

UDC: 627.71

INFO M: str. 31-35

## ANALIZA HARDVERA I SOFTVERA VAZDUHOPLOVNIH PORTABILNIH GNSS PRIJEMNIKA HARDWARE AND SOFTWARE ANALYSIS OF PORTABLE AIR GNSS RECEIVERS

Novak Đordijević

REZIME: Globalni Pozicioni Sistem (GPS) počeo je da se razvija u eksperimentalne svrhe još krajem 1960-ih godina u SAD kao vojni program. Tokom 1990-ih godina počelo se sa komercijalizacijom sistema, a 2004. godine skinuto je ograničenje preciznosti signala koji su se koristili u civilne svrhe. Rusija je počela sa razvojem svog sistema sredinom 1980-ih godina, a slični sistemi se razvijaju i u Evropskoj Uniji, Kini i Indiji. Integracija ovih sistema u domenu njihove kompatibilnosti naziva se Globalni Navigacioni Satelitski Sistem – GNSS. Jedna od najznačajnijih primena sistema je u svrhe vazduhoplovne navigacije. Portabilni (prenosni) vazduhoplovni GNSS prijemnici koriste se u svrhe dopuskog sredstva vazduhoplovne navigacije. Praksa je pokazala da ovi uređaji i softverske aplikacije za podršku korišćenja uređaja nisu potpuno prilagođeni nameni. U ovom radu izneti su neki nedostaci softvera i hardvera portabilnih GNSS prijemnika, kao i predložiti rešenja uočenih nedostataka.

KLJUČNE REČI: GNSS, portabilni prijemnik, vazduhoplovna navigacija, letenje, planiranje, izvršavanje, analiza

ABSTRACT: Development of Global Positioning System (GPS) started as experimental military program during end of 1960-ies. Commercialisation of GPS started during 1990-ies and culminated with Governmental decision to turn off signal degradation for civilian (open) use. During mid 1980-ies Russia started her own GLONASS program, while EU, China and India developing own independent systems. Integration of all these systems within domain of their compatibility is called Global Navigation Satellite System – GNSS. Air navigation is area where GNSS is used very intensively. Portable air-navigation GNSS receivers are used to back-up and support main air navigation systems. Extensive usage shows that these devices and related support software applications are not quite fit to their purpose. This paper reveals some of deficiencies and limitations of portable GNSS receivers and related software applications, and offer solutions to those problems.

KEY WORDS: GNSS, portable receiver, air navigation, flying, planning, execution, analysis

### 1. UVOD

Navigacija korišćenjem satelitskih signala nije novost i postoji već oko dve decenije. Međutim, pravi zamah doživela je tek posle odluke SAD da omogući javno korišćenje GPS sistem bez degradiranja signala [1], sa razvojem komercijalno usmerene IT industrije i sa razvojem naprednih programskih jezika i alata. Nalazimo se na početku doba intenzivnog razvoja Globalnog Navigacionog Satelitskog Sistema (GNSS) koji predstavlja funkcionalno objedinjavanje više nezavisnih sistema (GPS [2], GLONASS [3], Galileo[4]), kao i veoma brzog širenja polja upotrebe tehnologija zasnovanih na GNSS (od agrokulture do niskoorbitalne kosmičke navigacije) [5].

U ovom radu predstavljen je deo odgovora na pitanje u kojoj meri je moguće precizno i bezbedno planiranje, izvršavanje i analiza vojnih navigacijskih letova uz pomoć portabilnih vazduhoplovnih GNSS prijemnika (rad predstavlja izvod iz magistarske teze autora).

Kako bi se odgovorilo na ovo pitanje neophodno je uraditi sledeće:

- Potrebno je odrediti mogućnosti postojećih aplikacija kojima je moguće izvršiti kompletan Planiranje-Izvršavanje-Analiza ciklus (PIA) za vojne navigacijske letove, što će biti urađeno analizom hardvera i hardverskih aplikacija za planiranje, izvršavanje i analizu leta.
- Potrebno je definisati zahteve koji bi morali biti ugrađeni u hardverske aplikacije koje podržavaju manipulacije GNSS podacima i informacijama u svrhu potpunog, preciznog i bezbednog planiranja, izvršavanja i analize navigacijskih letova korišćenjem portabilnih GNSS prijemnika.

