

Analiza uzroka nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova povezanih s vizualnom navigacijom

Kuzmanović, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:848388>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marko Kuzmanović

**ANALIZA UZROKA NESREĆA JEDNOMOTORNIH KLIPNIH
ZRAKOPLOVA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Zrakoplovna navigacija I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3411

Pristupnik: **Marko Kuzmanović (0135228967)**
Studij: **Aeronautika**
Smjer: **Pilot**
Usmjerenje: **Civilni pilot**

Zadatak: **Analiza uzroka nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova povezanih s vizualnom navigacijom**

Opis zadatka:

U radu je potrebno opisati navigacijske postupke vezane za vizualno letenje. Potom je potrebno definirati očekivane uzroke nesreća koji su posljedica neadekvatnih navigacijskih postupaka u vizualnom letenju. Student će prikupiti i obraditi podatke o nesrećama malih jednomotornih zrakoplova te analizirati učestalost pojedinih uzroka nesreća. Zaključno, potrebno je predložiti preporuke za izbjegavanje nesreća povezanih s vizualnom navigacijom.

Zadatak uručen pristupniku: 14. ožujka 2016.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



dr. sc. Tomislav Radišić

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA UZROKA NESREĆA JEDNOMOTORNIH KLIPNIH
ZRAKOPLOVA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM**

**ANALYSIS OF SINGLE ENGINE PISTON AIRCRAFT
ACCIDENT CAUSES RELATED TO VISUAL NAVIGATION**

Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Radišić

Student: Marko Kuzmanović

JMBAG: 0135 228 967

Zagreb, srpanj 2016. g.

SAŽETAK

Vizualna navigacija pilotu omogućava lako i brzo određivanje položaja svog zrakoplova, ukoliko se pilot zna služiti pravilnim postupcima i procedurama. Ova vrsta određivanja i praćenja položaja zrakoplova prisutna je od samih početaka zrakoplovstva i tokom godina se nastavljala razvijati. Zanimljivo bi bilo znati podatak da li dan danas piloti rade greške u nečemu što je prihvatljivo bilo za pogriješiti od pionira zrakoplovstva. U ovom radu će biti obrađeni i analizirani uzroci nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova povezanih s vizualnom navigacijom. Biti će opisani postupci vezani za vizualno letenje, definirani očekivani uzroci takvih nesreća te analizirani podaci koji će dati zaključke i potrebne preporuke. Iako je zrakoplovna nesreća sama po sebi nepoželjan događaj koji stvara ugrozu ljudskih života i imovine, ista ta nesreća je pouka i edukacija te pripomoć u daljnoj prevenciji i radu na sprečavanju istih. Cilj cijele zrakoplovne industrije jest dovesti broj nesreća na najmanju moguću mjeru jer je potpuno iskorijenje nesreća utopija.

KLJUČNE RIJEČI: vizualna navigacija; uzroci; jednomotorni klipni zrakoplovi; VFR;

SUMMARY

Visual navigation enables a pilot to easily and quickly determine the position of his aircraft, if the pilot knows how to use the correct processes and procedures. This way of aircraft's position determining and following was presented from the beginnings of aviation and continued to develop throughout the years. It would be interesting to know the fact if even today pilots do same mistakes in something that was acceptable for mistake making from aviation pioneers. This paper will present elaboration and analysis of single engine piston aircraft accident causes related to visual navigation. Procedures related to visual flying will be described as well as defining expected accident causes and analysis of data which will then provide conclusions and required recommendations. Although aviation accident alone is an undesired event that endangers people's lives and property, that same accident is a lesson and education in further accident prevention. The goal of the whole aviation industry is to minimize the number of accidents because accident eradication is an utopia.

KEYWORDS: visual navigation; causes; single engine piston aircraft; VFR

SADRŽAJ

1.) UVOD	1
2.) NAVIGACIJSKI POSTUPCI ZA VIZUALNO LETENJE	2
2. 1.) VIZUALNA PRAVILA LETENJA.....	2
2. 2) NAVIGACIJSKI POSTUPCI.....	5
2. 2. 1.) PRIPREMA.....	5
2. 2. 1. 1.) Opća navigacijska priprema.....	5
2. 2. 1. 2.) Prethodna navigacijska priprema.....	6
2. 2. 1. 3.) Izvršna navigacijska priprema.....	10
2. 2. 2.) NAVIGACIJA U LETU	11
3.) UZROČNICI NESREĆA POVEZANI S VIZUALNOM NAVIGACIJOM	12
3. 1) GUBITAK ORIJENTACIJE POLOŽAJA U ODNOSU NA ZEMLJU	12
3. 2.) ULAZAK U INSTRUMENTALNE METEOROLOŠKE UVJETE	13
3. 3.) LETENJE U NOĆNIM VIZUALNIM UVJETIMA	15
3. 4.) SUDARI ZRAKOPLOVA U VIZUALNOM LETENJU	17
3. 5.) NESREĆE UZROKOVANE ILUZIJAMA, PROSTORNA IZGUBLJENOST.	18
3. 6.) OTKAZ NAVIGACIJSKE OPREME ZA VIZUALNO LETENJE	20
4.) OBRADA PODATAKA O NESREĆAMA	21
4. 1.) UZORAK OBRADIVANJA PODATAKA	21
4. 2.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANE SA IMC UVJETIMA	22
4. 3.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANI SA NOĆNIM VFR LETENJEM.....	26
4. 4.) PRIMJERI SUDARA ZRAKOPLOVA U VIZUALNOM LETENJU.....	30
4. 5.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANI SA GUBITKOM ORIJENTACIJE.....	33
4. 6.) PRIMJERI NESREĆA ZBOG PPROBLEMA SA NAV. OPREMOM.....	36
5.) ANALIZA UČESTALOSTI UZROKA NESREĆA	37
5. 1.) REPREZENTATIVNI UZORAK.....	37
5. 2.) ANALIZA UZROKA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM.....	38
5. 2. 1.) Analiza ukupnog broja.....	38
5. 2. 2.) Analiza s obzirom na uzroke	40
5. 2. 3.) Analiza ostalih čimbenika	44
6.) PREPORUKE ZA IZBJEGAVANJE NESREĆA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM.....	53

7.) ZAKLJUČAK.....	56
LITERATURA	57
POPIS KRATICA	58
POPIS SLIKA	60
POPIS TABLICA.....	61
POPIS GRAFIKONA.....	62

1.) UVOD

Letenje malim jednomotornim klipnim zrakoplovima je tip letenja kroz koji svaki pilot na svijetu mora proći ako želi dospjeti do većih zrakoplova i raditi u aviokompanijama. Princip letenja je isti, no procedure se nešto razlikuju. Tako i sama navigacija ovakvih manjih zrakoplova ima svoje procedure, bila ona instrumentalna ili vizualna. Problemi nastaju kada procedura zakaže ili se počine greške u istima. Ovaj rad će analizirati upravo uzroke grešaka i njihovu učestalost koje su počinjene u vizualnoj navigaciji ovakvih zrakoplova, na uzorku desetogodišnjih dostupnih podataka.

Uvom radu će se pristupiti analizi na temelju dostupnih već završenih izvješća o nesrećama jednomotornih klipnih zrakoplova. Područje koje će obuhvatiti istraživanje biti će ono Sjedinjenih Američkih Država u razdoblju od 2004. g. – 2014. g. Razlog tomu jest dobivanje šire i sveobuhvatne slike zbog većeg tržišta zrakoplova generalne avijacije u SAD-u, nego što bi to primjerice bilo u Republici Hrvatskoj. Također, dostupnost podataka potrebnih za istraživanje jest puno veća i šira.

Analizom će biti obuhvaćeni najčešći jednomotorni klipni zrakoplovi koji lete na tom tržištu, koji su doživjeli nesreće u istraživanom desetogodišnjem razdoblju. Izdvajanjem nesreća povezanih s vizualnom navigacijom dobiti će se dovoljan uzorak koji će moći predstavljati cjelinu. Cilj ovog istraživanja i analize jest obraditi nesreće i izdvojiti najčešće uzroke nesreća povezanih s vizualnom navigacijom i ostale utjecajne čimbenike. Svrha jest doći do zaključaka, trendova i konkretnih preporuka za izbjegavanje ovakvih nesreća. Glavni izvor potrebnih podataka za ovu analizu i istraživanje jest registar zrakoplovnih nesreća američkog Nacionalnog Ureda za Sigurnost Prometa (National Transportation Safety Board – NTSB).

U poglavlju 2. biti će predstavljena opća pravila i postupci za vizualno letenje i vizualnu navigaciju. Očekivani uzroci nesreća na temelju prijašnjih iskustava će biti definirani u poglavlju 3. , a nakon njih će se vršiti obrada dijela obrađivanih podataka o nesrećama u poglavlju 4. u kojima će biti predstavljeni tipični primjeri nesreća na temelju očekivanih uzroka. Glavna analiza će biti predstavljena u 5. poglavlju sa utjecajnim čimbenicima i zaključcima na temelju kojih će biti dane određene preporuke za izbjegavanje ovakvih nesreća u poglavlju 6. Cjelokupni zaključak ovog rada će biti predstavljen u 7. poglavlju.

Vizualna navigacija je temeljni princip vizualnog letenja i prvi oblik navigacije u začetcima zrakoplovstva. Zanimljivo će biti proučiti rezultate analize i ustanoviti da li su još uvijek zastupljenije pogreške u postupcima koji su prisutni u zrakoplovstvu od samih početaka avijacije te kojim su čimbenicima uzrokovane.

2.) NAVIGACIJSKI POSTUPCI ZA VIZUALNO LETENJE

2. 1.) VIZUALNA PRAVILA LETENJA

Navigacijski postupci u letenju su skup postupaka, ali i procedura koje omogućavaju pilotu orijentaciju, određivanje pozicije i vođenje zrakoplova od polazišta do odredišta. Takvi postupci moraju stvarati takav okvir pomoću kojeg će pilot zadovoljiti sve sigurnosne standarde, tj. osigurati siguran i učinkovit let.

Svaki je let upravljan pod određenim pravilima letenja koja ovise o meteorološkim uvjetima i samoj odluci pilota. Ta pravila mogu biti:

- a) vizualna pravila letenja (visual flight rules - VFR) – skup pravila ili propisa po kojima pilot upravlja zrakoplovom uspoređujući vanjske orijentire, reljef sa orijentirima na karti, pritom ne oslanjajući se na navigacijske instrumente,
- b) instrumentalna pravila letenja (instrument flight rules - IFR) – skup pravila ili propisa po kojima pilot upravlja zrakoplovom isključivo pomoću instrumenata i uređaja na zrakoplovu te na Zemlji bez korištenja vanjskih vizualnih referenca.

Iako su to dva različita pravila, imaju zajednički segment računske navigacije, samo je razlika u tome što kod VFR-a računsku navigaciju provodi sam pilot, dok kod IFR-a instrumenti i računala zrakoplova, što naravno ne isključuje zahtjev da pilot koji leti pod IFR pravilima mora biti detaljno upoznat sa postupcima za vizualno letenje, [1].

Vizualno letenje je bio prvi oblik letenja, odnosno takvih navigacijskih postupaka kojima se vizualno motrilo i uspoređivalo objekte na Zemlji i na karti te se koristi i dan danas. Da bi pilot učinkovito izvršavao takav oblik letenja mora razviti tu sposobnost u praksi, odnosno u zraku vježbom uočavanja i prepoznavanja orijentira na karti na različitim visinama i brzinama zrakoplova kojim upravlja. Pouzdanost kojom pilot vodi vizualnu navigaciju ovisi o: količini pripreme koju je uložio za predstojeći let, koliko je sam pilot uvježban za uočavanje i prepoznavanje orijentira te o prevladavajućim meteorološkim uvjetima, tj. količini vanjske vidljivosti, [2].

Jedna od najvažnijih uvjeta vizualnih pravila letenja su propisane meteorološke granice. Da bi se za određeni let primjenjivala vizualna pravila letenja, vrijeme odnosno atmosferske prilike moraju biti takve da zadovolje određene minimume pri kojima će pilot uopće moći vršiti vizualnu navigaciju, odnosno vizualne navigacijske postupke. Ti minimumi moraju biti zadovoljeni od polaznišnog aerodroma cijelom rutom do odredišnog aerodroma. Dakle, uvjeti moraju biti vizualni meteorološki uvjeti (visual meteorological conditions – VMC). U tablici 1. prikazani su propisani minimumi za VMC uvjete prema ICAO Annex 2 – Rules of the Air.

Tablica 1. - Propisana udaljenost od oblaka s obzirom na visinu i klasifikaciju zračnog prostora, VMC minimumi

VISINA	KLASA	MIN. VIDLJIVOST	MIN. UDALJENOST OD OBLAKA
Na i više od 3050m (10 000ft) AMSL	A,B,C,D,E,F,G	8 km	1500 m horizontalno 300m (1000ft) vertikalno
Ispod 3050m (10000ft) AMSL i iznad, 900m (3000ft) AMSL ili 300m (1000ft) iznad terena, koja god je visina veća	A,B,C,D,E,F,G	5 km	1500 m horizontalno 300 m (1000ft) vertikalno
Na ili ispod 900m (3000ft) AMSL ili 300m (1000ft) iznad terena, koja god je visina veća	A,B,C,D,E	5 km	1500 m horizontalno 300 m (1000ft) vertikalno
	F,G	5 km*	Nema oblaka, jasna vidljivost na površinu zemlje
VIZUALNI METEOROLOŠKI UVJETI - VMC			

Izvor: [3]

*min. vidljivost u letu može biti smanjena na 1. 5 km u nekim zemljama za letove čija brzina kretanja omogućava pravodobno uočavanje drugog prometa ili prepreka prije sudara.

Ostale napomene:

- kada je tranzicijska visina manja od 10 000ft upotrebljava se FL100 za referencu,
- helikopterima je dopuštena čak i manja vidljivost u letu od 1. 5 km ako će pilot na vrijeme uočiti nadolazeći promet,
- VMC minimumi u tablici 1. za klasu A zračnu prostora se koriste isključivo kao referenca pilotu koja ne dopušta automatski VFR letove u klasi A zračnog prostora, koji su inače zabranjeni.

Osim propisane vidljivosti i udaljenosti od baze oblaka postoje i zahtjevi vertikalnog nadvišavanja. Propisano je da osim polijetanja, slijetanja ili posebne dozvole nadležne vlasti, nije dozvoljen let VFR letovima ispod 500 ft (150 m) iznad vode ili površine i ispod 1000 ft (300 m) iznad najvišlje prepreke u radijusu od 600 m unutar naseljenog mjesta ili područja sa većim brojem ljudi na istom mjestu. Također max. visina na kojoj može biti vršen VFR let je nivo leta 200, a u RVSM prostoru *reduced vertical separation minima*, nivo leta 290. Zbog visinske separacije VFR let u režimu krstarenja će krstariti na nivou leta koji će završavati na 5, primjerice; FL65, FL75 ili na visini koja će završavati na 500, primjerice; 5500ft, 6500ft. . .

Važno je napomenuti dva posebna slučaja vizualnih pravila letenja. To su:

- a) posebna VFR pravila letenja (special VFR rules),
- b) noćna VFR pravila letenja (night VFR rules).

Special VFR – VFR let koji se vrši ispod propisanih VMC minimuma za kojeg kontrola leta daje odobrenje dok zrakoplov ne dođe u dozvoljene VMC uvjete. Smije se vršiti samo u kontroliranoj zoni (control zone – CTR).

Night VFR – VFR let koji se vrši tokom noći između zalaska i izlaska Sunca pod uvjetima koje propisuje nadležna kontrola leta.

Vizualna orijentacija koja spada pod VFR pravila se dijeli na:

- a) opću orijentaciju,
- b) detaljnu orijentaciju.

Opća orijentacija – provodi se određivanjem većih orijentira na obzorju i za njeno provođenje potrebno je prepoznati najmanje jedan veliki orijentir, primjerice pilot utvrdi da se nalazi iznad Vranskog jezera.

Detaljna orijentacija – provodi se na temelju opće orijentacije uspoređivanjem zemlje i karte u najmanji orijentir ili objekt u datom trenutku, dakle određuje se stvarna pozicija zrakoplova, a ne približna kao u općoj, [2].

