vedno po ena istega tipa. Pri normalnih pogojih delovanja oddaja impulze v frekvenčni obliki navigacijskih signalov. Preklop na pomožno uro je možen le takrat, kadar je po daljšem obdobju preobremenjena prva ura. Galileo sistem je grajen tako, da bo vedno dajal točne in varne podatke. Navigacijski frekvenčni generator oddaja navigacijske podatke preko C antene pretvorjene na dolgo valovno dolžino.

Šadam je vodilni mehanizem, ki deluje s pomočjo gibalne sončeve energije. Žiroskopi merijo gibanje vesoljske naprave.

Elektronski sistem dobi delovno energijo iz sončnih celic, ki ga krmili poseben računalniški sistem.

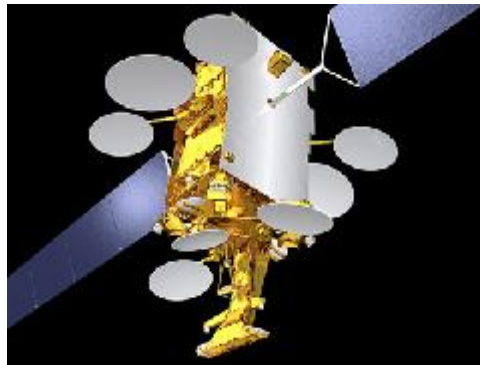


Slika 28: Rubidijeva ura



Slika 29: Hydrogenska ura

Tehnologija Galileo navigacijskega satelitskega sistema izpolnjuje potrebne tehnološke in varnostne standarde delovanja, oddaja varne navigacijske podatke, ki jih je možno še dodatno elektronsko obdelati.



Slika 30: Maketa satelita Galileo satelit GIOVE – A2, prikazan z možno kasnejšo nadgradnjo in večjim obsegom delovanja

5.3 ZADNJI SATELIT

Ko bo zadnji satelit sistema Galileo prišel v orbito preostalih satelitov, bo sledila še medsebojna razvrstitev in uskladitev v zaporedje delovanja.



Slika 31: Medsebojno lasersko povezovanje v enotni sistem

Na razpolago bodo takojšni podatki:

- o položajih satelitov,
- meteorološke informacije,
- sporočila o nesrečah,
- tekoča geografska sporočila,
- prometno geografska sporočila in zemljevidi (promet, obvozi ...),
- čas.