Pod terminom *softverske aplikacije* u ovom radu podrazumevaju se softverske aplikacije predviđene za korišćenje na desktop i prenosivim računarima; u ovu grupu ne ulaze softverske aplikacije koje se izvršavaju na prenosivim GNSS prijemnicima.

Pod pojmom *hardverske aplikacije* ovde se podrazumevaju softverske aplikacije koje su pohranjene i izvršavaju se na portabilnim GNSS prijemnicima; u ovu grupu ne ulaze softverske aplikacije namenjene korišćenju na desktop i prenosivim računarima.

Da bi se naučno potvrdili/opovrgli i upotpunili rezultati analize softverskih i hardverskih aplikacija, sprovedeno je naučno istraživanje o značaju i uticaju GNSS tehnologije na procese planiranja, izvršavanja i analize navigacijskih letova koje izvršavaju vojni piloti. Istraživanje je vršeno na namernom uzorku vojnih pilota, kojeg su sačinjavali samo piloti koji koriste GNSS prijemnike, i koji obavljaju službu na vojnom aerodromu Batajnica.

Istraživanje je bilo je podeljeno u dve faze:

- prva faza: naučno ispitivanje sprovedeno korišćenjem tehnike anketiranja (rezultati ove faze istraživanja su delimično izneti u ovom radu),
- druga faza: naučni eksperiment planiranja leta (rezultati ove faze istraživanja neće biti izneti u ovom radu zbog obimnosti).

### 2. ANALIZA HARDVERA I HARDVERSKIH APLIKACIJA

Hardverske aplikacije su namenjene za planiranje i izvršavanje kretanja GNSS prijemnika, kao i beleženje pozicija, orijentira, i izvršavanje drugih manje značajnih operacija.

Kod procene mogućnosti hardverskih aplikacija potrebna je opreznost: obzirom da se za vazduhoplovnu navigaciju mogu koristiti razne vrste portabilnih GNSS prijemnika koji ne moraju obavezno da budu namenjeni vazduhoplovstvu, kvalitet aplikacija za podršku izvršavanju zadataka vazduhoplovne navigacije mogu značajno da variraju. Na primer, pilot može koristiti prijemnik Garmin eTrex [6] koji je namenjen za rekreativnu upotrebu i nema značajnu podršku PIA ciklusu, ali je ipak u stanju da obezbedi dovoljno kvalitetnih podataka da bi mogao da posluži kao pomoćno sredstvo za vođenje vazduhoplovne navigacije u manje zahtevnim uslovima.

Kada se razmatraju hardverske aplikacije vazduhoplovnih portabilnih GNSS prijemnika, može se reći da velika većina ovih prijemnika implementira vrlo dobru podršku za planiranje i izvršavanje leta, što ne važi i za analizu leta. Ovakvo stanje može da izgleda čudno jer se postavlja pitanje kako i zašto skromniji hardverski uređaji (u odnosu na desktop i prenosive računare) imaju bolju softversku implementaciju za rešavanje problema planiranja i izvršavanja leta? Odgovor na ova pitanja je složen:

- Opšta tendencija IT/IS industrije je mobilnost, bezžičnost i minimalizam, što se odražava i na industriju GNSS prijemnika, odnosno na dizajn prijemnika i dizajn i implementaciju softverskih rešenja u prijemnicima.
- Portabilni GNSS prijemnici sve više postaju prenosivi navigacijski sistemi, a sve manje pokazivači informacija. Ova činjenica upućuje na ambiciju proizvođača i korisnika ovih uređaja da ove uređaje vremenom ozvaniče kao priznate i sertifikovane navigacione sisteme (za sada je dozvoljena njihova upotreba kao pomoćnog sredstva navigacije). Samim tim, ovakvi uređaji moraju implementirati sve neophodne funkcionalnosti kako bi bili u stanju da obrade i prikažu kompletnu navigacijsku sliku u svakom trenutku. Da bi se to omogućilo, ugrađuju se proširene hardverske funkcionalnosti koje prevazilaze domen GNSS, kao na primer senzori za određivanje magnetnog kursa, barometarske visine, temperature vazduha i sl.
- Visokosposobni prenosivi hardver predstavlja „ličnu kabinu pilota“, i doživljava istu sudbinu koju su u jednom istorijskom trenutku doživeli računari kada su postali „personalni“. Ne samo da ovakav hardver može da obrađuje podatke i prikazuje informacije o većini elemenata leta, već dozvoljava i personalizaciju tj. podešavanja izgleda ekrana, rasporeda polja sa informacijama, redosleda prozora, određivanje nivoa detalja na prikazima itd. prema željama vlasnika uređaja.