2. 2) NAVIGACIJSKI POSTUPCI

2. 2. 1.) PRIPREMA

Navigacijska priprema leta je početni i prvi dio navigacijskih postupaka, možda i najvažniji. Bit i svrha navigacijske pripreme jest naravno da se pilot pripremi za sve predstojeće navigacijske zadatke u svrhu izvršavanja sigurnog leta. Prije samog leta pilot mora osigurati dovoljno vremena za kvalitetnu navigacijsku pripremu koja ovisi o obuci, iskustvu i teorijskim znanjima samog pilota. Rezultat dobre i kvalitetne pripreme jest da pilot kada je u zraku ima dovoljno vremena baviti se ostalim zadaćama te ima manji "workload" jer može biti pouzdan u svoju poziciju. To se posebno očituje u slučaju izvanredne situacije. Ako se pilot površno i slabo pripremi ili ako se uopće ne pripremi doći će do možebitnog gubitka orijentacije, a u slučaju ako pilot svjesno se nije pripremio te uzrokovao nesreću sa posljedicama zbog izostanka pripreme, može i kazneno odgovarati. No, naravno pilot se može izgubiti i sa dobrom pripremom ovisno o okolnostima, ali već će unaprijed imati razrađene postupke i procedure za povratak orijentacije. Navigacijska se priprema može podijeliti na tri dijela:

- 1) opća navigacijska priprema,
- 2) prethodna navigacijska priprema,
- 3) izvršna navigacijska priprema, [1].

2. 2. 1. 1.) Opća navigacijska priprema

Služi za pripremanje pilota za obavljanje navigacijskih zadaća, tj. školovanje pilota koje nije vremenski ograničeno, provodi se kontinuirano. Sastoji se od općih principa koje će pilot primjenjivati u zraku, poput ponavljajućih proračuna napamet, metoda uspoređivanja, procjena navigacijskih elemenata. . . Sastoji se od:

- a) opća priprema karte,
- b) proučavanje područja letenja,
- c) oblet područja letenja,
- d) provjeravanje navigacijske opreme.

Opća priprema karte – izravna obaveza pilota jest dobro pripremiti svoju kartu jer je on njen izravni korisnik. Kod vizualnih pravila letenja će se koristiti VFR karte nadležne kontrole letenja za koje treba utvrditi da su posljednja verzija te da su u pravom mjerilu. Karta treba biti uredna i tako posložena da ne zaklanja pogled. Dobro pripremljena karta olakšava rad i na zemlji i u zraku, [2].

Proučavanje područja letenja – definira se kao prostor oko zračne luke na kojoj pilot izvodi najviše letačkih operacija. Kada je to područje proučeno tako da pilot jako brzo prepozna sve značajne orijentire čak i bez upotrebe karte, te u svakom trenutku zna gdje se nalazi, onda je pilot potpuno upoznat sa letačkim područjem. Pilot proučava osnovni reljef područja poput planina, udolina, brežuljaka, grebena, najvišjih planinskih vrhova i obilježja vegetacije na tom reljefu. Nakon toga se mora upoznati sa naseljenim mjestima i njihovim značajkama te rasporedu. Uvelike pomaže prepoznavanje određenih infrastrukturnih objekata poput željezničkih pruga, cesta, autocesta, mostova, zavoja itd. . . Također je potrebno poznavati klimatološke promjene tog područja, terene za prisilna slijetanja, druga manja letjelišta. Iznimno je

važno biti upoznat sa matičnim aerodromom pošto će se na istom vršiti najviše operacija, ali naravno i na sve ostale aerodrome na koje će se letjeti kao i one duž rute. Raspored pista, pilotažne zone, zabranjene zone su dijelovi područja koji trebaju biti automatski prepoznati. Iako se radi o VFR letenju, iznimno je korisno i poznavati frekvencije te položaje radionavigacijskih uređaja u slučaju gubitka vizualnog kontakta sa površinom zemlje, [2].

Oblet područja letenja – let koji se vrši kako bi se pilot upoznao sa područjem na kojem će se izvoditi najviše letačkih operacija. To može biti inicijalni let gdje se neće samo upoznati sa zrakoplovom već i okolinom. Isto tako oblet mogu vršiti i iskusni piloti kako bi se upoznali s promjenom područja letenja zbog primjerice promjenjenih klimatoloških uvjeta poput novonastalog snijega ili promjene boje vegetacije. Na takvim letovima pilot mora memorizirati značajke područja, ali i tokom svih ostalih letova da bi stvorio sveukupnu sliku sa različitih visina i na različitim brzinama. Time će pilot već unaprijed moći vizualizirati kako će mu izgledati predstojeći let, [2].

Provjeravanje navigacijske opreme – dakako da prije svakog leta navigacijska oprema, uređaji i instrumenti trebaju biti pregledani i ispravni, te ispravnost potvrđena potpisom zrakoplovno-tehničkog osoblja. Po pitanju VFR-a, neki navigacijski uređaji neće biti toliko bitni jer ako pilot nema IFR dozvolu neće se ni znati koristiti njima. No, to ne znači da oni ne moraju biti ispravni za VFR let. Pogotovo je važno da kod VFR leta bude ispravan pilotski magnetni kompas te redovito kalibriran kao i žiro-magnetni kompas. Zrakoplovno-tehničko osoblje mora kalibrirati i servisirati navigacijske uređaje unutar propisanih rokova, što pilot mora provjeriti i utvrditi kao i što je dužan prijaviti kvar neke navigacijske opreme u letu, kako bi se izvršio izvanredni pregled i održavanje.

2. 2. 1. 2.) Prethodna navigacijska priprema

Priprema koja se obično vrši dan prije leta. Služi kako bi se pilot navigacijski pripremio za konkretni nadolazeći let. Pilot bi trebao biti uvježban da je odradi i unutar sat vremena ili pola sata prije leta ako je potrebno. Ona je unaprijed definirana i sastoji se od:

- a) izbor navigacijske rute,
- b) određivanje profila leta,
- c) navigacijski proračuni i popunjavanje navigacijskog plana,
- d) upisivanje i ucrtavanje navigacijskih elemenata na kartu,
- e) proučavanje rute, [1].

Izbor navigacijske rute – pri odabiru rute vodi se načelom da se odabire najkraći put između aerodroma polijetanja i slijetanja. Pri odabiru takve rute postoje i drugi elementi koji se moraju uzeti u obzir. Mora se osigurati najjednostavnija orijentacija, da će ta ruta osigurati nadvišavanje svih prepreka, tj. reljefa, da se neće uletjeti u zabranjene zone te da će na toj ruti za vrijeme leta vremenske prilike dozvoljavati let po istoj. Naravno, da će ti elementi utjecati na promjenu rute što ne mora davati najkraći put između polazišta i odredišta, [1].

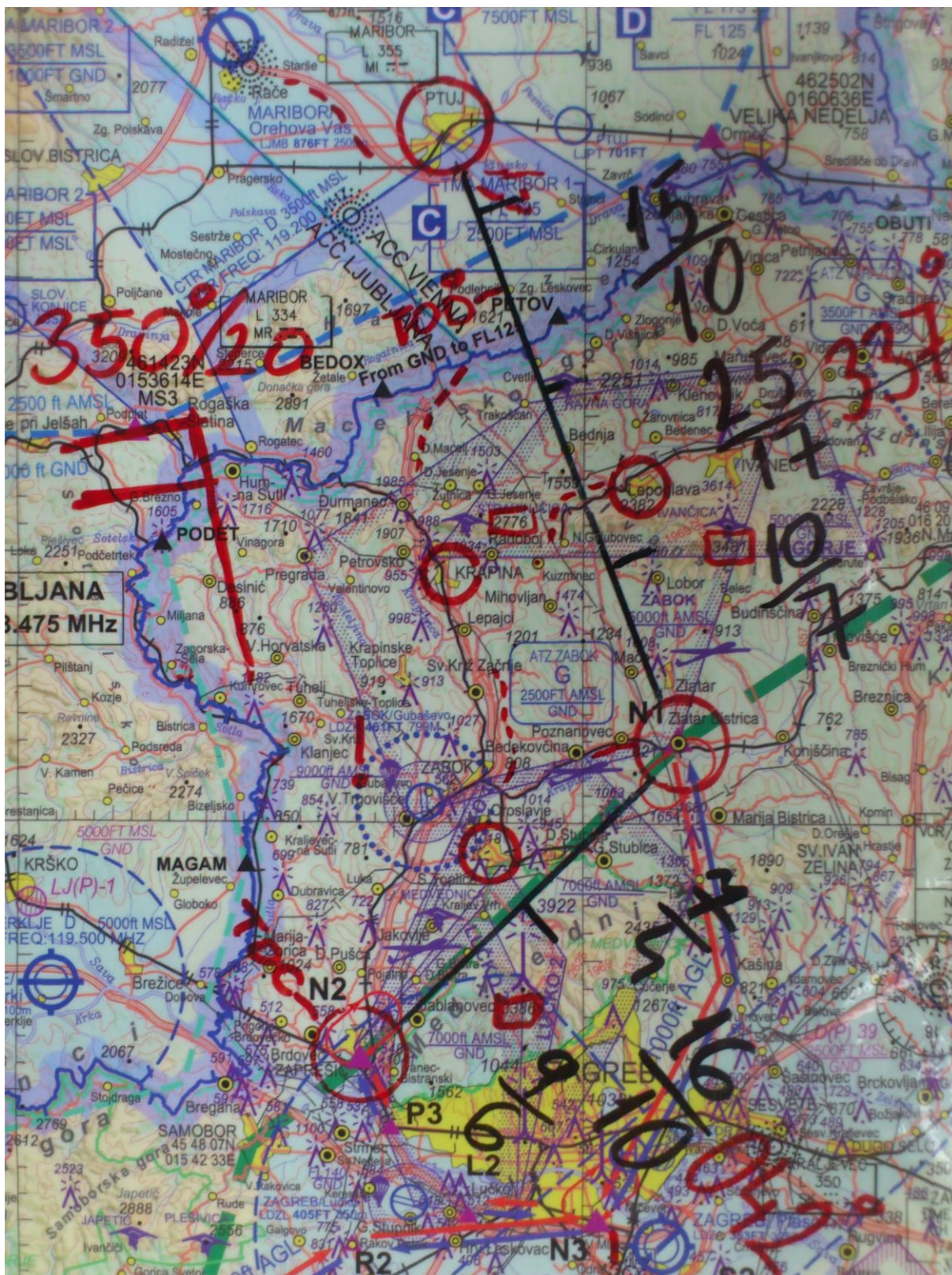
Određivanje profila leta – profil leta podrazumjeva kako će let izgledati u vertikalnom pogledu, odnosno jednostavnije pilot određuje u pripremi na kojim će visinama letjeti, te možebitne promjene od strane kontrole leta. Odabrane visine

Navigacijski proračuni i popunjavanje navigacijskog plana – navigacijski plan je temeljni dokument kojeg pilot izrađuje u svojoj navigacijskoj pripremi za vizualno letenje te kojim se vodi tokom leta. Jedan od najvažnijih navigacijskih postupaka jest točno proračunavanje navigacijskih elemenata koji se potom upisuju u navigacijski plan. Ti proračuni sadrže: etape rute, odabrane visine na tim etapama te aktualni podaci o smjeru i jačini vjetrova na tim visinama. Nadalje se izračunavaju pravi, magnetski, kompasni kursevi i smjerovi na temelju korekcije za vjetrove, varijacije i korekcije za grešku pilotskog magnetnog kompasa. Potrebno je poznavati zračnu brzinu (indicated air speed – IAS) i pravu brzinu (true air speed – TAS) kalibriranu za utjecaj visine. Na temelju pretpostavljenog vjetrova, izračunavati će se pretpostavljena brzina u odnosu na zemlju ili putna brzina (ground speed - GS) za svaku etapu. Zbog izmjerene udaljenosti i GS, imati ćemo pretpostavljeno vrijeme leta po ruti i potrošnju goriva. Svi pretpostavljeni proračuni će biti korigirani za stvarne tokom leta od strane pilota. To je i pilotova obveza tokom vođenja navigacijskog plana u vizualnom letenju. Na slici 1. prikazan je tipični navigacijski plan, koji se u ovom slučaju koristi u Hrvatskom zrakoplovnom nastavnom središtu, Fakulteta prometnih znanosti za zrakoplov Cessna 172, registarskih oznaka 9A-DAD. Prikazani primjer prikazuje let od aerodroma Lučko do zračne luke Maribor.

Slika 1. - Primjer popunjenog navigacijskog plana

Upisivanje i ucrtavanje navigacijskih elemenata na kartu – osim navigacijskog plana, karta za vizualno letenje, VFR karta treba biti također ispravno ucrtana i popunjena. Karta je osnovno sredstvo kojim će se VFR pilot voditi tokom leta. Na njoj primarno treba biti iscrtana ruta leta sa svim ostalim pripadajućim elementima:

- na svakom mjestu na karti gdje će se promijeniti pravac rute označava se prekretni orijentir sa crvenom kružnicom, kao primjerici točka N2 na slici 2. ,
- između dva prekretna orijentira sa manjim crvenim kružnicama ucrtavati će se kontrolni orijentiri. Oni služe za provjeravanje da li je pilot na planiranoj crti rute između dva prekretna orijentira. Na slici 2. to je npr. mjesto Lepoglava,
- svaki bolje uočljiv duljinski orijentir će se naznačiti po pilotovom izboru. Primjerice ravnim ili iscrtkanim crvenim crtama se mogu označiti pruge, autoceste, mostovi, tuneli. Autocesta između prekretnog orijentira Ptuj i zračne luke Maribor je primjer na slici 2. ,
- svi planinski vrhovi će biti označeni crvenim pravokutnikom ili drugačije po izboru pilota. Jako je važno označiti te vrhove prije odabira visina po pojedinim etapama radi sigurnog nadvišavanja u iznosima spominjanim u tablici 1. Primjer je vrh Ivanščice od 3 481 ft na slici 2. ,
- desno od crte rute za svaku etapu će se ucrtavati navigacijski razlomak crnom bojom. Brojnik će sadržavati duljinu etape u nautičkim miljama ili kilometrima, a nazivnik vrijeme leta na toj etapi u minutama. Desno od glavnog navigacijskog razlomka će crvenom bojom biti ucrtan magnetski kurs leta (magnetic course – MC) koji je zapravo izmjereni pravi kurs (true course – TC), korigiran za iznos varijacije u području u kojem će se letjeti,
- između svakog kontrolnog i prekretnog orijentira na otprilike polovici svake etape će biti ucrtan pomoćni navigacijski razlomak koji ima isti sadržaj kao i glavni, i služi za kontrolu puta po duljini. Kada se pilot nalazi iznad kontrolnog orijentira pomoću tog razlomka će utvrditi detaljnu orijentaciju,
- 5-minutna podijela će se ucrtavati sa crticama desno od crte rute. Označava vremensku podjelu od pet minuta po etapi,
- točka na kojoj će se mijenjati visina se ucrtava crvenom bojom na crti rute kao TOC - *top of climb* ili TOD - *top of descent*,
- kao pripomoć može se crvenom bojom na kartu ucrtati smjer i brzina prognoziranih vjetrova.



Slika 2. - VFR karta Hrvatske sa ucrtanom rutom Lučko-Maribor

Proučavanje rute – važno je prije leta proučiti kartu i vizualizirati cijeli let. Pilot mora pokušati zapamtiti sve prekretno i kontrolne orijentire, karakteristike naselja, planinske vrhove i važnije duljinske orijentire. Također važno je proučiti bočni pojas od crte rute u iznosu od 30% zbog mogućih odstupanja od namjeravane putanje. U slučaju izvanrednih situacija pilot treba proučiti dostupne terene za izvanredno slijetanje i okolne aerodrome po cijeloj ruti.

2. 2. 1. 3.) Izvršna navigacijska priprema

Zadnji oblik pripreme koji se provodi prije samog leta. Provodi se na temelju dostupnih aktualnih meteoroloških podataka i novih informacija koje mogu utjecati na let, poput NOTAM-a, promjeni zrakoplova, drugačijeg vremena polijetanja, stanjima zrakoplova i zračne luke. . .

NOTAM - *notification to airmen* je skup informacija koje se izdaju za aktualni dan od kontrole letenja koje pilot obavezno mora proučiti po duljini cijele rute. One mogu sadržavati informacije o novonastalim zabranjenim zonama letenja, jedriličarskim aktivnostima, padobranskim aktivnostima, radovima na aerodromu ili kvarovima navigacijskih sustava itd. . .

METAR - *Meteorological Aerodrome Report*, TAF - *Terminal Aerodrome Forecast* i SWL - *significant weather chart* su osnovni meteorološki podaci koje VFR pilot koristi prije leta. TAF će prognozirati za 24 h unaprijed, a METAR za 2 h unaprijed. Zato se TAF koristi u prethodnoj pripremi, a METAR u izvršnoj. METAR će pilotu dati podatke o mogućim padalinama, jačini naoblake na različitim visinama, zonama zaleđivanja, temperaturi, rosištu, jačini turbulencija, stupnju vidljivosti, magli, nadolazećim frontama i vjetru. Ako će let trajati više od dva sata i planira se letjeti cijeli dan onda se i TAF koristi u izvršnoj pripremi koji daje iste informacije i tendencije.