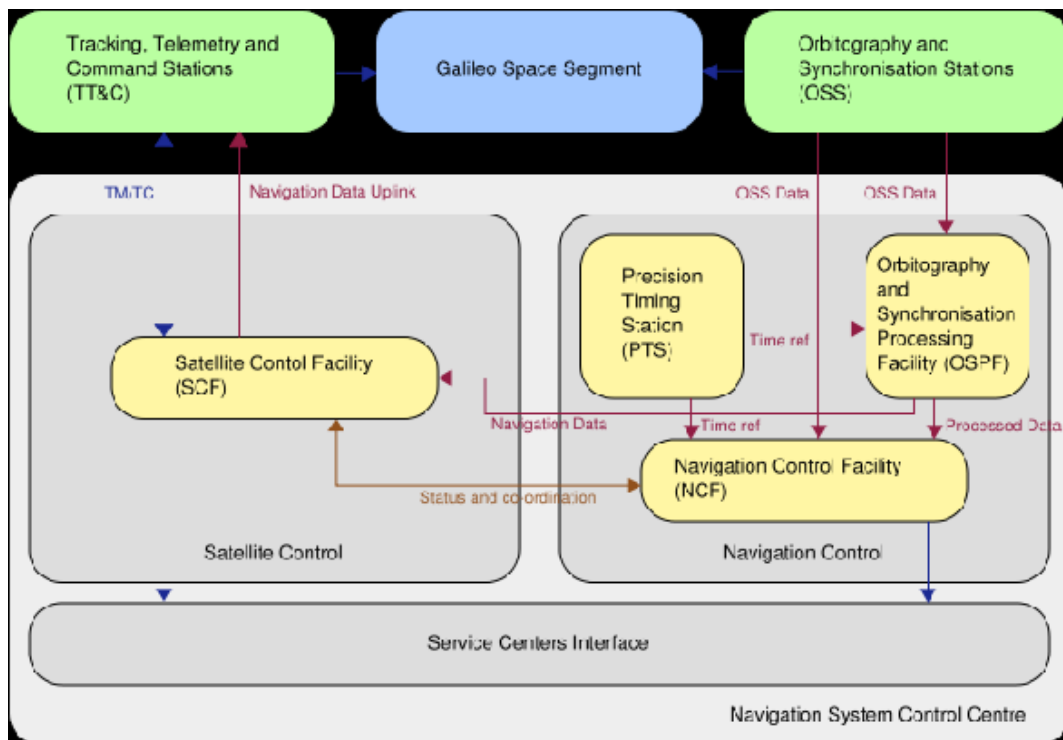


Slika 32: Galileo satelit GIOVE – A2, naročen pri ESA



Slika 33: Posnetek, poslan s satelita – otok Lanzarote (Kanarski otoki),
7. maj 2008

5.4 DELOVNE OPERACIJE



Slika 34: Delovne operacije

Skica ponazarja zaporedje sledenja satelitskih navigacijskih operacij med zemeljsko kontrolno postajo, letalom, vozilom ali ladjo in sledilnim satelitom. Delovne operacije pa se vrstijo v zaporedjih.

Satelitska kontrola je povezana z modulom iskanja oziroma sledenja, senzorjem vzdrževanja stalne orbite s sledilno napravo in navigacijsko enoto. Celoten segment je povezan z navigacijsko elektroniko in antenami za vzdrževanje zvez med sateliti, zemeljsko kontrolno postajo in upornikom storitev, ki jih daje sistem.

V obdobju po letu 2010 bo v celoti izkoriščena mreža letalskih koridorjev, ukinja se pogovorno povezavo med posadko letala in nadzornim sistemom, ki je že danes skrajno omejena na minimum zaradi varnosti.

Vsi ti podatki prihajajo iz baznega letalskega centra v Maastrichtu in prek povezovalnih postaj do letal. Satelit ima vlogo radarja, odčitava tridimenzionalno pozicijo letala, to je lego, hitrost, višino in uro. Te podatke posreduje bazi. Baza pridobi podatke o zasedenosti koridorja.

Lažje je reagirati na posamezne nepredvidene in prometne situacije, na dogodke z letali v zraku, na prehode, oziroma zapuščanje koridorja. V primeru, da bo v letalu

prišlo do izrednega dogodka in bo nujen takojšni pristanek, bo sistem sam izbral koridor in letalo varno privedel na najbližje letališče.

Civilni koridorji bodo ločeni od vojaških, lažje jih bo prečkati, saj bo moralo vojaško letalstvo sodelovati s civilnim. V izrednih primerih bo možna vzajemnost uporabe koridorjev za vojsko in civilni promet.

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je predstavljen satelitski nadzor, ki se že poskusno uvaja za vodenje letalskega prometa. Zaradi naraščajočega prometa in lažjega nadzora je bilo potrebno razviti satelitske sisteme, ki se v današnjem času že usklajujejo. Zaradi njih bomo lažje kontrolirali in upravljali promet v zraku, na zemlji in na morju. Poleg ureditve in nadzora prometa nam bo ta sistem pomagal pri ekonomični uporabi prostora, prihranil denarna sredstva in vplival tudi na okolje.

Proces satelitskega uvajanja nadzora prometa nad Evropo je ključnega pomena za večje evropske letalske prevoznike in letališča, ki imajo večjo kapaciteto letov in več letal, kot so Lufthansa, KLM, AIR FRANCE itd. To diplomsko delo ponazarja problem gostote prometa: čeprav je tehnologija nadzora po celi Evropi ista, je potrebno narediti korenite spremembe tako v tehničnem kot proceduralnem načinu tudi v Sloveniji. Prikazan je vzorec tehnologije, ki je praktično že razvit in dodelan, in daje neslutene možnosti pri nadgradnji in razvoju nadzora prometa v evropskem prostoru.