Nesumnjivo da je akcenat u softverskoj podršci stavljen na portabilne GNSS prijemnike, ali se postavlja pitanje da li postoje funkcionalnosti koje nisu implementirane ili nisu adekvatno implementirane?

Da bi se sagledale mogućnosti, prednosti i nedostaci aplikacija i GNSS uređaja, moramo sagledati koji su osnovni uslovi za uspešnu pripremu navigacijskog leta. Da bi se prema uspešno izvršila neophodno je imati:

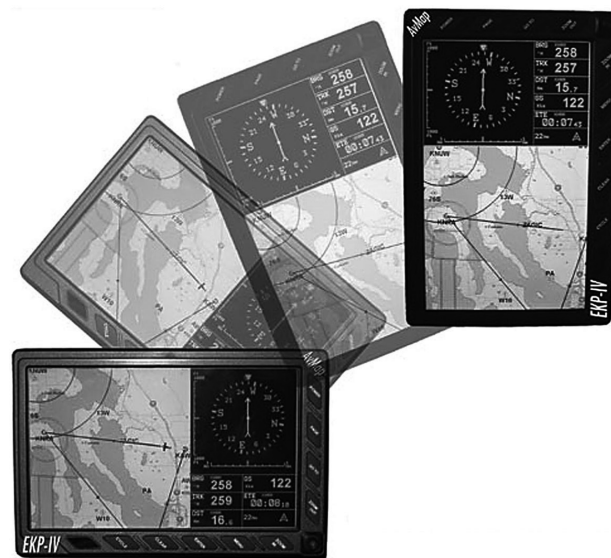
- adekvatnu navigacijsku (ili drugu, npr. topografsku) kartu,
- podatke o svim rutnim orijentirima,
- podatke o brzini vazduhoplova duž rute,
- podatke o visini vazduhoplova duž rute,

- podatke o vremenu izvršavanja leta,
- podatke o vremenu preleta određenih orijentira ukoliko je to prirodom zadatka potrebno,
- podatke o količini potrebnog goriva.

Nabrojani elementi su minimalno potreban uslov za obavljanje potpune navigacijske pripreme leta u vojsci, pa se može smatrati da aplikacije i GNSS uređaji moraju imati mogućnost da rade nad navedenim podacima i adekvatnim objektima. Pored ovoga, po završenoj pripremi potrebno je izraditi plan leta i grafički predstaviti plan leta na navigacijskoj karti, pa je potrebno da aplikacije podržavaju automatsko generisanje plana leta i pravilno označene karte leta.

### 1.1 Mogućnosti rada sa kartama

Prijemnici namenjeni vazduhoplovnoj navigaciji uglavnom imaju pohranjene karte regiona/kontinenta za koji su namenjeni. Ove karte su OEM proizvod, i njihov kvalitet varira u zavisnosti od proizvođača prijemnika. Karte ugrađene u uređaje najčešće se ne mogu menjati pa je potrebno obratiti pažnju prilikom nabavke GNSS prijemnika da prijemnik poseduje kartu regiona/kontinenta na kome će se pretežno koristiti. Svi proizvođači nude učitavanje dodatnih karata putem spoljnih memorijskih kartica (najčešće MMC i SD kartice). Takođe, karte se periodično mogu osvežiti skidanjem novih verzija ili zakrpa sa Internet sajta proizvođača. Postavlja se pitanje zašto proizvođači nisu ugradili mogućnost rada sa korisničkim kartama? Odgovor leži u činjenici da karte u portabilnim GNSS prijemnicima namenjenim vazduhoplovnoj navigaciji predstavljaju GIS, tj. sadrže podatke koji dodatno opisuju teren (visina terena, vrsta podloge, biljni pokrivač, veštački objekti, aerodromi, ZRNS<sup>1</sup> itd.). Karte koje nisu izrađene prema specifikaciji proizvođača uređaja ne sadrže ovakve podatke i njihova upotreba bi značajno uticala na bezbednost letenja, i onemogućila bi deo funkcionalnosti uređaja. Iz ovih razloga korisniku nije ostavljena opcija da učita bilo koju drugu kartu osim onih koje je proizvođač sertifikovao. U



Slika 1. – Interesantno rešenje fleksibilne prezentacije podataka na prijemniku AvMap EKP-IV: prijemnik može biti korišćen u horizontalnom ili vertikalnom položaju, pri čemu je u vertikalnom položaju omogućen prikaz nešto veće površine karte [8].