Posebno je važan ažuriran podatak o smjeru i jačini vjetra. Na temelju njega pilot će korigirati ili nadopuniti kurseve, putnu brzinu i vrijeme leta sa predviđenim vremenima dolaska po etapama u navigacijskom planu i na karti.

2. 2. 2.) NAVIGACIJA U LETU

Nakon što je odrađena priprema započinje postupak navigacije u samom letu kada je pilot u zraku. Postupak navigacije će uvelike biti olakšan ukoliko je odrađena priprema bila temeljita. U vizualnom letenju pilot se služi metodom "*dead reckoning*" u kombinaciji sa vizualnim osmatranjem "*pilotage*".

Dead reckoning metoda se sastoji u tome da se predviđa vrijeme u kojem će zrakoplov biti iznad neke pozicije na temelju trenutne poznate pozicije. Primjerice ako je zrakoplov u 12:00h bio iznad točke A, sa brzinom od 100 čvorova (*knots* – kt) i točkom B za koju se zna da je udaljena 70 nautičkih milja (*nautical miles* – NM), predviđa se da će zrakoplov iznad točke B biti u 12:42h. Isto tako ako zrakoplov leti sa 100 kt u vremenskom periodu od 20 min, pilot zna da je preletio 33 NM.

Pilotage metoda je zapravo metoda kontinuiranog uspoređivanja terena i karte, što je glavni navigacijski postupak u vizualnom letenju. Nedostatak *dead reckoning* metode je taj što vjetar sa svojim smjerom i brzinom utječe na vrijeme dolaska i brzinu leta. Jer ako pilot primjerice ima čeon vjetar zna da će kasniti i mora ili produljiti vrijeme dolaska na prekretni orijentir ili povećati brzinu da stigne u željeno vrijeme. Ovom metodom uspoređivanja terena i karte će znati da li je na orijentiru na kojem je trebao biti ili na nekom orijentiru koji je prije ili kasnije od željenog.

Ako primjerice na sredini jedne etape rute imamo odstupanje od smjera etape od dva stupnja u lijevo sa dvostrukom korekcijom u od četiri stupnja u desno, odnosno suprotnom smjeru, pilot će doći na željeni orijentir na kraju etape ili ako dođe prije orijentira, vraća se u korekciju od dva stupnja u desno da drži pravac etape.

Tokom leta preporuča se pratiti za sve pravce leta (*heading*) po žiromagnetnom kompasu jer je on stabilniji od pilotskog-magnetnog kompasa, ali uz njegovu korekciju na temelju magnetog svakih 15 min zbog greške precesije. Magnetni kompas je pouzdan samo u ravnom horizontalnom letu.

Dakle priprema, uspoređivanje karte i terena, predviđanje vremena dolaska, računanja korekcija zbog vjetra i ispravljanje su osnovni navigacijski postupci u VFR letenju.

3.) UZROČNICI NESREĆA POVEZANI S VIZUALNOM NAVIGACIJOM

3.1.) GUBITAK ORIJENTACIJE POLOŽAJA U ODNOSU NA ZEMLJU

Kako je već spomenuto u poglavlju 2. , vizualna navigacija se temelji na uspoređivanju karte i terena iznad kojeg pilot leti. Kada pilot izgubi svjesnost o svom položaju u odnosu na kartu, odnosno kada pilot na zemlji vidi ono što ne može naći na karti, tada je izgubio svjesnost o položaju svog zrakoplova.

U situaciji gubitka orijentacije, pilot će se gotovo uvijek naći u stanju velike nelagode i stresa. Razlog tomu je potpuna izgubljenost u vremenu i prostoru gdje se ne mogu prepoznati niti najveći osnovni orijentiri, ne postoji plan o tome kojim kursom nastaviti let i koji su najbliži aerodromi za slijetanje. U takvom stanju psihološke blokade, mora se nastaviti upravljanje zrakoplovom, vođenje komunikacije te pokrenuti postupak za uspostavljanje izgubljenosti orijentacije.

Taj problem pilot mora razriješiti sam ili uz pomoć kontrole leta, koja u određenim ekstremnim situacijama neće uvijek biti tu da "vodi pilota za ruku". U pravilu ta izgubljenost nastaje kada se izgubi vođenje opće orijentacije objašnjenom u poglavlju 2. Glavno je da pilot ostane smiren i da ne paničari te da donosi racionalne odluke.

Glavni uzroci gubitka položaja u odnosu na zemlju bez utjecaja vanjskih čimbenika su: slabo poznavanje područja letenja, slaba navigacijska priprema, ne držanje korekcija kurseva zbog vjetrova, ne održavanje proračunatih vremena preleta, [2].

Zbog slabog poznavanja područja letenja, ukoliko se prvi put leti u nekom području ili ako se prije letjelo, no pilot je slabo upoznat sa istim, doći će do poteškoća. Naime, u području koje ne poznaje pilot će otežano prepoznavati opće orijentire, stoga je od iznimne važnosti imati ispravno popunjenu kartu. Ukoliko pilot nema kartu, gotovo je sigurno da će se izgubiti jer jednostavno ne prepozna teren ispod sebe.

Ukoliko je pilot izvršio slabu navigacijsku pripremu što podrazumjeva da je nekvalitetno ispunio navigacijski plan, nije pripremio kartu i nije proučio područje letenja može doći do gubitka orijentacije, iako je to možda područje s kojim je pilot dobro upoznat.

Također, ako se ne pridržavaju korekcije kurseva za vjetar, ako je dovoljno jak, vjetar će nanijeti zrakoplov u neko područje koje pilot možda neće poznavati. Isto je sa proračunima vremena preleta, ukoliko se ne prati kontrola rute po vremenu i dolazi do kašnjenja primjerice, troši se više goriva nego je to očekivano.

Kada je pilot izgubljen zbog neodržavanja orijentacije i ne uspije povratiti istu vrlo vjerojatno će doći do nesreće. Te se nesreće mogu manifestirati u nekoliko oblika.

Primjer je kada se pilot nalazi u stanju izgubljenosti kako mu je smanjen spektar mogućnosti da obavlja više zadataka. U takvom psihološkom stanju ukoliko je letio na nižim visinama može potpuno zaboraviti na održavanje dostatnog odstojanja od

tla dok pokušava se snaći na karti. Dok se primjerice bavi kartom i kompasom može zahvatiti vrhove drveća ili npr. dalekovoda.

Ako je letio u planinskom području i nastupi gubitak orijentacije može doći do uleta zrakoplova u neki uski planinski lanac iz kojeg se više ne može okrenuti za 180°. Tada će doći do kontroliranog leta u neku planinu.

Jedan od oblika nesreće jest ako je pilot zaokupljen pokušajem uspostava orijentacije i ne prati parametre instrumenata. U tom slučaju može doći do nestanka goriva jer pilot nije pratio stanje pokazivača razine goriva. Naravno, zrakoplov mora na prisilno slijetanje jer će ostati bez goriva. Može se dogoditi da se ne prati umjetni horizont gdje može doći do gubitka kontrole zrakoplova dok je pokušavao uspostaviti orijentaciju. Važan parametar koji se može propustiti u takvoj situaciji je i brzina leta zrakoplova. Dok je zaokupljen navigacijom brzina može pasti na brzinu sloma uzgona zrakoplova, što će uzrokovati također gubitak kontrole.

Ukoliko se ne uspostavi orijentacija i pilot ne može naći prikladan aerodrom morati će kad tad izvršiti prisilno slijetanje. Bilo to prisilno slijetanje zbog gubitka goriva ili jednostavno je to opcija jedina koja je preostala, postoji velika opasnost od nesreće. Svako prisilno slijetanje može završiti nesrećom jer zrakoplovi su naravno namijenjeni za slijetanja na propisane asfaltirane ili travnate piste.

Pri takvom slijetanju zrakoplov može zahvatiti neravan teren i slomiti podvozje, može se raspasti zbog istaknutog reljefa na koji se slijeće, može doći do zapaljenja ili se može potpuno raspasti na dijelove. Takva prisilna slijetanja mogu dovesti do lakiših, težih ozlijeđa, ali i do smrti.

Zaključno, u slučaju gubitka orijentacije, ukoliko se ista ne uspostavi bilo uz pomoć kontrole leta, bilo uz samu sposobnost pilota, u većini slučajeva doći će do nesreće. Bez obzira na to koji je faktor povezao tu nesreću sa gubitkom orijentacije, doći će do posljedica koje ne moraju biti velike, ali i koje mogu biti fatalne.

3. 2.) ULAZAK U INSTRUMENTALNE METEOROLOŠKE UVJETE

Pogoršanje meteoroloških uvjeta tokom VFR leta je rizik koji bi trebao biti identificiran i razrješen prije samog leta, pogotovo ako će taj let biti iznad brdovitog terena te površinskih prepreka. Instrumentalni meteorološki uvjeti (instrument meteorological conditions – IMC) su jedan od opasnijih čimbenika povezanim sa nesrećama jednomotornih klipnih zrakoplova u vizualnoj navigaciji.

IMC uvjeti uključuju bazu oblaka i količinu naoblake koji su manji od propisanih VMC uvjeta, navedenih u tablici 1. Osim naoblake pod IMC uvjetima će se podrazumijevati i padaline poput kiše, tuče, snijega, ali i pojave poput magle ili smanjene vidljivosti.

Logično je da VFR pilot koji cijeli svoj let temelji na vizualnom osmatranju će u takvim uvjetima postati dezorijentiran i izgubljen. Čak i ako njegov zrakoplov ima instrumente za navigaciju u takvim uvjetima oni su potpuno beskorisni pošto ih ne zna koristiti.

Razlozi zbog kojih će pilot uletjeti u IMC uvjete mogu biti:

- loša meteorološka priprema i ne razumijevanje meteoroloških izvještaja,
- vanjski pritisci ili pokušavanje nadoknade vremena zbog kašnjenja,
- zanemarivanje i nerazumijevanje opasnosti nadolazećih vremenskih uvjeta,
- prevelika samopouzdanost, [6].

U pripremi se treba odabrati visina koja će istodobno nadvisiti sve prepreke duž rute, ali i osigurati propisanu udaljenost od baze oblaka kako bi pilot imao stalni virtualni kontakt sa zemljom. Po čitanju METAR-a, TAF-a i SWL-a saznaje se kretanje naoblake te se treba na temelju istih predviđati i ruta.

Gorivo se mora planirati u slučaju diverzije zbog vremena na neki drugi aerodrom ili produžavanje rute radi izbjegavanja. Tako će biti uvijek osigurana dostatna količina goriva u slučaju IMC uvjeta.

Ako pilot kasni veća je vjerojatnost da će nastaviti let u IMC uvjetima ili ako je pod pritiskom nekog od putnika. Česte su situacije da loša školovanost pilota o meteorološkim uvjetima dovodi do pukog nerazumijevanja nadolazećeg opasnog vremena.

Tokom krstarenja osim praćenja instrumenata i uspoređivanja terena sa kartom, konstantno se mora pratiti i stanje meteoroloških uvjeta ispred. Ljudsko oko se može naviknuti na male progresivne promjene u boji, kontrastu i kretanju naoblake tako da više ne "vidi" preciznu sliku. Kod pogoršavanja vremena promjene u boji i kontrastu obzorja se događaju postupno i može proći dosta vremena prije no što pilot ne primijeti da su se meteorološki uvjeti iznimno pogoršali.

Prvi znak nastajanja IMC uvjeta često može biti u tome da pilot stalno mora smanjivati visinu kako bi zadržao vizualni kontakt sa zemljom. Moguća je i nagla promjena vremena koja će dovesti do naglog nalaska u IMC uvjetima, ali i to je sigurno predviđeno i dano na znanje u meteorološkim izvještajima.

Jednom kada pilot uđe u IMC uvjete treba shvatiti da jedini način kojim može ostati u kontroli zrakoplova je praćenje instrumenta, posebice umjetnog horizonta. Ako vidi da je ulazak u IMC neizbježan, treba donijeti čvrstu odluku da će se držati instrumenata kako bi imao normalan položaj zrakoplova, tj. izravnata krila.

No, kako VFR pilot nije naviknut stalno skenirati instrumente i pokušava naći vanjsku vizualnu referencu tada dolazi do nesreće. U oblaku bez vanjske reference VFR piloti često hoće kontrolirati zrakoplov po osjećaju što je nemoguće jer je u čovjeku informacija o položaju u prostoru zaprimljena iz unutarnjeg uha bez vanjske slike, potpuno beskorisna i kriva. Tada će pilot svojim nasumičnim kontrolama zapravo izgubiti kontrolu nad zrakoplovom bilo to slamanjem uzgona, bilo naglim obrušavanjem, bilo nekontroliranim velikim nagibom.

Čak i da uspostavi kontrolu nad zrakoplovom držeći izravnata krila po umjetnom horizontu i dalje nema vizualno odstojanje od tla. Tada može doći do drugog uzroka nesreće pod IMC uvjetima, a to je kontrolirani let u teren. Jednostavno pilot će zaletjeti zrakoplov u prvu veću zapreku na tlu ili izdignuti teren. Zbog toga je većina

nesreća u IMC uvjetima u brdovitim područjima koja su pogodna za nastajanje takvih uvjeta i u kojima će pilot najvjerojatnije imati kontrolirani let u teren.

U IMC uvjetima tj. u oblaku iznimno je važno uključiti grijanje pitot cijevi i rasplinjača kojeg često imaju malo stariji tipovi jednomotornih klipnih zrakoplova. Gubitak podatka o brzini zrakoplova ili "prehlađivanje" motora, tada je vrlo vjerojatno. Doći će do gašenja motora i pada zrakoplova.

Prisilno slijetanje također može biti čimbenik nesreće ukoliko je pilot toliko okružen naoblaokom da želi izvršiti kontrolirano prisilno slijetanje, koje je opet opasnost samo za sebe.

Dakle, IMC uvjeti su jedan od opasnijih i češćih uzroka nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova u vizualnoj navigaciji. Gubitak kontrole, neodržavanje udaljenosti od terena, tehnički problemi i prisilna slijetanja su čimbenici koji će nastati u tim uvjetima i dovesti do nesreće prvobitno uzrokovane IMC uvjetima.

3. 3.) LETENJE U NOĆNIM VIZUALNIM UVJETIMA

Vizualno letenje tokom noćnih uvjeta je poseban vid VFR letenja koji može biti jednako opasan kao i VFR letenje u IMC uvjetima.

Kao što je pilotu zamračena vidljivost izvana i konfiguracija terena tako su mu zamračeni i instrumenti unutar zrakoplova, koji moraju zbog toga biti posebno osvijetljeni. Postoji nekoliko čimbenika koji će dovesti do nesreće tokom noći:

- umor, usporenost, podijeljena pažnja i iscrpljenost kao ljudski čimbenik,
- nedovoljna pripremljenost za noćni let u obliku meteoroloških izvještaja, neosvijetljenosti instrumenata i nedostatka opreme pilota poput baterije,
- ranjivost na optičke iluzije, gubitak orijentacije,
- mogućnost kontroliranog leta u teren i leta u IMC uvjete.

Zadnja dva čimbenika su i najčešća kod noćnog vizualnog letenja.

Prvi čimbenik je da konfiguracija terena koja se uzdiže može biti nevidljiva, iako je vrijeme savršeno. To se posebno ističe u zabačenim planinskim područjima gdje je slaba osvijetljenost naselja ili prometnica na tlu. Let u takvim uvjetima može dovesti do kontroliranog leta u teren, pošto se u mraku neće uspjeti uočiti uzdizajući teren.

Drugi čimbenik koji povezuje noćno letenje sa nesrećom su IMC uvjeti spominjani u prethodnom potpoglavlju. Primjerice, jedan veći oblak koji se može uočiti kilometrima daleko pod dnevnim svjetlošću, u noći se možda neće primjetiti dok pilot već ne uđe u njega i bude okružen izmaglicom. Tada dolazi do gubitka orijentacije i pilot se mora isključivo oslanjati na instrumente. Posebno je istaknuti šok koji pilot može doživjeti, pošto nije vidio oblak do zadnje "sekunde". Stoga je važno biti dobro upoznat sa meteorološkim izvještajima prije letenja noću.

Svjetiljka ili baterija je obavezno pomagalo kod letenja noću jednomotornim klipnim zrakoplovom. Alternator zrakoplova tokom leta može zakazati što danju i nije toliko problem, no noću predstavlja ozbiljnu poteškoću jer pilot praktički neće vidjeti svoje instrumente. Ljudskom oku treba neko vrijeme da se i prilagodi na noćni vid, a naravno ako instrumenti nisu osvijetljeni i ako je jako tamna noć da pilot neće moći normalno održavati poziciju zrakoplova, što će dovesti do nesreće.