Lahko rečemo, da sta računalniška tehnologija in vesoljska tehnika prava rešitev za satelitski nadzor letalskega prometa v zraku in na tleh.

Sistem za seboj pušča staro pionirsko tehnologijo, za katero lahko upravičeno rečemo, da je osnova nove navigacije. Omogoča razvoj vseh panog prometa in varno vodenje letal brez posadke. S svojo uporabno tehnologijo bo služil tudi za obveščanje o vremenskih situacijah in o rešitvah iz njih s pravilno izbiro koridorja.

Glede na število satelitov, ki jih je nad evropskim prostorom trideset, je ta projekt finančno izredno drag in zato je potrebno, da sodelujejo vsi zainteresirani tako v letalski kot v elektronski industriji. Zaradi močnega skupnega sodelovanja bo industrija težko razvila novi konkurenčni sistem.

Uporabnost satelitskega nadzora Galileo bo vzpostavila boljši nadzor tako v zraku, na cestah, na morju in s tem se bo povečala varnost v prometnem sistemu.

LITERATURA IN VIRI

Knjige in skripte:

- Lufthansa–Frankfurt/Main delovni zvezek (april 1993)
Navigation Charts, Jeppsen Sanderson.
- Collaborative airspace and design and management Third edition (2007)
Global Navigation satellite system (GNSS) manual (version 1)
Global Air Navigation Plan (International Civil Navigation Organization)

Internetne strani:

- <http://www.fpp.edu-montone> (10. marec 2008)
- <http://www.esa.int> (14. marec 2008)
- <http://www.ec.europa.eu> (14. marec 2008)
- <http://www.evropa.gov.si/novice/20936/> (29. april 2009)
- <http://www.eurocontrol> (29. april 2009)
- <http://www.space.com> (16. april 2008)
- <http://www.history.com> (16. april 2008)
- <http://www.galileo-masters.eu> (10. marec 2008)
- <http://www.sita.aero> (05. marec 2008)
- <http://www.asa3.org> (06. marec 2008)
- <http://www.navigation.com> (17. apr 2008)
- <http://www.navigacija.com> (17. apr 2008)
- <http://radiosky.com/skypipeishere.html> (05. aug 2008)
- <http://www.kvarkadabra.net> (10. aug 2008)
- <http://odin.gi.alaska.edu/FAQ/#predict> (11. sep 2008)
- http://son.nasa.gov/tass/images/cont_sunandearth.jpg (15. sep 2008)
- <http://www.af.mil/shared/media/gallery/webgraphic/AFG-060222-003.jpg>
(16. sep 2008)
- <http://sec.noaa.gov/pmap/gif/pmapN.gif> (18. sep 2008)
- http://www.windows.ucar.edu/earth/Magnetosphere/aurora/images/mol_nitrogen_emit_ (18. sep 2008)
- http://www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja/letalstvo/zakonodaja_letalstvo/«
(29. junij 2009)