<sup>1</sup> ZRNS – Zemeljska Radio-Navigaciona Sredstva.

pojedini slučajevima korisnik može kreirati svoju kartu ali za takvu operaciju mora koristiti adekvatan program sertifikovan od strane proizvođača GNSS prijemnika kako bi kreirana karta bila konvertovana u format prihvatljiv za korišćenje na odgovarajućim GNSS prijemnicima [7].

Karte koje uređaji koriste obično sadrže dovoljno podataka za uspešno vođenje navigacije u skladu sa civilnim vazduhoplovnim propisima. Sa druge strane, ove karte sadrže malo detalja u odnosu na navigacijske ili topografske karte u papirnoj formi. Razvojem hardvera i softvera ovaj problem će biti postepeno prevaziđen.

Problem koji je povezan sa mogućnošću rada sa kartama je i problem prezentacije karata u prihvatljivoj vizuelnoj formi. Dimenzije i rezolucija ekrana prijemnika direktno utiču na mogućnosti i kvalitet prikaza svih informacija koje GNSS prijemnikom može da generiše, na cenu uređaja, potrebnu snagu i kapacitet električnog napajanja, dimenzije uređaja itd. Obzirom da većina pilota koristi prikaz karte kombinovan sa prikazom letnih parametara (npr. kurs, brzina, visina), deo ekranskog prostora nije upotrebljiv za prikaz karte. Upravo zbog ovoga je važno da ekran bude dizajniran tako da prikaz karte u svim okolnostima bude zadovoljavajući; mogućnosti prikaza karte bi trebale biti jedan od osnovnih kriterijuma pri dizajniranju ekrana GNSS prijemnika.

## 1.2 Mogućnosti rada sa orjentirima

Mogućnost rada sa orjentirima hardverske aplikacije implementiraju u dovoljnoj meri. Ipak, osnovni nedostaci odnose se na skromne mogućnosti korisničkog interfejsa pri unošenju podataka o orjentirima i pri drugim operacijama sa orjentirima. Ukoliko se javi potreba za promenom orjentira na koji se leti, ili potreba da se neki atributi orjentira/rute izmene, izvršavanje ovih i sličnih operacija tokom leta je veoma složeno i teško.

Neka od postojećih rešenja nisu dovoljno dobra, a osnovno ograničenje ogleda se u činjenici da korisnik u nekim slučajevima mora da unese prvih nekoliko znakova iz naziva orjentira ili rute kako bi algoritam za pretragu mogao da pronađe odgovarajući objekat. Unošenje znakova je veoma sporo jer se obavlja biranjem svakog znaka posebno prolaskom kroz kompletan set znakova (metoda malo varira u zavisnosti od proizvođača, ali suština je da se unošenje naziva ne može obaviti jednostavno kao npr. pri korišćenju kompjuterske tastature).

Generalno, jedan od osnovnih nedostataka portabilnih prijemnika je veoma skroman korisnički interfejs koji ne omogućava udoban, jednostavan i brz rad, zbog čega većina pilota izbegava da menja podatke tokom leta. Zajednička karakteristika interfejsa većine proizvođača je prisustvo tzv. roker dugmeta (rocker button) koje omogućava pomeranje kursora i pointera u svim smerovima, uz ograničenje da se pomeranje vrši po svakoj osi posebno (npr. prvo je potrebno pomeriti pointer po X osi, a zatim po Y osi.). Međutim, ovakvo rešenje je neodgovarajuće za korišćenje tokom leta, a bolje rešenje predstavljala bi ugradnja tačscrina (touchscreen), rotirajuće kuglice ili sličnog rešenja koje bi omogućilo brže pomeranje kursora/pointera po dve ose istovremeno.