Iako je režim krstarenja tokom noći najsigurniji u toj fazi, piloti su podložni iluziji tzv. *lažni horizont*. Ova iluzija nastaje kada su prisutni oblaci u nagibu, zamračen horizont ili određeni geometrijski uzorci svjetala na tlu koji mogu dovesti pilota do krive percepcije položaja te ga navesti da iz čista mira nagne zrakoplov i dovede ga u nekontrolirano stanje. Zbog toga je iznimno važno pratiti umjetni horizont.

U režimu polijetanja kod penjanja i ubrzavanja zrakoplova, bez dobre vanjske vizualne reference, može doći do iluzije da je zrakoplov u prevelikom položaju nosom prema gore. Ta iluzija će prestrašiti pilota da će slomiti uzgon svog aviona, te će ga natjerati u obrušavanje misleći da ga ispravlja u horizontalni let. Mala visina će dovesti do udara zrakoplova od tlo. Isto vrijedi i obrnuto ako se usporava zrakoplov, pilot će misliti da zrakoplov ponire, te će povlačiti volan na sebe i slomiti zrakoplovu uzgon, iako je prije toga bio u normalnom položaju.

Česte su iluzije tzv. *crnih rupa* koje se događaju u prilazu na slijetanja. Ako između piste i zrakoplova postoji ravan bezličan teren, navesti će navesti pilota da radi niži prilaz, nego što je standardni od 3°. Velik je broj nesreća noću da se zrakoplov srušio tik prije piste zbog niskog prilaza.

Preporučljivo je imati rutu što više preko naselja zbog osvijetljenosti istih. Mogućnost da pilot vidi na tlu ono što ne vidi na karti je još veća nego danju, zbog mraka naravno. Jednostavan gubitak orijentacije će pogotovo biti izražen u zabačenim neosvijetljenim terenima.

Zadnji čimbenik je jednostavno umor i iscrpljenost. Ljudski organizam sporije funkcionira noću nego danju te pilot može naravno zaspati, imati sporiju reakciju i sporije reflekse, može imati podijeljenu pažnju te raditi stvari koje nisu u prioritetu, a one koje jesu potpuno izostavljati. Umor može dovesti i do pojava da se primjerice zvijezde mogu zamijeniti za svjetla drugih nadolazećih zrakoplova.

Svi ti čimbenici koji se javljaju letenjem noću lako mogu dovesti do nesreće. Stoga se preporučuje posebno dobro pripremiti za vizualno letenje noću u jednomotornim klipnim zrakoplovima. Iako letenje noću ima svoje čari, isto tako ima i mnogo svojih opasnosti.

3. 4.) SUDARI ZRAKOPLOVA U VIZUALNOM LETENJU

Sudari jednomotornih klipnih zrakoplova sa drugim zrakoplovima su poseban vid opasnosti koji mogu nastati zbog nepravilnosti tokom vizualnog letenja. Takve nesreće su često tragične, iako i ne moraju biti. Glavni uzrok svih sudara je nedostatak vizualnog osmatranja ili neadekvatno vizualno osmatranje. No, u svim nesrećama ne postoji jedan jedini uzrok, tako da ovaj faktor je potpomognut sa drugim različitim okolnostima ovisno o nesreći.

Problem naravno nastaje kada se dva zrakoplova nađu u isto vrijeme na istoj poziciji i visini. U vizualnom letenju se očekuje da osim stalnog osmatranja tla i određivanjem svoje pozicije vizualno, pilot vizualno skenira i osmatra zračni prostor oko sebe. Tim osmatranjem osigurava da će se na vrijeme uočiti nadolazeći promet. Da bi se uočio nadolazeći problem, moraju biti ispunjeni neki uvjeti. Ti uvjeti podrazumijevaju da su meteorološki uvjeti i vidljivost takvi da pilot može uočiti drugi zrakoplov na vrijeme. Da takvi uvjeti ne postoje, ne bi se smio ni vršiti VFR let. Drugi uvjet jest da se nadolazeći zrakoplov nalazi u videokrugu pilota. Naravno da pilot ništa ne može poduzeti, ako se zrakoplov ne nalazi u njegovom videokrugu.

Većina sudara se ili događa u nekontroliranom zračnom prostoru ili u školskim krugovima oko aerodroma. Ne mogu se ni isključiti nesreće zbog pogreške kontrole leta, iako su one rijetke.

Stalno skeniranje podrazumijeva da pilot u čestim intervalima skenira zračni prostor za nadolazeći promet kako bi ga na vrijeme uočio, a pogotovo na upozorenje kontrole leta. Postavlja se pitanje zašto piloti dva zrakoplova ne mogu zadovoljiti koncept *see and avoid* – vidi i izbjegni.

Zračni prostor koji moraju skenirati obuhvaća hemisferu od 180° sa strana, iznad, ispod i direktno ispred. No, postoje mrtve točke primjerice ispod poda zrakoplova, iznad "krova" i iza krila. Na tim točkama pilot neće moći vidjeti drugi zrakoplov, no trebao bi ga vidjeti pilot nadolazećeg zrakoplova. Ako se zrakoplovi primjerice nalaze direktno ispred vidjeti će jedan drugoga kao mirnu točku. Kako se približavaju ta točka će postajati veća i tada piloti, ako već nisu trebaju izbjeći jedan drugoga.

Standardni manevar za izbjegavanje zrakoplova direktno ispred jest skretanje svakog zrakoplova u svoju desnu stranu. Zrakoplovna svijetla pomažu u identificiranju oblika i položaja zrakoplova na većim udaljenostima. Vrh lijevog krila ima crveno, dok vrh desnog zeleno svijetlo, *navigation lights*. Tu su još treptajuća bijela svijetla, *strobe lights* i rotirajuće crveno svijetlo, *anticollision light* ili *beacon*.

Što je gušći promet veća je vjerojatnost sudara dva zrakoplova. Ostali čimbenici koji potpomažu sudaru mogu biti pogreške u komunikaciji, greške kontrolora, jaki odsjaj Sunca, smanjena vidljivost, iluzije. Što su dva zrakoplova brža to će imati manje sekundi da se izbjegnu. Kod jednomotornih klipnih zrakoplova sa manjim brzinama ostaje više vremena za primjenu koncepta *see and avoid*.

U normalnom letu obično se može izbjegnuti opasnost od sudara skenirajući 60° lijevo i desno od produžene osi zrakoplova. To ne znači da se ne treba gledati i kroz

prozor sa strane. Također potrebno je skeniranje i 10° gore i dolje kako bi se učio zrakoplov koji bi mogao potencijalno biti opasan.

Kako ljudsko oko ima ograničenja postoje iluzije koje mogu doprinjeti sudaru. Primjerice, na udaljenosti od 2 km zrakoplov koji se nalazi ispod na putu drugom zrakoplovu, može izgledati kao da se nalazi iznad ili čak kako se kreće gore-dolje kroz njegovu visinu.

Kada *see and avoid* koncept zakaže, dolazi do sudara. Pri takvoj brzini može doći do velikih oštećenja zrakoplova, ali i manjih. Količina oštećenja ovisi o tome gdje je koji zrakoplov primio udarac. Primjerice, zrakoplovu kojem je oštećen samo mali dio vrha krila postoji velika mogućnost da sigurno sleti. Naravno ako je otkinut primjerice cijeli rep, zrakoplov pada. Takve nesreće većinom rezultiraju u neupravljivosti zrakoplovom i fatalnim ishodima.

Zaključno, glavni uzrok nesreće sudara jednomotornih klipnih zrakoplova u letenju je otkaz koncepta *vidi i izbjegni*, potpomognut različitim okolnostima. Iako su sudari rijetki i dalje predstavljaju veliku opasnost, zbog toga što VFR piloti nisu u navici konstantno skenirati zračni prostor jer su naravno zauzeti drugim zadaćama. No, u situacijama gdje je vjerojatnost za to veća primjerice u školskim krugovima i u blizini aerodroma trebaju biti svjesni toga i držati posebnu pozornost u nadziranju nadolazećeg prometa.

3. 5.) NESREĆE UZROKOVANE ILUZIJAMA, PROSTORNA IZGUBLJENOST

Iluzije mogu uzrokovati nesreće jer će natjerati pilota da postavi zrakoplov u neprirodan položaj koji će dovesti do nesreće, pritom misleći da radi ispravnu stvar. Ljudski mozak dobiva informacije od očiju, iz vestibularnog sustava, ušiju i od receptora u mišićima i zglobovima kako bi odredio vertikalni smjer gravitacije. Ukoliko se izgubi najvažnija informacija, a to je slika doći će do prostorne dezorijentiranosti, *spatial disorientation* ili prostorne izgubljenosti.

Dok na zemlji možemo upotrijebiti svoje ruke i uši kako bi kompenzirali nestanak slike, pilot u zraku to ne može. Te iluzije se najčešće pojavljuju kada VFR pilot uleti u IMC uvjete ili kada leti noću, no iako rijetko mogu se pojaviti i danju. Primjeri najčešćih iluzija u IMC uvjetima i noću su spomenuti u prethodnim potpoglavljima.

Postoje vestibularne i vizualne iluzije. Vestibularne iluzije su iluzije nastale konfliktom informacija zaprimljenih od vidnog sustava i vestibularnog sustava koji daje informacije o našem položaju u prostoru. Pod vestibularne iluzije spadaju:

- *iluzija ravnog horizontalnog leta kod nagiba i skretanja zrakoplova,*
- *iluzija nagiba i skretanja zrakoplova kod ravnog horizontalnog leta,*
- *iluzija naginjanja:* primjerice kod vraćanja zrakoplova iz desnog nagiba u ispravljanje krila, iluzija uzrokuje da pilot misli da se zrakoplov dalje nagina nalijevo iako je ispravljen te naglo ga nagne natrag u desno,

- *Coriolisova iluzija*: javlja se u ravnom zaokretu zrakoplova gdje može doći do osjećaja penjanja ili spuštanja zrakoplova, što će navesti pilota da propne ili obruši zrakoplov u zaokretu,
- *vrtočlavica*,
- *iluzija lažnog kovita*: pilot misli da je i dalje u kovitu iako je izašao iz njega povlačenjem palice na sebe, i ponovno ga obrušava u kovit,
- *somatogravična iluzija*: daje lažnu iluziju pilotu kod usporavanja da ponire, a kod ubrzavanja da penje,
- *iluzija inverzije*: uzrokuje da kod izravnavanja zrakoplova u brzom uspinjanju, dovodi do iluzije pilota da se nalazi naopačke, da leti na leđima.

Vizualne iluzije:

- *okuligravična iluzija*: isto što i somatogravična iluzija,
- *autokineza*: posebice izraženo noću gdje ako pilot duže gleda u osvijetljeni statični objekt, taj će mu objekt izgledati kao da se miče,
- *lažni horizont*: primjerice pilot počinje kao ravan horizont primjenjivati naginjući oblak,
- *lažne zvijezde*: pilot zamijeni zvijezde za osvijetljene objekte na tlu ili kao druge zrakoplove,
- *iluzije na prilazu*: različiti osjećaji koji mogu navesti pilota da misli da je previsok ili prenizak, iako je na ispravnom kutu prilaza za slijetanje,
- *zemaljska osvijetljenja*: iako se osvijetljena prometnica može zamijeniti za pistu,
- *iluzija crnih rupa*: pogotovo izražena noću kod ravnog bezličnog terena pilot dobije osjećaj da je previsok i izvrši preniski prilaz rezultirajući nesrećom ispred praga piste,
- *iluzije nastale zbog padalina*: poput kiše, snijega ili izmaglice navesti će pilota da ili radi previsoke prilaze zbog refleksije od vjetrobran ili da se ne poravna sa središnjicom piste.

Sve te iluzije mogu dovesti ili do prostorne izgubljenosti i dezorijentacije pilota ili do nekontroliranja zrakoplova koje će dovesti do nesreće. Važno je stoga kao i prije spomenuto, imati dobru pripremu, biti odmoram, ne raditi let u meteorološkim uvjetima koji pogoduju nastanak iluzija poput IMC-a ili nepovoljnijih noćnih uvjeta. U vizualnom osmatranju treba se oslanjati isključivo na fiksne točke na terenu, a ako se već nađe u IMC uvjetima, oslanjati se isključivo na instrumentaciju i ne raditi nagle pokrete sa kontrolama, pogotovo ne miješati instrumentalno i vizualno letenje.

3. 6.) OTKAZ NAVIGACIJSKE OPREME ZA VIZUALNO LETENJE

ICAO – *International Civil Aviation Organisation* propisuje obvezne instrumente u vizualnom letenju jednomotornih klipnih zrakoplova. Iako instrumentacija nije jedina stvar na koju se pilot oslanja kao kod IFR letenja, ista je važan dio u vizualnom letenju. Kod vizualne navigacije posebice su važni umjetni horizont, magnetski kompas i žiromagnetski kompas.

Ukoliko otkaze umjetni horizont pilot bi mogao imati problema sa održavanjem zrakoplova u ravnom letu, pogotovo noću. Zbog toga zrakoplov može biti doveden u nepravilan položaj. Magnetski kompas je naravno važan za navigaciju po kursevima, ali primarni instrument je žiromagnetski kompas.

Žiromagnetski kompas je kompas pokretan žiroskopom kako bi nadoknadio kašnjenja magnetskog kompasa koja se javljaju zbog skretanja i akceleracije zrakoplova.

U ravnom horizontalnom letu svakih 15 min pilot bi trebao prilagoditi žiromagnetni kompas sa magnetnim zbog pojave precesije. Precesija je osobina zvrka žiroskopa unutar žiromagnetnog kompasa da se pri nasilnoj promijeni orijentacije osnovne osi vrtnje, zakreće u smjeru rotacije zvrka oko druge osi koja je okomita na prvu, a javlja se kao posljedica djelovanja vanjske sile i prestaje nakon prestanka njezina djelovanja, [7].

Posljedica ne ispravljanja žiromagnetskog kompasa može dovesti do krivog pokazivanja i navesti pilota da leti krivim kursom. Takvim kursom može doći u područje koje ne poznaje i izgubiti se, što posljedično može rezultirati nesrećom. Isto tako otkaz kompasa može dovesti do istih posljedica.

Karta je element koji bi trebao spriječiti nesreću i u slučaju otkaza kompasa. Primarna dužnost VFR pilota u vizualnoj navigaciji je pratiti teren po karti i tako određivati svoju poziciju, zato bi i pri otkazu ove navigacijske opreme trebao biti sposoban održavati navigaciju.

Takve nesreće se mogu dogoditi, iako su iste rijetke zbog pouzdanosti instrumentacije, pogotovo ako je redovito održavana i kalibrirana.

4.) OBRADA PODATAKA O NESREĆAMA

4. 1.) UZORAK OBRADIVANJA PODATAKA

Registar nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova zbog dostupnosti podataka preuzet je sa službenih stranica Nacionalnog ureda za sigurnost transporta Sjedinjenih Američkih Država (National transportation safety board – NTSB USA). NTSB je sastavljen od više ureda za istraživanje nesreća u prometu od kojih je za ovaj rad, relevantan Ured za sigurnost zrakoplovnog prometa – *Office of Aviation Safety*. Sam popis nesreća kao i njihov sadržaj je preuzet iz baze, *Aviation accident database & synopses* dostupnoj na web adresi [www. ntsb. gov](http://www.nts.gov).

U bazi zrakoplovnih nesreća dostupne su sve nesreće koje je NTSB istraživao od 1962.g. do danas. Za ovaj rad odabrano je razdoblje istraživanja od 1.siječnja 2004.g. do 1.siječnja 2014.g. Desetogodišnje razdoblje je relevantno jer pruža dobar uvid kao uzorak u odnosu na cjelinu. To se temelji na tome jer poglavito sadrži prijelazni period u kojem je generalna avijacija sve više počela prelaziti na moderne sustave navigacije poput GPS-a – *global positioning system*, zbog pogleda na vizualnu navigaciju. Također, relevantnije je duže razdoblje od primjerice 10 godina, nego kraće od primjerice 5 godina zbog kvalitetnije analize. Za temu ovog rada, razdoblje duže od 10 godina nije potrebno zbog nekvalitetnijih podataka i opsežnosti samog istraživanja. Razlog neobuhvaćanja nesreća datuma poslije 1. 01. 2014. g. jest u tome što su te nesreće u različitim fazama istraživanja i nisu još zaključene.