KAZALO SLIK

Slika 1: Zasnova teh letal je izhajala iz obdobja 70. let	5
Slika 2: Letalo RQ-1 Predator	6
Slika 3: Radarsko vodeno letalo, ki ga razvija vojska z uporabo vesoljske tehnologije ..	7
Slika 4: Zračna kontrola sprejemanja in odprave letal v kontrolnem stolpu (Vir SITA)....	9
Slika 5: Razne faze kontrole prometa posameznega letala	9
Slika 6: Usmerjeni žarek radijske navigacije pri pristajanju letala	13
Slika 7: Skica prikazuje dejansko 100% pokritost	18
Slika 8: Skica nosilne rakete Ariana in v prerezu eden izmed satelitov sistema Galileo	19
Slika 9: Start rakete Ariana s satelitom Galileo	20
Slika 10: Osnovni prikaz medsebojne segmentne povezanosti	20
Slika 11: Bodoči navigacijski centri po Evropi FANS	21
Slika 12: Shematski prikaz povezave letenja z uporabo satelitskega nadzora	25
Slika 13: Shematski prikaz povezanosti in spekter uporabe	26
Slika 14: Pokritost Evrope z navigacijskim signalom	27
Slika 15: Mobilna satelitska postaja	29
Slika 16: Antene satelitske postaje ESA Redu, ki se nahaja v Ardenih na področju Belgije blizu Luxemburga	30
Slika 17: Zemeljska postaja Fucino	30
Slika 18: Radarske slike posameznih koridorjev	31
Slika 19: Sprejemno-oddajna antena navigacijskega centra	31
Slika 20: Navigacijska postaja	31
Slika 21: GPS-sateliti pomagajo tudi v vesoljskem programu	32
Slika 22: Vsaka satelitska enota sistema Galileo oddaja 10 različnih navigacijskih signalov naenkrat	32
Slika 23: Frekvenčni signal Galileo	32
Slika 24: Frekvenčni spekter delovanja satelita	33
Slika 25: Graf magnetnega delovanja	33
Slika 26: Maketa satelita Galileo, razstavljen v Noordwijku Space Expo na Nizozemskem, 25. 01. 2007	34
Slika 27: Osnovna elektronika je povezana z zunanji antenami, ki so pritrjene na ohišju	35
Slika 28: Rubidijeva ura	36
Slika 29: Hidrogenska ura	36
Slika 30: Maketa satelita Galileo satelit GIOVE – A2, prikazan z možno kasnejšo nadgradnjo in večjim obsegom delovanja	37
Slika 31: Medsebojno lasersko povezovanje v enotni sistem	37
Slika 32: Galileo satelit GIOVE – A2, naročen pri ESA	38
Slika 33: Posnetek, poslan s satelita – otok Lanzarote (Kanarski otoki), 7. maj 2008 ..	38
Slika 34: Delovne operacije	39

KAZALO TABEL

Tabela 1: ILS tabela (Tabela 1) 13

SEZNAM TUJK

- Evropska agencija za varnost v letalstvu (European Aviation Safety Agency - EASA)
- Evropska unija – EU
- Evropska vesoljska agencija – The European Space Agency
- Daljinsko vodena letala – RPA (Remotely Piloted Aircraft)
- Letala brez posadke – UAV (Unmanned Aerial Vehicle)
- Koncept vojaških operacij – CONOPS (Air Force Concepts Operations in Air Force transformation Plan)
- Komisija, ki odreja pravila navigacije – Air Navigation Commission (ANC)
- Zračna kontrola in kontrola prometa na zemlji – (Airspace and Air Traffic Control)
- Programator letenja – FMS (flight menegment system)
- Letalske navigacijska karta – JEPPSON
- Avtomatski sistem pristajanja – sistem ILS (Instrumental Landing Sistem)
- Vertikalna hitrost – VSP (Vertical Speed)
- Mednarodna civilna organizacija – ICAO (International Civil Organization)
- Avtomatsko vzdrževanje smeri ADF (Automatic Direction Finder)
- VHF radijski oddajnik – VOR (very high frequency Omni directional Range)
- Naprava za merjenje razdalje – DME (Distance Measuring Equipment)
- Sistem za notranje komuniciranje – IRS (Intertial Reference System)
- Varnostni sistem – The Safety-of-Life Service (SoL)
- Odprt sistem – Open Service (OS) The Galileo Open Service (OS)
- Komercialni sistem - Commercial Service (CS)
- Javni regulacijska služba – Public Regulated Service (PRS)
- Avtomatski razpoznavni sistem – AIS (Automated Identification System)
- Napredni vodilni sistem – Advanced Driver Assistance Systems, (sistemi visoke stopnje avtomatizacije vozil)