Većina anketiranih primećuje nedostatke korisničkog interfejsa i to navode kao osnovnu prepreku postizanju brzog



Slika 2. – Primeri skromnog korisničkog interfejsa klase vazduhoplovnih portabilnih GNSS prijemnika.

i jednostavnog planiranja leta. Loše dizajniran i slabo funkcionalan korisnički interfejs posebno izaziva nezadovoljstvo pilota koji lete na vazduhoplovima koji imaju veliku brzinu krstarenja (npr. MiG-21 800km/h, tj. 13.33km/min): za isto utrošeno vreme interakcije sa uređajem, dva pilota koja lete vazduhoplovima različitih brzina preći će različito rastojanje, ali je u nepovoljnijoj poziciji pilot na bržem vazduhoplovu jer on mora više pažnje da posvećuje vođenju orijentacije upravo zbog brze promene položaja njegovog aviona u prostoru. Drugim rečima – što je vazduhoplov brži, vreme potrebno za interakciju pilot-GNSS prijemnik mora biti kraće, što nije slučaj. Vreme interakcije je isto u svim slučajevima za dati GNSS prijemnik, a najviše zavisi upravo od dizajna i funkcionalnosti interfejsa uređaja i grafičkog korisničkog interfejsa softvera u uređaju.

Problem interfejsa se može rešiti na mnogo načina: ugrađivanjem tastera koji objedinjuju grupu znakova (kao kod mobilnih telefona), ugrađivanjem kompletne minijature tastature, ugradnjom tačscrina, prepoznavanjem jednostavnih glasovnih komandi itd.

## 1.3 Mogućnosti rada sa podacima o brzini, visini i vremenu leta vazduhoplova

Kada je u pitanju planiranje leta, prijemnici implementiraju prihvatljiv nivo mogućnosti rada sa podacima o brzini i vremenu leta vazduhoplova, dok je visina potpuno zanemarena. Pilot najčešće može da unese podatke o brzini kretanja, ali ne i podatke o željenim visinama na ruti i tačnom vremenu preleta određenih orjentira. Podaci o visinama na ruti ne mogu se uneti verovatno iz razloga što su proizvođači uređaja smatrali da visine leta po ruti zavise od odobrenih visina leta koje dodeljuje kontrolor letenja. Ovo je uglavnom tačno za civilne vazduhoplove, međutim vojni vazduhoplovi često lete na unapred poznatim visinama za određeni let, pa bi bilo poželjno ugraditi funkcionalnosti unošenja visine leta po ruti. To bi omogućilo bolju informisanost pilota o planu leta, o održavanju zadate visine u svakoj fazi leta, o očekivanim promenama visine i tačkama početka tih promena.

Vreme preleta orjentira daje se kao Predviđeno vreme dolaska (ETA – Estimated Time of Arrival) i proračunava se automatski u zavisnosti od trenutne pozicije vazduhoplova i vektora stvarne brzine. Ukoliko bi pilot želeo da preleti određeni orjentir u tačno određeno vreme morao bi da se



osloni na trenutno podešavanje parametara leta tako da obezbedi da ETA bude jednaka potrebnom vremenu dolaska na orjentir. Bolji metod je unošenje zadatog vremena u trenutku planiranja leta, na osnovu čega bi prijemnik vršio automatske proračune povećanja/smanjenja potrebne brzine kretanja da bi se na orjetir stiglo u zadato vreme.

Ukoliko se javi potreba da se podaci o orjentirima ili ruti izmene tokom leta to se ne može obaviti na jednostavan i brz način. Potrebno je proći kroz sisteme menija i promeniti odgovarajuće vrednosti parametara koji se menjaju (npr. promena redosleda orjentira u ruti). Obzirom da se ovo radi korišćenjem skromnog interfejsa i u okolnostima visokog radnog opterećenja pilota koji izvodi let, praksa pokazuje da se veoma mali broj pilota odlučuje da izvrši korekciju parametara leta. Umesto toga, oni se oslanjaju na iskustvene norme koje uvode u rezultate proračuna koji dobijaju na ekranu GNSS prijemnika, ili koriste druge praktične metode. U praksi ovo funkcioniše dovoljno dobro, međutim kod komplikovanih letova a posebno pri letovima iznad nepoznatog terena i pri noćnim letovima ovakve korekcije mogu ugroziti bezbednost letenja i onemogućiti izvršavanje zadatka.