2004 – 2014 razdoblje sadrži skoro 10 000 nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova, od kojih bi trebalo ustanoviti koje su od tih nesreća povezane sa vizualnom navigacijom. Stoga, radi pojednostavljenosti istraživanja odabrane su sve nesreće 4 tipa jednomotornih klipnih zrakoplova. To su: svi jednomotorni klipni tipovi zrakoplova proizvođača Diamond, svi jednomotorni klipni tipovi zrakoplova proizvođača Beechcraft, od proizvođača Cessna odabran je tip C172 sa svim inačicama i od proizvođača Piper odabran je tip PA-28 sa svim inačicama. Zrakoplovi proizvođača Diamond su odabrani jer su zanimljivi za ovo istraživanje pošto su noviji tipovi zrakoplova generalne avijacije, od kojih je većina sa GPS-om. Također, ovaj proizvođač je u floti Hrvatskog zrakoplovnog nastavnog središta, Fakulteta prometnih znanosti. Proizvođači Beechcraft, Cessna i Piper su odabrani jer su najviše zastupljeni zrakoplovi generalne avijacije u SAD-u. Od toga su Cessna i Piper suženi na svaki po jedan tip poradi velikog broja nesreća za istraživanje ostalih modela tih proizvođača. C172 je također odabrana zbog zastupljenosti u floti HZNS-a.

Dakle, ukupan broj nesreća koje su obrađene jest 2444 nesreće. Od te 2444 nesreće pojedinačni broj nesreća po proizvođaču u odabranom desetogodišnjem razdoblju je kako slijedi:

- Diamond: 60 nesreća
- Beechcraft: 576 nesreća
- Piper, PA-28: 496 nesreća,
- Cessna, C172: 1312 nesreća.

Od tih nesreća, u ovom poglavlju će biti obrađeni i opisani primjeri nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom s obzirom na očekivane uzroke. U sljedećem 5. poglavlju biti će prikazana analiza svih nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom s obzirom na određene čimbenike.

4. 2.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANE SA IMC UVJETIMA

Primjer 1.

Proizvođač: Diamond
Model: DA-40
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2013
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 52 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR (*instrument rating*): ne
Ukupno sati leta: 355
Ukupno sati leta na modelu: 291
Ozljede: lakše, 2

Opis:

Pilot zrakoplova DA-40 bio je u režimu krstarenja na visini od 6500 stopa (mean sea level – MSL). Letio je pod VFR pravilima leta sa VFR planom leta. Tokom leta došlo je do susretanja sa velikim tamnim oblakom. Pilot se tada odlučio spustiti na 4500 stopa MSL kroz rupu u oblaku koju je uspio uočiti. Kada je izašao iz oblaka shvatio je da će veoma brzo udariti u drveća i razbiti se o zemlju. Povukao je natrag palicu kako bi se propeo, ali je tada već došlo do nesreće. Po pregledu olupine nakon nesreće od strane inspektora Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo (Federal Aviation Administration – FAA), zaključeno je da su se lijevo krilo i repna sekcija odvojili nakon udara. Pilot je prijavio da prije nesreće nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća i otkaza samog zrakoplova, koji bi ugrozili normalnu operaciju, [8].

Zaključak:

Uzrok nesreće je pilotova odluka da nastavi vizualni let u pogoršavajuće meteorološke uvjete, što je rezultiralo susretanjem njegova zrakoplova sa IMC uvjetima i posljedično nemogućnošću održavanja vizualnog razmaka od zemlje, [8].

Pilot je kada se već našao u IMC uvjetima, uspio ravno održavati krila zrakoplova po umjetnom horizontu u spuštanju. Greška je u tome što nije vodio računa da se nalazi u području čija elevacija je bila previsoka za spuštanje na željenu visinu kako bi raščistio oblake. Da je pilot pratio svoju kartu na njoj bi vidio da je visina terena veća od visine na koju se želio spustiti. To bi dovelo do odluke da odgodi svoje spuštanje ili skrene zrakoplov u kurs u kojem spuštanje ne bi dovelo do spuštanja u teren. Kada je pilot shvatio da leti prema zemlji jer je naglo dobio vizualnu referencu izašavši iz naoblake, ispravno je postupio u pokušaju da propne zrakoplov povlačeći palicu natrag, pritom pazeći da zrakoplovu ne slomi uzgon, no tada je već bilo kasno. Nakon udara od tlo zrakoplov se raspao, ali su zabilježene dvije lakše ozljede jer je pilot zrakoplov doveo u položaj da ne dođe do direktnog uleta u teren. Glavna pogreška na prvom mjestu jest što je pilot vidio naoblaku ispred sebe i odlučio je nastaviti let u istom smjeru, umjesto da se okrenuo u suprotan smjer.

Ovo je nesreća uzrokovana gubitkom vizualne navigacije, koja je rezultat ulaska u instrumentalne meteorološke uvjete.

Primjer 2.

Proizvođač: Beechcraft
Model: B24R
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2012
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 50 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 600
Ukupno sati leta na modelu: 206
Ozljeđe: fatalne, 1

Opis:

Prije polaska na incidentni let, pilot je zatražio od nadležne meteorološke službe u kontroli leta izvještaj o meteorološkim prilikama. Nekoliko mu je puta savjetovano da se let ne preporuča zbog postojećih i najavljivanih IMC uvjeta na njegovoj namjeravanoj ruti. Pilot nije posjedovao dozvolu za instrumentalno letenje, niti je ikad školovan za takav tip letenja. Nakon toga je pilot poletio sa VFR pravilima leta ne podnoseći plan leta nadležnoj kontroli. Nakon više od dva sata leta, pilot je kontaktirao kontrolu leta, prijavljujući da penje zrakoplov sa 9000 stopa na 10 500 stopa. Dvije minute kasnije, pilot je kontroli leta proglasio izvanredno stanje prijavljujući da je "izgubio" motor. Nakon toga kontrolor mu je dao vektore za najbliži aerodrom, pokušavajući ga orijentirati u relativan položaj u odnosu na aerodrom kako bi ga mogao vizualno uočiti. Ipak, pilot je izvjestio da je i dalje u "mlijeku" i ne može ništa vidjeti. Nakon 5 min. dalje, pilot je izvjestio da neće uspjeti nadvisiti teren ispred sebe, te ubrzo nakon toga radarski i radio kontakt sa pilotom je izgubljen. Zrakolov se zaletio u drveća i teren prije nego je uspio doseći prikladan teren za slijetanje. Po pregledu olupine nakon nesreće, zaključeno je da nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća samog zrakoplova prije udara o tlo. Spremnici goriva nisu bili oštećeni. Lijevi spremnik je bio gotovo prazan sa samo neiskoristivim gorivom, dok je u desnom ostalo 10 galona. Sklopka odabira spremnika goriva nađena je u poziciji desno. Potvrđena je ispravnost sustava za napajanje gorivom. Na polazišnom aerodromu svaki je spremnik sadržavao 26. 1 galon iskoristivog goriva. Po priručniku za pilote od proizvođača, ovaj zrakoplov troši 10. 2 galona po satu na 75% max. kontinuirane snage. Zbog nedostatka goriva u lijevom spremniku, ispravnom sustavu za napajanje gorivom, nedostatka ikakvih nakupina koji bi ugrozile sustav za napajanje i publiciranoj potrošnji, pretpostavlja se da je pilot ostao bez goriva u lijevom spremniku. Pretpostavlja se da je motor zakazao zbog nedostatka goriva te da je pilot prebacio potrošnju na desni spremnik, ali motor nije uspio početi crpiti to gorivo prije nego što se zrakoplov zaletio u teren. Toksikološki nalaz je zaključio da je pilot pio antidepresive, [8].

Zaključak:

Odluka pilota da pokuša let pod VFR pravilima u IMC uvjetima iznad brdovitog terena, koja je dovela do gubitka orijentacije i posljedičnog gubitka goriva. Rezultat je nemogućnost nadvišavanja terena zbog nedostatka snage od motora koje je rezultat nedostatak goriva. Pilotov nemar je u tome što je poletio na svoju namjeravanu rutu, unatoč snažnom odgovaranju nadležnih službi, te što nije podnio plan leta. Također, nije planirao gorivo za slučaj devijacije sa rute zbog IMC uvjeta. Pilot je uspio održati zrakoplov u kontroli u uvjetima nulte vidljivosti, ali nije računao na gorivo i visinu terena ispod sebe.

Primjer 3.

Proizvođač: Piper
Model: PA-28
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2006
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 53 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 193
Ukupno sati leta na modelu: 34
Ozljeđe: fatalne, 4

Opis:

Prije polaska na incidentni let, pilot je kontaktirao meteorološku službu kontrole leta. Rečeno mu je da preko njegove namjeravane rute su prisutni IMC uvjeti te da se ne preporuča VFR let. Nadalje mu je rečeno da zemaljske postaje duž njegove rute su počele prijavljivati nastajanje VFR uvjeta te je TAF izvješće davalo poboljšanje za nadolazeći period, ali da se još uvijek ne preporuča VFR let. Pilot je unatoč tome poletio, te kontaktiravši kontrolu leta prije dolaska na odredišni aerodrom saznao da na istom prevladavaju IMC uvjeti. Tada se je odlučio vratiti na svoj polazišni aerodrom. Dok je bio u postupku radarske identifikacije od strane kontrole leta, zrakoplov je izgubio 1300 stopa unutar 4 sekunde, nakon čega je izgubljen radarski kontakt. Svjedoci su prijavili da su vidjeli ostatke zrakoplova kako padaju iz oblaka na tlo i drveće. Vrhovi krila i horizontalnog stabilizatora nađeni su 1000 te 2000 stopa od glavne olupine. Ispitivanje razlomljenih dijelova doveli su do zaključka da je došlo do prevelikog strukturalnog opterećenja i pozitivnog loma u gornjem smjeru. Nikakve mehaničke poteškoće samog zrakoplova prije udarca nisu primjećene. Pregled satelitskih snimaka tog područja utvrdio je postojanje teške naoblake blizu mjesta nesreće te je aerodrom udaljen 21 NM jugozapadno od mjesta nesreće prijavio bazu oblaka od 700 stopa, [8].

Zaključak:

Nehotični let VFR pilota u IMC uvjete što je rezultiralo gubitkom kontrole nad zrakoplovom. Gubitak kontrole doveo je do strukturalnog preopterećenja zrakoplova te loma krila i horizontalnog stabilizatora usred leta, [8].

Prvobitna pilotova pogreška je bila u odluci da poleti suprotno savjetu nadležne službe zbog IMC uvjeta. Pilot je poletio zbog ohrabrenja da se naoblaka počela raščistavati, no i dalje je vrijedila uputa nadležne službe da se ne preporuča VFR let. Kada se već našao u situaciji da je bio blizu odredišnog aerodroma koji je bio u IMC uvjetima, donio je pravu odluku da ne slijeće na isti. Odluka da se okrene natrag je bila kriva jer je znao da se na toj ruti očekuje nastanak naoblake. Kada se već našao zatvoren u oblacima, nije uspio držati horizontalan let pomoću instrumenata, a ponajprije umjetnog horizonta. Pretpostavlja se da je pokušavao tražiti vanjske vizualne reference umjesto da je pratio umjetni horizont. Zrakoplov je počeo naglo propadati što nije shvatio bez vanjske reference, a kada je shvatio što se događa zrakoplov je već bio van kontrole. Prejaka sila prema dolje je uzrokovala lom vanjskih dijelova krila i horizontalnog stabilizatora. Udarac o tlo bio je smrtonosni.

Ova nesreća je tipičan primjer neuspijevanja VFR pilota da drže stabilan horizontalan let u IMC uvjetima.

Primjer 4.

Proizvođač: Cessna
Model: 172N
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2010
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 37 god.
Dozvole: STUDENT
IR: ne
Ukupno sati leta: 170
Ukupno sati leta na modelu: 160
Ozljeđe: lakše, 1

Opis:

Prema izjavi pilota-studenta kada je prvi put pregledao meteorološko izvješće, njegova ruta leta je bila "oblačna", ali su prijavljeni vizualni uvjeti. Nakon što je pilot-student sletio na prvi aerodrom ponovno je pogledao izvješće i odlučio nastaviti let jugoistočno, a potom izravno do zadnjeg odredišta kako bi izbjegao IMC uvjete. Nakon što je pilot-student poletio, zatražio je usluge praćenja od nadležne kontrole leta i savjetovao ih o svojoj namjeravanoj ruti. Kontrolor je potom izvjestio pilota o mogućoj kiši na njegovoj planiranoj ruti te mu savjetovao da krene odmah izravno do svog odredišta. Pilot je prihvatio savjet kontrolora i izjavio da mu se prvih 45 minuta leta činilo uredu, ali se vrijeme onda pogoršalo. Pilot je nakratko dva puta uletio u oblake, ali svaki put je uspio izaći u VMC uvjete. Nakon toga je pitao kontrolu leta za savjet, ali svaki prijedlog mu nije pomogao. Vidio je da će uletjeti ponovno u IMC uvjete iz kojih ne bi mogao izaći, te je proglasio izvanredno stanje i odlučio izvršiti prisilno slijetanje u polje. Pri slijetanju odskočio je nakon jačeg udarca od glavne kotače, nastavio uz polje, probio ogradu i zaustavio se na manjoj uzbrdici. Zrakoplov je poprimio znatna oštećenja u prednjem dijelu trupa i na desnom krilu. Prije nesreće pilot nije primjetio nikakve mehaničke poteškoće samog zrakoplova. Aerodrom koji se nalazi 30 km istočno od mjesta nesreće, prijavio je u tom trenutku *broken*-razlomljene oblake na 500 i 900 stopa, pretežno *overcast*-prekriveno oblacima, na 1300 stopa i laganu kišu, [8].

Zaključak:

Prvobitna pogreška pilota da nastavi let u IMC uvjetima što je dovelo do izvanrednog vanaerodromskog slijetanja, [8].

Po prvom meteorološkom izvješću prijavljeni su VMC uvjeti, iako je bilo dosta naoblake, što je već tada trebalo navesti studenta na promišljanje u vezi polijetanja. Kada je sletio na aerodrom između polazišnog i odredišnog, prijavljeni su IMC uvjeti, no on je odlučio letjeti rutu kojom bi izbjegao IMC uvjete umjesto da je odustao od polijetanja. Kada je već ponovno poletio ispravna je odluka traženja pomoći od kontrole leta, a nakon što je student odbio povratak, savjetovana mu je bolja izravnija ruta do odredišta. IMC uvjeti su se kretali prebrzo na dio njegove rute te student nije bio zadovoljan sa uputama kontrolora, te se odlučio na vanaerodromsko slijetanje koje je dovelo do nesreće, ali sa lakšim ozljedama.

Prisilno slijetanje van aerodroma je opasnost samo po sebi koje može uzrokovati nesreću kao u ovom slučaju. Student je donio odluku da neće biti u IMC uvjetima svjestan svojih ograničenja, no isprva je bila kriva odluka uopće poletjeti u područje u kojem su se očekivali IMC uvjeti sa nadom da će ih zaobići.

4. 3.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANI SA NOĆNIM VFR LETENJEM

Primjer 1.

Proizvođač: Diamond
Model: DA-40
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: noćna
Godina nesreće: 2010
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 44 god.
Dozvole: PPL, SEP, MEP
IR: da
Ukupno sati leta: 1650
Ukupno sati leta na modelu: /
Ozljeđe: fatalne, 1

Opis:

Podaci radara nadležne kontrole leta pokazuju da je zrakoplov napravio nekoliko krugova sa variranjem visine od 8400 stopa MSL do 700 stopa MSL. Svjedok je prijavio da je čuo jednomotorni zrakoplov kako leti iznad njega sa mijenjanjem zuka motora, što ga je nagnalo da odmah pogleda gore. Prijavio je da je vidio jednomotorni mali zrakoplov kako radi neobične "krugove" blizu njegove kuće. Primjetio je bijela treptuća svijetla na vrhovima krila te također crveno i zeleno svijetlo. Kada se zvuk motora stišao primjetio je da zrakoplov penje. Tada mu je izgledalo da se zrakoplov ispravio i nastavio let sjeverozapadno, a nakon minute sjeverno. Zrakoplov je lociran sljedeći dan u šumskom području 5 NM od kuće svjedoka. U vrijeme nesreće prevladavali su tamni noćni vizualni uvjeti, a područje iznad kojeg je zrakoplov letio je bilo jako slabo osvijetljeno. Raspored ostataka olupine navode na zaključak da je prilikom udarca zrakoplov bio u blagom kontroliranom spuštanju. Pregledom olupine zaključeno je da nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća sa zrakoplovom prije samog udarca. Na temelju dostupnih informacija vrlo je vjerojatno da je pilot iskusio dezorijentiranost i gubitak orijentacije, te doživio kontrolirani let u zemlju, [8].

Zaključak:

Pilot je odlučio letjeti noćnu rutu pod VFR noćnim pravilima. Zanimljiva je činjenica da je pilot bio obučen za instrumentalno letenje, tj. imao je IR dozvolu. Po izjavama svjedoka i činjenici da je noć bila jako tamna, a područje iznad kojeg se letjelo jako slabo osvijetljeno, zaključuje se da je pilot izgubio orijentaciju. Naime, pilot vjerojatno nije imao vanjsku referencu i letio je po osjećaju. Letio je po VFR pravilima, iako je mogao pod IFR. Zanimljivo je da je vjerojatno zanemario svoju instrumente i pokušao letjeti tražeći vanjsku referencu, iako je bio obučen za instrumentalno letenje. Pretpostavlja se da je potpuno zanemario umjetni horizont i letio po osjećaju. To bi objašnjavalo neobjašnjive zaokrete, penjanja i spuštanja, mijenjanja smjera. Kada je uspio smiriti zrakoplov pretpostavlja se da je mislio da je u stabilnom horizontalnom letu, no bio je u blagom poniranju. U tom poniranju došlo je do kontroliranog leta u zemlju kojeg pilot nije vjerojatno bio ni svjestan jer nije uopće vidio zemlju. Ova nesreća je primjer gubitka orijentacije i izgubljenosti tokom noći preko slabo osvijetljenog područja. Pilot je bio prostorno izgubljen i podložan noćnim iluzijama te nije vjerovao svojim instrumentima, iako je bio obučen za instrumentalno letenje. Upitna je i bila odluka da leti noćnu rutu preko slabo naseljenog i loše osvijetljenog područja.

Primjer 2.

Proizvođač: Beechcraft
Model: A24R
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: noćna
Godina nesreće: 2006
Stupanj oštećenosti: uništen

Starost pilota: 55 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 147
Ukupno sati leta na modelu: 75
Ozljeđe: fatalne, 2

Opis:

Pilot koji inače ne posjeduje dozvolu za instrumentalno letenje, letio je noćnu rutu. Radarski podaci prikazuju da je nakon polijetanja sa polazišnog aerodroma, pilot skrenuo u željeni smjer i letio u tom smjeru sljedeće 24 minute. Nakon toga zrakoplov je počeo skretati u lijevo i naglo ponirati. Zadnja radarska slika tog zrakoplova prikazuje zrakoplov udaljen 1 NM od mjesta nesreće. Istraga dijelova zrakoplova i olupine naznačuje da se zrakoplov raspao u letu na maloj visini. Vrhovi krila i lijevi stabilizator su nađeni 1000 stopa udaljeni od glavne olupine. Svi odvojeni dijelovi naznačuju da je došlo do strukturalnog preopterećenja. Nesreća se dogodila u tamnoj noći bez iluminacije Mjeseca, koji je bio više od 15° ispod horizonta. Meteorološka radarska slika prikazala je u to vrijeme *broken*-razlomljenu naoblaku sa vrhovima oblaka do 13 000 stopa. Također je ustanovljeno prema istoj slici, da su oblaci bili kumulonimbusi sa izraženom olujnom kišom. Vjerojatna je prisutnost jake turbulencije u tim oblacima. Pretpostavlja se da je pilot naišao na IMC uvjete te izgubio vanjsku vizualnu referencu i izgubio kontrolu nad zrakoplovom, [8].

Zaključak:

Propust je taj što pilot nije pregledao meteorološka izvješća koja bi mu naznačila na opasno vrijeme i IMC uvjete na njegovoj ruti. Sami noćni uvjeti sa slabom svijetlošću od Mjeseca su bili teški za vizualno letenje, no povrh toga je pilot još uletio u IMC uvjete i to u kumulonimbuse (slika 3.) u kojim je vladala olujna kiša sa jakom turbulencijom. Gubitak orijetacije zbog nedostatka vanjske vizualne reference, nedostatak praćenja instrumenata i noćni uvjeti doveli su do gubitka kontrole nad zrakoplovom u obliku naglog obrušavanja. Jake sile na zrakoplov potpognute jakim turbulencijama u IMC uvjetima dovele su do raspadanja zrakoplova u letu. Pilot nije smio vršiti VFR let u takvim opasnim noćnim uvjetima.



Slika 3. - Primjer kumulonimbuse u noćnim uvjetima

Primjer 3.

Proizvođač: Piper
Model: PA-28
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: noćna
Godina nesreće: 2005
Stupanj oštećenosti: uništen

Starost pilota: 45 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 150
Ukupno sati leta na modelu: /
Ozljeđe: fatalne, 4

Opis:

PPL pilot je letio VFR let iznad slabo naseljenog područja. Zrakoplov se srušio otprilike 7 NM od polazišnog aerodroma. Nakon ispitivanja i stanja olupine je zaključeno da je zrakoplov bio u strmom poniranju, visokom brzinom. Nije bilo dokaza o bilo kakvoj mehaničkoj neispravnosti. Meteorološki uvjeti su bili sa bazom *broken*-razlomljenih oblaka na 2200 stopa i *overcast* oblacima na 3400 stopa. Nakon pregleda meteoroloških podataka od strane NTSB-ovog meteorologa, došlo je do zaključka da je Mjesec bio ispod horizonta te je bio prekriven oblacima. U ovakvim uvjetima javlja se pojava gdje površinske reference i prirodni horizont nekada mogu biti potpuno prekriveni oblacima, iako je sama vidljivost iznad VFR minimuma. Takva pojava je još češća u rijetko naseljenim područjima noću. Baza oblaka koja je nagnuta pod nekim kutom, nevidljiv prirodni horizont, tamna noć sa zvijezdama i posebnim geometrijskim oblicima svjetala na tlu može dovesti do iluzije ravnjanja zrakoplova sa lažnim horizontom koji bi ga doveo u opasan položaj, što se pretpostavlja za ovaj slučaj, [8].

Zaključak:

Na temelju podataka o *overcast* oblacima, pilot nije smio vršiti noćni VFR let. Našao se u uvjetima jako pogodnim za nastajanje noćne iluzije lažnog horizonta. Nije pratio instrument umjetnog horizonta, nego se pretpostavlja da je za horizont uzeo nagnutu bazu oblaka ili neku svijetlost na tlu što je dovelo do nekontroliranog položaja zrakoplova i naglog poniranja iz kojeg se pilot više nije mogao izvući. Primjer noćne iluzije koju je pilot vjerojatno mogao doživjeti prikazan je na slici 4.



Slika 4. - Iluzija lažnog horizonta

Primjer 4.

Proizvođač: Cessna
Model: 172S
Vrsta leta: školski
Vanjska svijetlost: noćna
Godina nesreće: 2008
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 72 god.
Dozvole: CPL
IR: da
Ukupno sati leta: 4200
Ukupno sati leta na modelu: 2000
Ozljede: lakše, 2

Opis:

Student-pilot koji se nalazio na lijevom sjedištu je radio noćni prilaz za vizualno slijetanje na pistu. Student je izgubio pistu iz vida te je udario o drveća. Instruktor je izjavio da je motrio brzinomjer te kada je pogledao van, vidio je samo drveća. Drveća se nalaze u produžetku osi piste u duljini od 4000 stopa i širini 100 stopa sa pragom piste pomaknutim 205 stopa zbog drveća. U uobičajenim okolnostima informaciju o preciznom kutu poniranja daju svijetla pored piste, PAPI – *Precision approach path indicator*. U ovom slučaju PAPI svijetla su bila van upotrebe, a obavijest o tome je pravodobno dana u NOTAM-u. Pilot je prijavio da se nije oslanjao na PAPI svijetla i da nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća sa samim zrakoplovom prije nesreće, [8].

Zaključak:

Neispravnost PAPI svjetala izdana je u NOTAM-u, no pilot student je ustvrdio kako se nije ravnao po neispravnim PAPI svijetlima. Greška je instruktora naravno što nije pratio studenta u osjetljivom noćnom prilazu sa povišenim terenom, odnosno drvećima ispred piste. Instruktor tvrdi da je gledao u brzinomjer, no bilo je potrebno konstantno skeniranje sa instrumenta prema pogledu na pistu. Sa druge strane, student nije uspio držati standardni prilaz, nego je došao prenizak i zahvatio vrhove drveća što je rezultirao nesrećom. Takvi vizualni prilazi noću mogu dovesti pilota i do iluzija da je npr. previsok, a zapravo je prenizak kao u ovom slučaju. Indikativno je da se mora obratiti posebna pažnja prilazima noću, a ako se sumnja i na najmanje greške u kutu poniranja, treba krenuti u proceduru neuspjelog prilaza. Naravno, u ovom slučaju naznačena je odgovornost instruktora zbog nepraćenja postupaka svog studenta, koji nije vjerojatno bio svjestan pozicije u prostoru tokom prilaza zbog možebitne iluzije.

4. 4.) PRIMJERI SUDARA ZRAKOPLOVA U VIZUALNOM LETENJU

Primjer 1.

Proizvođač: Beechcraft
Model: V35
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2011
Stupanj oštećenosti: uništen

Starost pilota: 58 god.
Dozvole: CPL, FI
IR: da
Ukupno sati leta: 2250
Ukupno sati leta na modelu: /
Ozljeđe: fatalne, 1

Opis:

Beech V35 i Piper PA-44 sudarili su se u poznatoj zoni za treniranje elemenata leta. Instruktor leta u Piper-u je izjavio da je na 7500 stopa MSL zadao svom studentu da krene u simulirano izvanredno spuštanje, što je student i napravio te su se spustili na 4500 stopa MSL te nastavili sa krstarenjem prema lokalnom aerodromu. Kako se je let nastavljao, tako je instruktor primjetio jednomotorni zrakoplov u kursu koji se je presretao sa njihovim kursom. Na lokalnoj aerodromskoj radijskoj frekvenciji instruktor je javio svoju poziciju. Nakon blage promjene kurse i spuštanja ponovno je uspostavio vizualni kontakt sa jednomotornim zrakoplovom koji je sada bio iza i iznad Piper-a. Nakon toga je skenirao područje ispred Piper-a lijevo i desno. Instruktor je potom izjavio da je osjetio nagli udarac i trešnju svog zrakoplova, nakon čega je Piper počeo nekontrolirano skretati u lijevo i naginjati se. Instruktor je preuzeo kontrolu nad zrakoplovom i izvršio prisilno vanaerodromsko slijetanje. Radarski podaci otkrili su da su zrakoplovi bili na konfliktinim smjerovima. Piper je bio u sjevernoistočnom kursu na 2800 stopa MSL manevrirajući zapadno od Beecha koji je bio u sjevernoistočnom kursu na 2400 stopa MSL, [8].

Zaključak:

Na temelju pozicija Piper-a i Beecha i činjenici o ostalim zrakoplovima prisutnim u tom području vrlo je vjerojatno da jednomotorni zrakoplov kojeg je instruktor Piper-a učio, nije bio Beech s kojim se sudario. Piper je bio u lijevom nagibu i vrlo je vjerojatno da je motor i lijevo krilo zapriječilo Piper pilota da vidi Beecha. Dodatno, pilotu Beecha Piper je bio lijevo i iznad njegove putanje leta te je njemu pogled vjerojatno bio zapriječen strukturom krova Beecha, [8].

Ovaj tip sudara je uzrokovan jer piloti oba zrakoplova nisu uspjeli uočiti jedan drugoga jer i nisu bili u mogućnosti. Nekoliko momenata prije sudara, pozicije njihovih zrakoplova su bile takve da su sprječavale vizualno uočavanje. Ono čega su morali biti svjesni jest da se nalaze u publiciranoj zoni za treniranje sa puno prometa. Komunikacija je trebala biti češća i učinkovitija, a skeniranje prometa bolje. Ovo je primjer kako u vizualnom letenju čak može doći i do zamjene zrakoplova koji se treba uočiti, sa krivim što može dovesti do ovakvih posljedica. Još jedna je naznaka, koliko treba biti pažljiv u nekontroliranom prostoru, pogotovo u ovakvim prometnim zonama.

Primjer 2.

Proizvođač: Cessna
Model: 172M
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: sumrak
Godina nesreće: 2004
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 54 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 409
Ukupno sati leta na modelu: 319
Ozljeđe: lakše, 1

Opis:

Cessna 172M i Cessna 182S su obje poprimile znatnu štetu prilikom sudara u zraku. Oba zrakoplova su sletjela uspješno bez daljnjih incidenata. Prilikom nesreće prevladavali su VMC uvjeti. Pilot C172M je izjavio da je bio u krstarenju na 2500 stopa MSL, kada je začuo udarac na stražnjem dijelu svog zrakoplova. Nakon udaraca vidio je C182S ispred, lijevo i iznad sebe. Pilot C182S je izjavio da prilikom izravnavanja iz oštrog zaokreta je vidio C172M na poziciji 2 sata jako nisko, tj. blizu sebi. Nekoliko sekundi kasnije stajni trap C182S je zahvatio vertikalni stabilizator C172M. Oba zrakoplova nisu bila pod uslugama kontrole leta. Pilot C182S je izjavio da je namjera njegova leta bila vježbanje instrumentalnih procedura i zaokreta. Pilot C172M nije imao IR, [8].

Zaključak:

Sudar dviju Cessni je uzrokovan ne održavanjem adekvatnog vizualnog osmatranja za nadolazeći promet. Pilot C182S koji je izvodio oštri zaokret nije smio niti ući u isti, prije nego se uvjerio da oko njega nema drugih zrakoplova. Kada se naglo izvadio iz oštrog zaokreta, tada je već bilo kasno. Pilot C172M je teško mogao vidjeti C182S pošto je bila iza njega. Kada je već došlo do kontakta piloti su uspjeli izbjeći daljnje nastajanje štete, što je dovelo do sposobnosti njihovih zrakoplova da sigurno slete.

Primjer 3.

Proizvođač: Cessna
Model: 172S
Vrsta leta: školski
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2012
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 30 god.
Dozvole: CPL, FI
IR: da
Ukupno sati leta: 796
Ukupno sati leta na modelu: /
Ozljeđe: fatalne, 2

Opis:

Radarski podaci prikazuju da su incidentni zrakoplovi bili u smjerovima koji su se križali te su se postupno približavali jedno drugome. Točno prije sudara, C172 je krstarila sjevernoistočnim kursom na visini od 7200 stopa MSL, a C180 je bila u postupom penjanju sa 6800 stopa na 7000 stopa MSL u sjevernom kursu. U vrijeme nesreće prevladavali su VMC uvjeti sa vidljivošću od 60 NM. Niti jedan zrakoplov nije bio pod uputama kontrole leta u vrijeme nesreće. Radarski podaci pokazuju da je C180 nakon nesreće skrenula zapadno u kurs 270° dok je C172 nastavila ponirati u sjevernom smjeru dok nije udarila o zemlju. Pilotkinja C180 je prisilno sletjela u polje blizu aerodroma na koji nije uspjela sletjeti zbog otežanog upravljanja kormilom dubine i visine. Po slijetanju utvrđeno je da je desni horizontalni stabilizator savinut prema dolje za 90°. Pilotkinja je uspjela sletjeti regulirajući snagu motora. Prije sudara nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća sa oba zrakoplova. Pregled olupine C172 je utvrdio da je lijevo krilo, tj. lijevo krilce zahvatilo desni hor. stabilizator C180. Lijevo krilo C172 je bilo preoštećeno da bi se nastavio kontrolirani let.

Zaključak:

Piloti oba zrakoplova nisu bili pod mjerama nadležne kontrole leta. Oba leta su letjela pod VFR pravilima leta. Samim tim se podrazumijevalo da oba pilota primjenjuju koncept *see and avoid*. Greška je pilota oba zrakoplova što nisu konstantno skenirali prostor ispred sebe zbog nadolazećeg prometa jer su znali da se nalaze u nekontroliranom zračnom prostoru. Piloti i C172 i C180 su u ovom slučaju imali prilike uočiti jedno drugo i to puno prije samog kontakta, no međutim nisu imali adekvatno vizualno osmatranje. Dužnost je svakog VFR pilota uočiti nadolazeći zrakoplov i skenirati mogući promet u vizualnim pravilima letenja. Iako su piloti vodili ispravnu vizualnu navigaciju koja ih je vodila pravim putem do njihova odredišta, propustili su voditi bitan element te navigacije, a to je vanjsko vizualno osmatranje drugog prometa.

4. 5.) PRIMJERI NESREĆA POVEZANI SA GUBITKOM ORIJENTACIJE

Primjer 1.