Rešenje bi moglo biti u izmeni dizajna korisničkog interfejsa kao i ugrađivanju posebnih komandi za direktno editovanje kritičnih parametara leta (npr. direktno aktiviranje dijaloga za editovanje brzine, visine, i vremena pritiskom na jedno dugme).

#### 1.4 Mogućnosti rada sa podacima o gorivu

Prijemnici implementiraju minimalno potrebne mogućnosti rada sa podacima o gorivu. Pilot može uneti raspoloživu količinu goriva i časovnu potrošnju, a uređaj će jednostavno oduzimati utrošeno gorivo od ukupne količine i prikazivati podatke o preostalom gorivu i preostalom mogućem trajanju leta. Osnovni nedostatak ovakvog načina rada je što podaci dobijeni na osnovu proračuna vrlo brzo mogu postati neprihvatljivo neprecizni, jer potrošnja goriva nije linearna i zavisi od više faktora.

Veoma je teško implementirati prihvatljivo tačan proračun potrošnje goriva bez postojanja mogućnosti fizičkog merenja protoka goriva i preostale količine goriva. Međutim, moguće je kreirati algoritam koji bi uzimao u obzir parametre koje može da obezbedi GNSS prijemnik (brzina, visina, protok vremena, ubrzanje po sve tri ose vazduhoplova, pravac i brzina vetra i sl.) i parametre koje bi unosio pilot za određeni tip vazduhoplova, te na osnovu ovih poznatih parametara prilično precizno računao potrošnju goriva. U praksi se uzima da je domen tolerancije za proračun goriva koje će biti potrošeno za dati let od 0% do +10% od stvarno potrošene količine. Drugim rečima, moguće je kreirati algoritam koji bi mogao da daje podatke o gorivu sa greškom u domenu od 0% do 10% po završenom letu. Ovakav algoritam mogao bi da ima sposobnost učenja i samokorekcije, pri čemu bi koristio podatke o stvarno utrošenom gorivu tokom leta u određenim pogodnim trenucima (npr. po završenom penjanju na određenu visinu leta, nakon određenog vremena krstarenja, po završenom ubrzanju vazduhoplova na željenu brzinu i sl.).

#### 1.5 Mogućnosti generisanja plana leta i karte leta

Plan leta koji generišu hardverske aplikacije obično sadrži samo nazive i lokacije orjentira, kurseve etapa, udaljenosti između orjentira i vreme leta od orjentira do orjentira (pri-

jemnici podržavaju unošenje krstareće brzine). Karta sadrži jednostavne linije koje povezuju orjentire, bez ostalih neophodnih oznaka kojima je potrebno obeležiti rutu. Međutim, korisnik može upotpuniti prikaz karte prikazom elemenata leta po izboru: npr. može izabrati da pored karte vidi i trenutnu udaljenost i kurs do orjentira, predviđeno vreme dolaska na orjentir, visinu leta i sl.

Možemo reći da generisanje plana leta nije implementirano na zadovoljavajući način, a da je mogućnost prikaza karte leta sa navedenim proširenjima zadovoljavajuća. Kao i u drugim slučajevima koji se odnose na prijemnike, otklanjanje ograničenja vezanih za dimenzije displeja i kvalitet prikaza informacija, zatim otklanjanje ograničenja korisničkog interfejsa itd. vremenom će omogućiti prevazilaženje ovih nedostataka.

#### 1.6 Mogućnosti analize leta

Prijemnici za sada nemaju ugrađene ozbiljne mogućnosti analize leta. Jedina funkcionalnost koja se donekle može iskoristiti za analizu leta je horizontalna projekcija putanje vazduhoplova, što svakako nije dovoljno za ozbiljniju analizu leta. Iako implementiraju dobru podršku situacionoj opreznosti (situational awareness) tj. upozoravanje pilota na razne događaje tokom leta koji su od značaja za bezbednost letenja, prijemnici nemaju implementiranu podršku za analizu leta. Postavlja se pitanje zbog čega je to tako? Sigurno je da postoji više odgovora na ovo pitanje, a neki mogući razlozi su sledeći:

- Proizvođači vazduhoplovnih GNSS prijemnika jednostavno nisu obratili pažnju na značaj analize leta, posebno kada tokom leta dođe do opasne situacije, udesa ili katastrofe.
- Iz praktičnog iskustva je poznato da se u civilnom vazduhoplovstvu – koje je najveći korisnik komercijalnih vazduhoplovnih GNSS prijemnika – ne obraća velika pažnja analizi leta, te da se analiza uglavnom vrši usmeno posle leta. Ozbiljne i detaljne analize vrše se jedino u slučajevima posle nastanka opasne situacije, udesa ili katastrofe, i to od strane specijalizovanih komisija za ispitivanje ovakvih događaja. Zbog ovakve situacije proizvođači su verovatno smatrali da prijemnike ne treba opterećivati funkcionalnostima koje će se malo koristiti.
- Da bi se izvela analiza leta na zadovoljavajućem nivou bilo bi potrebno značajno promeniti dizajn GNSS prijemnika: on bi morao da sadrži veći ekran, prošireni korisnički interfejs, mogućnost 3D prikaza terena i putanje vazduhoplova, kao i mogućnost raznih kalkulacija na osnovu pohranjenih podataka. Ovo bi značajno podiglo cenu uređaja što bi se verovatno negativno odrazilo na prodaju uređaja.

Za razliku od upotrebe softverskih i hardverskih aplikacija u fazi planiranja leta, anketirani korisnici se slažu da softverske aplikacije imaju prednost u fazi analize leta: 57% anketiranih dalo je prednost softverskim aplikacijama iako je svega 40% izjavilo da je zaista koristilo softverske aplikacije (slika 3). Ovo pokazuje da su korisnici svesni prednosti softverskih i nedostataka hardverskih aplikacija, a oni koji nisu koristili softverske aplikacije na neki način su saznali o mogućnostima softverskih aplikacija (razgovor, posmatranje rada drugog korisnika, informacije iz štampe ili drugih izvora itd.).

Stav anketiranih na pitanje čemu daju prednost u fazi analize leta



Slika 3. – Stav anketiranih korisnika na pitanje kojim aplikacijama daju prednost kada je u pitanju analiza leta

Prema anketiranim korisnicima, najveći nedostaci hardverskih aplikacija u fazi analize leta su:

- pojednostavljena analiza, malo detalja o izvršenom letu, nemogućnost 3D analize, komplikovana manipulacija opcijama tokom analize (šest odgovora),
- veličina displeja, mala rezolucija displeja (pet odgovora),
- nema/uglavnom nema (dva odgovora),
- opšte slabe mogućnosti analize (jedan odgovor).

Veoma je zanimljivo da anketirani korisnici nisu dali primedbe na nedovoljno prilagođen interfejs kao što je bio slučaj u većini prethodnih odgovora. Verovatan razlog je što prijemnici imaju opšte slabe mogućnosti analize leta pa korisnici svode analizu na pregled putanje vazduhoplova i – eventualno – na analizu profila leta. Ovakvo stanje dokazuje još nešto: **nepostojanje određenih funkcionalnosti izaziva promenu svesti i navika korisnika**, pa – u slučaju analize leta – oni počinju da veruju da analiza nije toliko važna, da analiza nije neophodna. Višedecenijska praksa vazduhoplovstva nesumnjivo potvrđuje da je analiza leta veoma važan element u obuci vojnih pilota, a ovo je posebno izraženo prilikom obavljanja složenih letačkih aktivnosti kao što su taktičke vežbe i združena taktička uvežbavanja. U modernim armijama, vazduhoplovstva su opremljena informacionim sistemima koji omogućavaju praćenje i analizu letačkih aktivnosti u realnom vremenu, što obezbeđuje visok nivo situacione informisanosti, brzu reakciju i brzo prilagođavanje izvršavanja letačkih aktivnosti. Mogućnost analize leta uz pomoć podataka sačuvanih u GNSS prijemniku je veoma važna, posebno ako se ovo sredstvo uvede kao standardni deo navigacijske opreme vazduhoplova. Upravo zbog toga, neophodno je razviti veće mogućnosti izvršavanja analize leta pre svega pomoću PC softvera, a zatim i pomoću samih prijemnika.