Proizvođač: Diamond
Model: DA-40
Vrsta leta: panoramski
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2007
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 39 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 141
Ukupno sati leta na modelu: 16
Ozljeđe: lakše, 4

Opis:

Zrakoplov je uletio u uzdizujući planinski teren zbog nehotičnog leta prema zatvorenom ograđenom planinskom lancu. Pilot je letio na 7500 stopa MSL u planinskom području čija elevacija varira između 7000-9000 stopa MSL. Pilot je za to vrijeme vodio vizualnu navigaciju i vizualno odstojanje od tla. U jednom trenutku njegov putnik je uočio jelena, te je pilot manevrirao zrakoplov u blagi lijevi zaokret kako bi njegov putnik dobio bolji pogled. Taj manevar je doveo zrakoplov u zatvoreni planinski lanac čija se elevacija povišavala dok je pilot letio sve dalje. Pilot se htio okrenuti za 180°, no područje za taj manevar je bilo jednostavno preusko. Unutar par sekundi teren je počeo naglo dobivati na visini i konvergirati se. Pilot je dao punu snagu u nadi ne bi li dobio dovoljno visine da raščisti teren, no izlazak iz lanca visinom u tom trenutku je već bio nemoguć. Nakon toga je smanjio snagu i nastavio let u potpuno ravnom smjeru i izgubio što je više brzine mogao, prije nego se sudario sa drvećem. Zrakoplov je zahvatio vrhove drveća okrenuo se za 90° i ostao zaglavljnjen u drveću sa nosom prema dolje. Zrakoplov je poprimio znatna oštećenja dok su pilot i putnici zadobili lakše ozljede. Pilot je izjavio da prije nesreće nije bilo nikakvih mehaničkih poteškoća sa motorom i samim zrakoplovom, [8].

Zaključak:

Ova nesreća je zanimljiv primjer nesreće uzrokovane gubljenjem svjesnosti o položaju zrakoplova. Pilot je prije incidentnog zaokreta vodio opću orijentaciju te je održavao vizualni razmak od terena. Pošto je bio na panoramskom letu letio je na maloj visini, zbog čega je posebno morao biti svjestan vizualnog razmaka od tla i konfiguracije okolnog reljefa. Nagovoren od strane putnika, pilot je ušao u zaokret i nesvjesno doveo zrakoplov u opasnu situaciju zatvorenog kanjona. Njegova je dužnost bila u vođenju vizualne navigacije, voditi i računati o konfiguraciji terena sa bočne strane rute. Pilot je pratio svoju rutu i održavao razmak od tla, ali je zanemario praćenje bočnog pojasa u iznosu od bar 30%. Stoga, pilot nije bio svjestan svoje detaljne orijentacije i nije imao pravu i dostatnu orijentaciju. Da je imao punu svjesnost o svom položaju, nikada ne bi pristao na nagovor putnika koji ga je tražio praćenje životinje. Fokusiranost na praćenje životinje je bio isto tako značajan faktor gubitka svjesnosti o svom položaju i nadolazećoj opasnosti.

Primjer 2.

Proizvođač: Piper
Model: PA-28
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: predvečerje
Godina nesreće: 2004
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 35 god.
Dozvole: CPL
IR: da
Ukupno sati leta: 628
Ukupno sati leta na modelu: 436
Ozljeđe: lakše, 1

Opis:

Zrakoplov je poprimio znatna oštećenja pri prisilnom izvan aerodromskom slijetanju. Pilot je izjavio da je obavio svu standardnu i navigacijsku pripremu leta. Provjerio je meteorološke uvjete, podnio plan leta, provjerio da su oba spremnika puna i pregledao zrakoplov. Sam let je tekao glatko, dok pilot nije shvatio da je preletio svoj destinacijski aerodrom. Nakon toga, pilot je zrakoplov okrenuo u smjer prema gradu s kojim je bio upoznat. Tada je lijevi spremnik ostao bez goriva i pilot je odmah uključio električnu pumpu, prebacio sklopku na desni spremnik i motor se odmah ponovno pokrenuo. Pilot je razmišljao o *mayday* pozivu, ali je znao da je minimalna visina za radarsko vektoriranje 4000 stopa, dok je on bio na 3500 stopa. Stoga je odlučio ne gubiti vrijeme na penjanje, nego se držao principa *aviate, navigate, communicate*. Tada je htio preći sa vizualne navigacije na instrumentalnu, rabeći radijale VOR-a do aerodroma prema gradu kojem se kretao. Shvatio je da neće imati goriva za povratak, već za 15 min leta, a grad mu nije bio ni na vidiku, s time da je Sunce već zalazilo. Zato se odlučio držati vizualne navigacije i ponovno potražiti neki aerodrom u blizini, no nije ga našao. Donio je odluku da izvrši prisilno slijetanje na obrađeno polje koje je pronašao. Pri prilazu na to polje, motor je malo "podrignuo" što je još pojačalo njegovu želju da izvrši prisilno slijetanje. Po slijetanju je shvatio da polje nije tako "glatko" kako je izgledalo, te se zabio u metalnu žilet ogradu i grmlje, [8].

Zaključak:

Izjava pilota navodi da je imao dobru pripremu u navigacijskom dijelu leta. Pilot je većinu rute obavio navigacijski točno, no činjenica je jednostavno da nije bio svjestan da je preletio aerodrom slijetanja i ostao izgubljen. To znači da nije imao dobru navigacijsku pripremu ili čak i da jest, jednostavno nije bio svjestan o poziciji svog zrakoplova što je dovelo do preleta aerodroma. Po shvaćanju što se je dogodilo, pilot je okrenuo prema gradu za koji je znao gdje je aerodrom, što znači da je uspio uspostaviti ponovnu opću orijentaciju. No, tada je bilo prekasno jer je zrakoplov bio već pri kraju sa količinom goriva. Pilot je donio ispravnu odluku u pogledu da mora izvršiti prisilno slijetanje jer ne bi stigao do aerodroma. No, nekvalitetna je bila priprema i vođenje vizualne navigacije u završnoj fazi režima krstarenja što ga je dovelo do preleta aerodroma. Zanimljivo je, kako je pilot sa commercial pilot dozvolom i skoro 650 sati naleta, bez obzira na iskustvo, uspio izgubiti orijentaciju i preletjeti odredišni aerodrom.

Primjer 3.

Proizvođač: Cessna
Model: 172E
Vrsta leta: školski
Vanjska svijetlost: dnevna
Godina nesreće: 2013
Stupanj oštećenosti: znatan

Starost pilota: 17 god.
Dozvole: STUDENT
IR: ne
Ukupno sati leta: 42
Ukupno sati leta na modelu: 35
Ozljeđe: lakše, 1

Opis:

Student-pilotkinja je izjavila da je bila na solo rutnom školskom letu preko planinskog područja, upotrebljavajući vizualnu navigaciju. Pilotkinja je u jednom trenutku shvatila da je izgubljena te da nije sigurna u svoju poziciju, nakon čega je nastavila letjeti prema zapadu. Kako je nastavila let, tako je teren postajao višji zbog čega je morala popeti sa 7500 stopa na 8500 stopa MSL. Nakon nekog vremena više nije bila u mogućnosti održavati odstojanje od konfiguracije terena, niti se okrenuti za 180° te je odlučila izvršiti prisilno slijetanje. Tokom prilaza na mjesto koje je smatrala pogodnim za slijetanje, došlo je do jakog naleta vjetra u desno krilo koji je rezultirao udarcem nosnog kotača od kršni teren. Zrakoplov se prevrnuo preko nosa i poprimio znatna oštećenja na krilima i repnoj sekciji. Prije same nesreće pilotkinja nije prijavila nikakve mehaničke poteškoće sa motorom ili samim zrakoplovom, [8].

Zaključak:

Student-pilotkinja je imala neadekvatnu pripremu prije leta. U pripremanju rute trebala je detaljnije proučiti istu ili izabrati onu koja ne ide preko područja velike elevacije. Indikativno da je pilotkinja student, te da u jednom trenutku je izgubila orijentaciju zbog nedostatka iskustva i planinskog kršnog terena. U stanju izgubljenosti nije održavala dostatno vizualno odstojanje te je na kraju ostala u nemogućnosti da nadvisi teren. Ostao joj je jedini izbor prisilnog slijetanja i to na ne baš pogodni kršni teren. Faktor jakog vjetra otežao je već ionako teško prisilno slijetanje, što je dovelo do nesreće.

4. 6.) PRIMJERI NESREĆA ZBOG PPROBLEMA SA NAV. OPREMOM

Primjer 1.

Proizvođač: Piper
Model: PA-28
Vrsta leta: osobni
Vanjska svijetlost: noćna
Godina nesreće: 2009
Stupanj oštećenosti: uništen

Starost pilota: 76 god.
Dozvole: PPL, SEP
IR: ne
Ukupno sati leta: 520
Ukupno sati leta na modelu: /
Ozljeđe: teže ,1

Opis:

Pilot je izjavio istražitelju da je htio jednostavno "uživati par sati noćnog letenja" i vratiti se na polazišni aerodrom. Tokom leta primjetio je da mu se ne podudaraju magnetski kompas i žiromagnetski kompas. Pokušao je izvući informacije iz novog GPS-a koji je bio nedavno instaliran u zrakoplov, no izjavio je da se nije znao služiti s istim. Pilot je izgubio orijentaciju i nije mogao prepoznati nikakav značajan orijentir, a postajalo je sve mračnije. Nakon nekog vremena učio je rotirajuće toranjsko svijetlo aerodroma. Odlučio je sletjeti na isti, no udario je u drveća paralelna sa pistom u prilazu, [8].

Zaključak:

Pokazivanja magnetskog i žiromagnetskog kompasa nisu bila ista. To je moguće zbog pojave precesije na koju je pilot dužan podešavati žiromagnetski kompas sa magnetskim, otprilike svakih 15-20 min. Moguća je greška pilota ako to nije izvršavao, ali je i moguć kvar žiroskopa u žiromagnetnom kompasu. Nakon toga pilot je izgubio svoju vizualnu navigaciju koju je trebao voditi po karti. Naznačno jest da je pilotu bio dostupan GPS u zrakoplovu, ali isti nije znao koristiti. Iako GPS nije obavezna oprema u vizualnoj navigaciji, veoma je korisno znati se rabiti dodatnom navigacijskom opremom baš zbog ovakvih slučajeva. Nadalje, u prilazu na nepoznati aerodrom pilot je zanemario vizualno odstojanje od tla.

5.) ANALIZA UČESTALOSTI UZROKA NESREĆA

5. 1.) REPREZENTATIVNI UZORAK

U prethodnom poglavlju je spomenuto da ukupan broj obrađenih nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova u razdoblju 2004-2014.g. iznosi 2444, od 9609 dostupnih nesreća.

Postotak obrađenih nesreća u odnosu na ukupan broj nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova u SAD-u, unutar razdoblja 2004-2014.g. je **25,43%** (grafikon 1.). Ovaj postotak je reprezentativni uzorak u odnosu na ukupan broj nesreća, koji je mjerodavan i prihvatljivo točan za analizu.

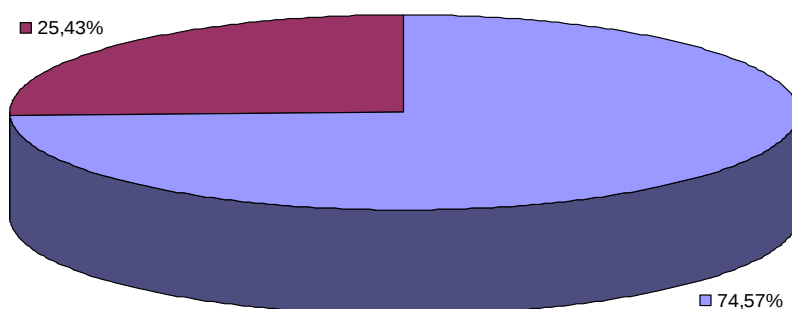
Reprezentativni uzorak je dobiven izdvajanjem nesreća određenih tipova najčešćih zrakoplova (grafikon 2.), od kojih je u odnosu na reprezentativni uzorak od 2444:

- 60 ili **2,45%** nesreća Diamond zrakoplova,
- 496 ili **20,30%** nesreća Piper (PA-28) zrakoplova,
- 576 ili **23,57%** nesreća Beechcraft zrakoplova,
- 1312 ili **53,68%** nesreća Cessna (C172) zrakoplova.

U odnosu na ukupan broj nesreća od 9609, udio izdvojenih zrakoplova je kako slijedi:

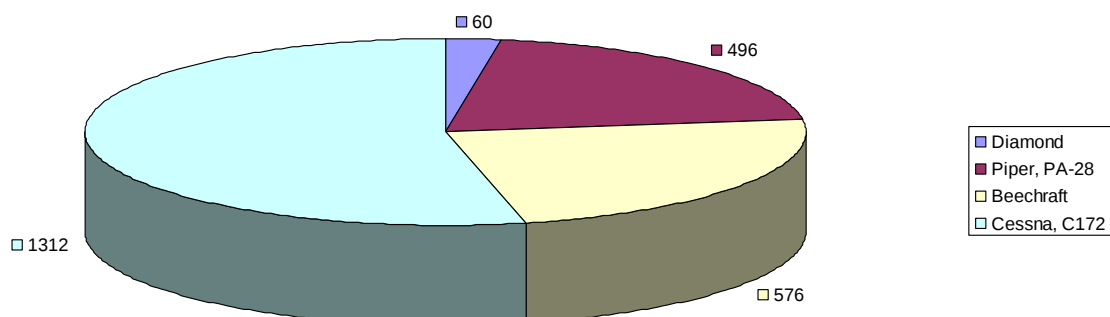
- **0,62%** Diamond zrakoplovi,
- **5,16%** Piper, PA-28 zrakoplovi,
- **6,00 %** Beechcraft zrakoplovi,
- **13,65%** Cessna, C172 zrakoplovi.

REPREZENTATIVNI UZORAK



Grafikon 1. – Obradeni reprezentativni uzorak od 25,43% u odnosu na ukupni broj

BROJ TIPOVA ZRAKOPLOVA

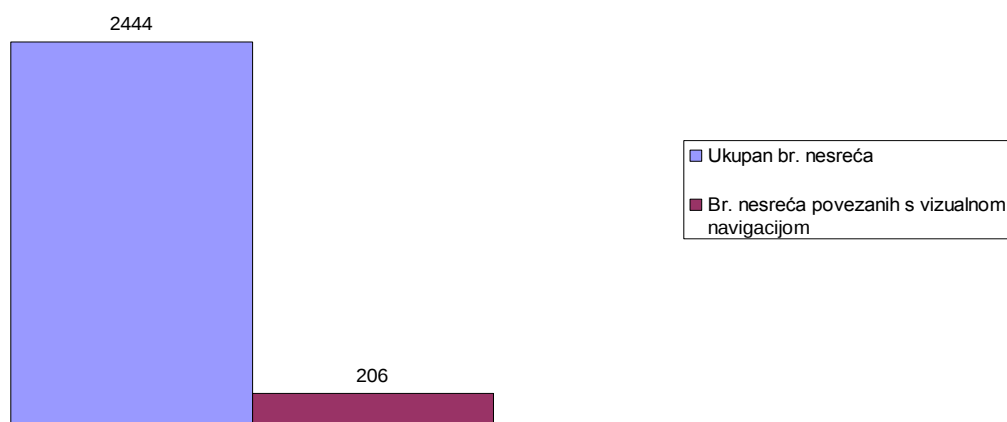


Grafikon 2. – Broj obrađenih nesreća po tipovima zrakoplova u reprezentativnom uzorku

5. 2.) ANALIZA UZROKA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM

5. 2. 1.) Analiza ukupnog broja

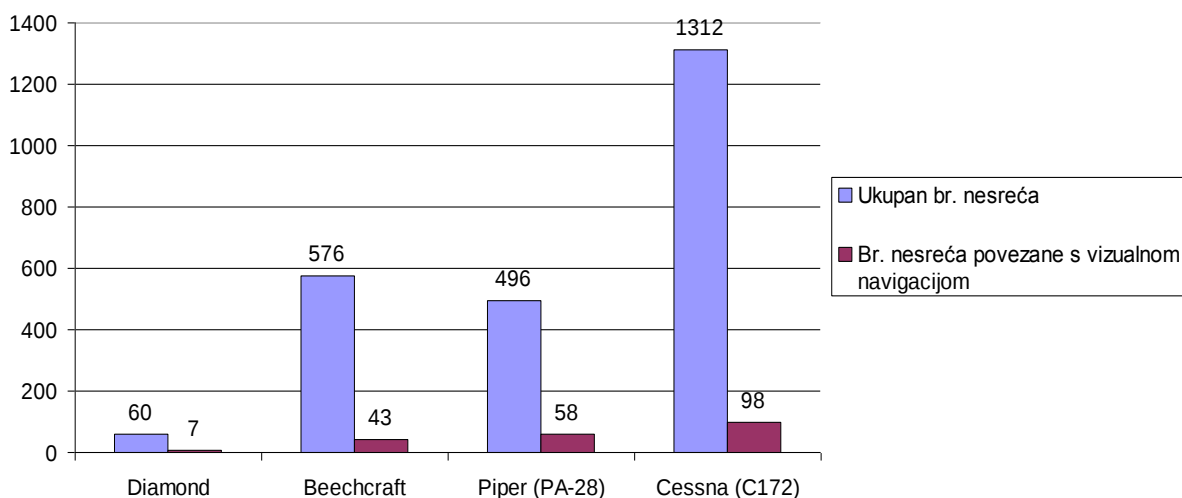
Od ukupne 2444 obrađene nesreće, analizom je utvrđeno da je njih 206 bilo povezano s vizualnom navigacijom u većoj ili manjoj mjeri. Ovaj podatak dovodi do zaključka da u promatranom desetogodišnjem razdoblju, postotak nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom je iznosio **8,42%** (grafikon 3.).