## 2. ZAKLJUČAK

Portabilni GNSS prijemnici namenjeni vazduhoplovnoj navigaciji predstavljaju veoma pouzdano, prihvatljivo praktično i relativno jeftino rešenje korišćenja GNSS bez investiranja u skupe ugradne vazduhoplovne sisteme. Pored niza dobrih osobina, ovi uređaji ipak ispoljavaju nedostatke na aplikativnom, hardverskom i dizajnerskom nivou. Ove nedostatke bilo je potrebno identifikovati iz nekoliko razloga:

- korisnici moraju biti svesni ograničenja uređaja i softvera, kao i rizika koji nose neka od ovih ograničenja (pouzdanost sistema, mogućnost ometanja, ograničenja interfejsa itd.),

- proizvođači hardvera slabo saraduju sa specifičnim korisničkim grupama pa ne postoji dovoljna obazrivost proizvođača prilikom dizajniranja i izrade uređaja za specifičnu namenu,
- funkcionalnost aplikacija koje se izvršavaju na PC platformama i na samim uređajima je delimično zadovoljavajuća, što je dobar razlog da se softverska industrija ozbiljnije pozabavi kreiranjem vrhunskih aplikacija koje će odgovarati svim specifičnim korisničkim zahtevima,
- ovaj rad može pomoći dizajnerima softvera i programerima koji se samostalno bave kreiranjem GNSS aplikacija pri definisanju zahteva koje aplikacija mora da ispuni.

GNSS će veoma ambiciozno nastaviti da se razvija, nastojeći da postane zvanično priznato sredstvo vazduhoplovne navigacije što će se prvo dogoditi u SAD. Razvijaju se i zemaljski i kosmički segmenti, a preduzimaju se i obimne aktivnosti za unapređenje pouzdanosti i preciznosti sistema uvođenjem rešenja kao što su WAAS, LAAS, EGNOS, MSAS, i sistemi pseudolita. U industrijskom sektoru koji se bavi proizvodnjom GNSS prijemnika i drugih uređaja, kao i u sektorima pružanja usluga zasnovanih na GNSS, predviđaju se ogromni profiti koje se jedino mogu uporediti sa profitima koje danas ostvaruju proizvođači i operateri mobilne telefonije [9]. Uvidevši ekonomski i bezbednosni značaj GNSS, nekoliko zemalja uključilo se u trku sa SAD i Rusijom kako bi dizajnirali i operacionalizovali sopstveni GNSS (Evropska Unija – Galileo, Kina – Beidou/COMPAS [10], Indija – IRNSS [11]).

## Reference

- [1] The White House, *Statement by the President regarding the United States' decision to stop degrading Global Positioning System accuracy*, 2000., [http://www.ostp.gov/html/0053\\_2.html](http://www.ostp.gov/html/0053_2.html)
- [2] Air Force Link, *Global Positioning System Fact Sheet*, 2007., <http://www.af.mil/factsheets/factsheet.asp?fsID=119>
- [3] Information-Analytical Centre (IAC), *GLONASS*, <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=202:1:17168113916728783690>
- [4] Directorate-General Energy and Transport, *Galileo*, [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/intro/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/intro/index_en.htm)
- [5] Wikipedia, *Global Navigation Satellite System*, <http://en.wikipedia.org/wiki/GNSS>
- [6] Garmin, *eTrex*, <https://buy.garmin.com/shop/shop.do?pID=6403>
- [7] Lovrance Electronics Inc., *AirMap 2000 Aviation Mapping GPS Receiver Operating Instructions*, 2004., [http://www.lowrance.com/manuals/Files/airMap2000c\\_0148-471\\_080504.pdf](http://www.lowrance.com/manuals/Files/airMap2000c_0148-471_080504.pdf)
- [8] Only GPS, *C-MAP AV-MAP EKP-IV Portable AVIATION GPS Better than Garmin 296*, 2007. <http://store.onlygps.com/-strse-222/C-dsh-MAP-AV-dsh-MAP-EKP-dsh-IV-Portable/Detail.bok>
- [9] European Commission, *The Galilei project, GALILEO Design Consolidation*, 2003, [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/doc/galilei\\_brochure.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/doc/galilei_brochure.pdf)
- [10] Wikipedia, *Beidou navigation system*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou\\_navigation\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_navigation_system)
- [11] Wikipedia, *Indian Regional Navigation Satellite System*, <http://en.wikipedia.org/wiki/IRNSS>



Novak Đorđijević, major - Komanda Vazduhoplovstva i Protivvazduhoplovne odbrane, Zemun Oblasti interesovanja: vazduhoplovni informacioni sistemi, veštačka inteligencija, kriptologija