Grafikon 3. – Odnos nesreća povezanih s vizualnom navigacijom u odnosu na ukupan broj nesreća

Od 206 nesreća uzrokovanih pogreškama u vizualnoj navigaciji, pojedinačno po obrađenim tipovima zrakoplova, 7 je nesreća Diamond zrakoplova, 43 je nesreće Beechcraft zrakoplova, 58 je nesreća PA-28 zrakoplova te je 98 nesreća C172 zrakoplova (grafikon 4.).

USPOREDBA BR. NESREĆA PO TIPOVIMA ZRAKOPLOVA



Grafikon 4. – Usporedba broja nesreća po tipovima zrakoplova

Podaci prikazuju da je najviše nesreća povezanih s vizualnom navigacijom bilo onih sa C172. To ne znači da taj zrakoplov ima neke posebne značajke koje stvaraju probleme kod vizualne navigacije, nego ih je jednostavno najveći broj u prometu.

Podatak koji jest relevantan je usporedba ukupnog broja nesreća po tipovima svakog zrakoplova sa onima povezanim s vizualnom navigacijom. Tako dolazimo do sljedećih postotaka:

- od svih nesreća C172, **7,47%** je povezano sa vizualnom navigacijom,
- od svih nesreća PA-28, **11,69%** je povezano sa vizualnom navigacijom,
- od svih nesreća Beechcraft, **7,46%** je povezano sa vizualnom navigacijom,
- od svih nesreća Diamond, **11,67%** je povezano sa vizualnom navigacijom.

Za svaki tip promatranih zrakoplova posebno, može se ustvrditi da se postotak nesreća povezanih s vizualnom navigacijom kreće u blizini ukupnog prosjeka koji je prije obrađen od 8,42%. Naznačno jest da nema odstupanja posebno za svaki tip i model zrakoplova od prosjeka.

Ono što je potrebno izdvojiti jest da nisu obrađivani svi jednomotorni klipni modeli zrakoplova tipa Cessna i Piper, nego samo C172 i PA-28. Razlog tome jest brojnost ostalih jednomotornih klipnih zrakoplova ova dva proizvođača što je preobuhvatno za ovo istraživanje. Čak i da se uključe ostali modeli ova dva tipa, sa dostatnom prihvatljivošću može se uzeti teza da bi se i dalje broj nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom kretao oko prosjeka od spomenutih 8,42%. Pretpostavlja se variranje tog prosjeka u tom slučaju od +/- 4%, što je slično već obrađenim zrakoplovima, gore navedenim.

5. 2. 2.) Analiza s obzirom na uzroke

Analiza učestalosti pojedinih uzroka nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom razmatrana je s obzirom na nekoliko najčešćih i očekivanih čimbenika. Ti čimbenici su nesreće uzrokovane IMC uvjetima, letenjem noću, sudarima zrakoplova u zraku, gubljenju orijentacije i prostornoj izgubljenosti, kavrovima nav. opreme i ostalim utjecajnim čimbenicima.

Valja napomenuti da analiza može ustvrditi koliko je koji uzrok imao utjecaja na nesreću. Naime, svaka nesreća nije uzrokovana samo jednim jedinim uzrokom, već je to lanac povezanih događaja koji su doveli do nesreće. Shodno tome, može se obraditi svaki uzrok pojedinačno i ustvrditi u kojoj je mjeri taj isti imao utjecaja na sve nesreće. Razlog utjecaja tih čimbenika na nesreće objašnjeni su u 3. poglavlju.

Uzrok IMC uvjeti

Ustanovljeno je da u 206 nesreća povezanih sa vizualnom navigacijom, u njih 85 su prevladavali IMC uvjeti. To znači da u **41,26%** svih nesreća, zrakoplovi su se nalazili u IMC uvjetima pod kontrolom pilota koji su letjeli pod VFR pravilima. U svim takvim nesrećama IMC uvjeti su bili glavni uzrok nesreće, potpomognuti sa ostalim faktorima. Taj uzrok doveo je ili do gubitka kontrole nad zrakoplovom ili do kontroliranog (nesvjesnog) leta u konfiguraciju terena ili do prisilnog vanaerodromskog slijetanja.

Potrebno je napomenuti da će se za potrebe analize raspad zrakoplova u teškim IMC uvjetima smatrati kao gubitak kontrole, jer je taj događaj u većini slučajeva uzrokovao pilotovim nekontroliranim pokretima komandama. Rezultati uzrokovani letenjem u IMC uvjetima kreću se u sljedećim vrijednostima:

- **54,12%** nesreća zbog IMC uvjeta rezultiralo je kontroliranim letom u teren,
- **38,82%** nesreća zbog IMC uvjeta rezultiralo je gubitkom kontrole nad zrakoplovom u letu,
- **7,06%** nesreća zbog IMC uvjeta rezultiralo je prisilnim vanaerodromskim slijetanjem.

Također, važno je napomenuti utvrđeni podatak da je u 85 nesreća uzrokovanih IMC uvjetima u njih 75, odnosno **88,24%** postojala pilotova pogreška. Dakle, pilot je bio čimbenik koji je svjesno ili nesvjesno doveo svoj zrakoplov u uvjete u kojima se nije smio nalaziti.

Naznačno je da je većina nesreća rezultirala kontroliranim letom u teren zbog nesvjesnosti pilota približavanja istom, dok je na drugom mjestu nemogućnost održavanja kontrole zrakoplova VFR pilota u takvim uvjetima. Najmanji je postotak nesreća da su piloti prizemljili zrakoplov izlaskom iz takvih uvjeta, van aerodroma.

Smrtnost u nesrećama kod kojih su prevladavali IMC uvjeti iznosila je **82,35%**. Takve nesreće imaju izniman postotak smrtnosti jer piloti uglavnom nisu u stanju se izvaditi iz takvih uvjeta ili sigurno prizemljiti zrakoplov. Nadalje, povezuje se i opće sama nesposobnost VFR pilota da lete u takvim uvjetima gdje dolazi do gubitka kontrole nad zrakoplovom i dovodi do fatalnih posljedica.

Uzrok noćni uvjeti

Utvrđeno je da od 206 nesreća povezanih s vizualnom navigacijom, njih 76 se dogodilo u uvjetima noćne vidljivosti ili **36,89%**. Potrebno je istaknuti da u tih 76 nesreća su bili prisutni noćni uvjeti, a ne glavni čimbenik uzroka nesreće.

Pobližom analizom zapravo je ustanovljeno da u tih 76 nesreća u noćnim uvjetima, njih 35 ili **46,06%** je bilo uzrokovano zbog otežanosti u noćnoj vidljivosti, dok njih 41 ili **53,94%** IMC uvjetima koji su nastupili noću. Za jednu nesreću nisu mogli biti ustanovljeni koji su meteorološki uvjeti prevladavali.

Navodi se zaključak da je gotovo polovica nesreća noću uzrokovana zbog teške noćne vidljivosti, dok je ostala polovica uzrokovana IMC uvjetima noću. Ti IMC uvjeti noću su uvršteni u prethodnu analizu za letenje u IMC uvjetima.

Nesreće uzrokovane noću dovele su do sljedećih ishoda:

- **73,68%** svih nesreća noću završilo je kontroliranim letom u teren,
- **26,32%** svih nesreća noću završilo je gubitkom kontrole na zrakoplovom.

Također, se pod gubitkom kontrole smatra i raspad zrakoplova tokom leta. Niti jedna nesreća koja se dogodila u noćnim uvjetima nije rezultirala prisilnim slijetanjem van aerodroma ili na neki aerodrom.

Smrtnost u nesrećama u noćnim uvjetima iznosila je **71,05%**. Ovaj postotak smrtnosti je nešto manji nego kod nesreća u IMC uvjetima, ali je i dalje velik. Razlog tomu jest iako je više od pola nesreća noću bila u tim IMC uvjetima, druga je polovica bila u graničnim VMC uvjetima što je omogućavalo pilotima dostatnu kontrolu zrakoplova što je rezultiralo u nešto manjoj smrtnosti.

Uzrok sudar zrakoplova

Ukupni broj nesreća koje su uzrokovane sudarima zrakoplova usred leta, iznosio je 30 nesreća od ukupno 206 povezanih s vizualnom navigacijom. Udio sudara zrakoplova u vizualnom letenju u odnosu na ukupni broj nesreća iznosio je **14,56%**. Iz tog udjela može se doći do zaključka da nije prisutan velik broj sudara zrakoplova međusobno u vizualnom letenju, ali ipak postoje slučajevi.

Napominje se da je analiza obuhvatila sve zrakoplove koji su bili pod VFR pravilima letenja, koji su sudjelovali u sudaru i sa drugim zrakoplovima koji nisu obuhvaćeni ovom analizom koji su možebitno bili i pod IFR pravilima letenja.

Daljnja je analiza ustvrdila da je **93,33%** sudara bilo uzrokovano greškom pilota, a **6,67%** sudara je bilo uzrokovano pogreškama kontrole leta. Kontrola leta rijetko je kriva za uzrok sudara, ali postojih takvih par zabilježениh slučaja, u ovoj analizi su pronađena dva.

Svi sudari koji su bili uzrokovani pogreškom pilota, njih **100%** je bio uzrok neadekvatnog vizualnog osmatranja drugog prometa. Ovaj čimbenik je glavni uzrok u ovakvim sudarima zrakoplova.

Utvrđeno je da u 17 nesreća piloti nisu uspjeli zadržati zrakoplov u kontroli, tj. nesreća je rezultirala u raspadom zrakoplova u zraku zbog posljedice sudara ili gubitkom kontrole i posljedičnom nesrećom. To je postotak od **56,67%** nesreća koje su imale prevelike posljedice na upravljivost zrakoplova.

Shodno tome, u **43,33%** sudara piloti su uspjeli prizemljiti zrakoplov. To je ipak znatna brojka koja navodi na podatak da sudari takvih manjih zrakoplova ne izazovu tolika oštećenja koja bi ugrozila upravljivost kao što se pretpostavlja. Veća je brojka sa težim posljedicama, ali u ovih 43,33% sudari su ugrozili integritet zrakoplova, no ne i upravljivost. Taj podatak ukazuje da piloti u zadnji trenutak prije sudara uspiju dovesti zrakoplove u položaj koji bi izazvao manje oštećenje, a i govori o robusnosti manjih jednomotornih klipnih zrakoplova.

Smrtnost kod takvih sudara je vezana uz podatak uništenja ili neupravljivosti zrakoplova poslije sudara i ona je kao već prije spomenutih **56,67%**. Fatalne posljedice kod sudara dvaju zrakoplova u letu su čak manje od fatalnih posljedica kod leta u IMC uvjeta i leta noću.

U ovoj analizi je zabilježena samo jedna nesreća uzrokovana sudarom zrakoplova koja je rezultirala i zemaljskim žrtvama, kojih je bilo 5.

Uzrok gubitka orijentacije i prostorna izgubljenost

Pod ovom analizom razmatrat će se prisutnost gubitka orijentacije i prostorne izgubljenosti ne samo uzrokovane od strane pilota kao razlog sam za sebe, nego i nastale kao posljedica leta u IMC uvjetima, noćnim uvjetima, neodržavanje vizualnog odstojanja od tla. Svi ti razlozi su međusobno povezan lanac događaja koji daju mogućnost za nastanak nesreće.

Razlog razmatranja gubitka orijentacije i prostorne izgubljenosti kao zasebnu cjelinu u ovoj analizi jest najčešće nadovezivanje ova dva uzroka, koji su nastali sami od sebe ili zahvaljujući već drugim uzrocima gore navedenim.

Napominje se da se ova dva uzroka nadovezuju jer će gubitak orijetacije dovesti do prostorne izgubljenosti (nedostatak situacijske svjesnosti) opisano u poglavlju 3. , ili će prostorna izgubljenost dovesti do gubitka orijentacije.

U ukupno 168 nesreća od njih 206 povezano sa vizualnom navigacijom, piloti su doživjeli gubitak orijentacije ili prostornu izgubljenost. To znači da u **81,55%** nesreća je bila prisutna prostorna izgubljenost ili gubitak orijentacije element nastao od samog pilota ili pod utjecajem ostalih čimbenika prije opisanih.

Smrtnost u ovim nesrećama iznosila je **70,24%**. To je veliki udio u fatalnim posljedicama, ponajprije u činjenici da u ovakvim nesrećama pilot često izgubi kontrolu u prostornoj izgubljenosti i iluzijama, a isto tako u gubitku orijentacije neodržavanjem vizualnog razmaka od terena.

Uzrok problemi s nav. opremom

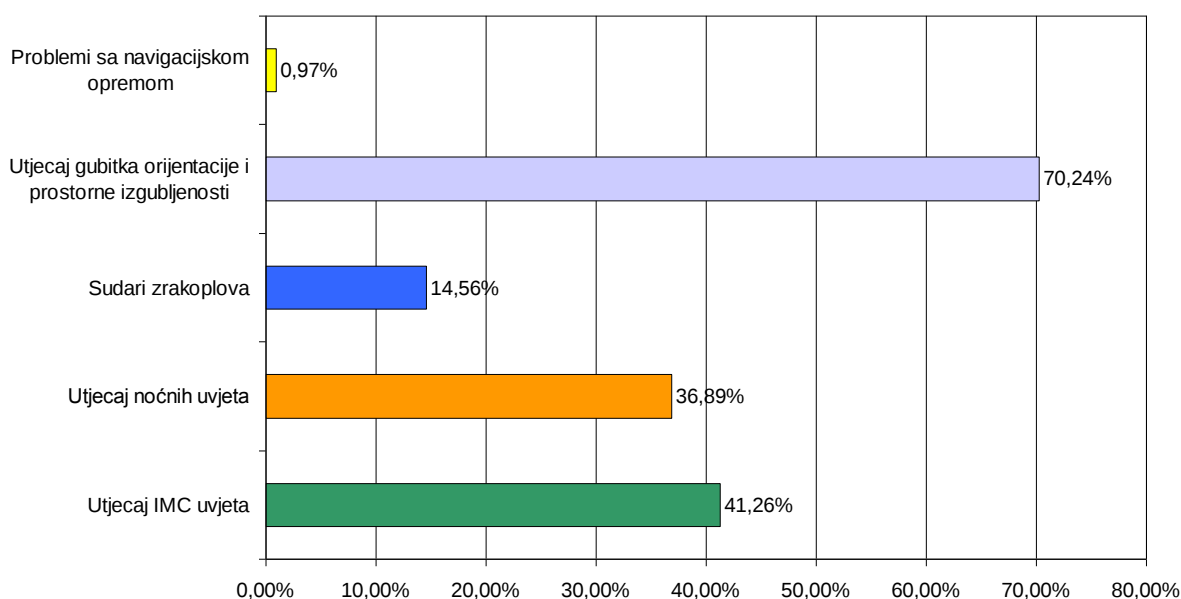
Analiza je ustvrdila da su nesreće uzrokovane kvarom navigacijske opreme najrjeđe. Navigacijska oprema za vizualno letenje u malim jednomotornim zrakoplovima je jako jednostavna i ne kvari se često. Češći su slučajevi nerazumijevanja funkcioniranja navigacijske opreme poput GPS-a ili ne usklađivanja žiromagnetskog i magnetskog kompasa.

Od 206 nesreća utvrđeno je da su se dogodile samo 2 zbog problema sa navigacijskom opremom. Jedna nesreća je imala element problema navedena dva kompasa, opisana u poglavlju 4. , a druga probleme sa GPS-om.

U postotcima to je malih **0,97%** što potvrđuje da su ovakvi uzroci najrjeđi. Niti u jednoj nesreći nije bilo smrtnih slučajeva.

Prikaz utjecaja pojedinih uzroka

Međusobni odnos svih prije navedenih uzroka biti će prikazani na grafikonu 5. Potrebno je napomenuti da je prikazano kolika je zastupljenost pojedinih uzroka u odnosu na sve nesreće. Razlog je povezanost pojedinih uzroka prije spomenuta jer je više uzroka utjecalo na pojedine nesreće.



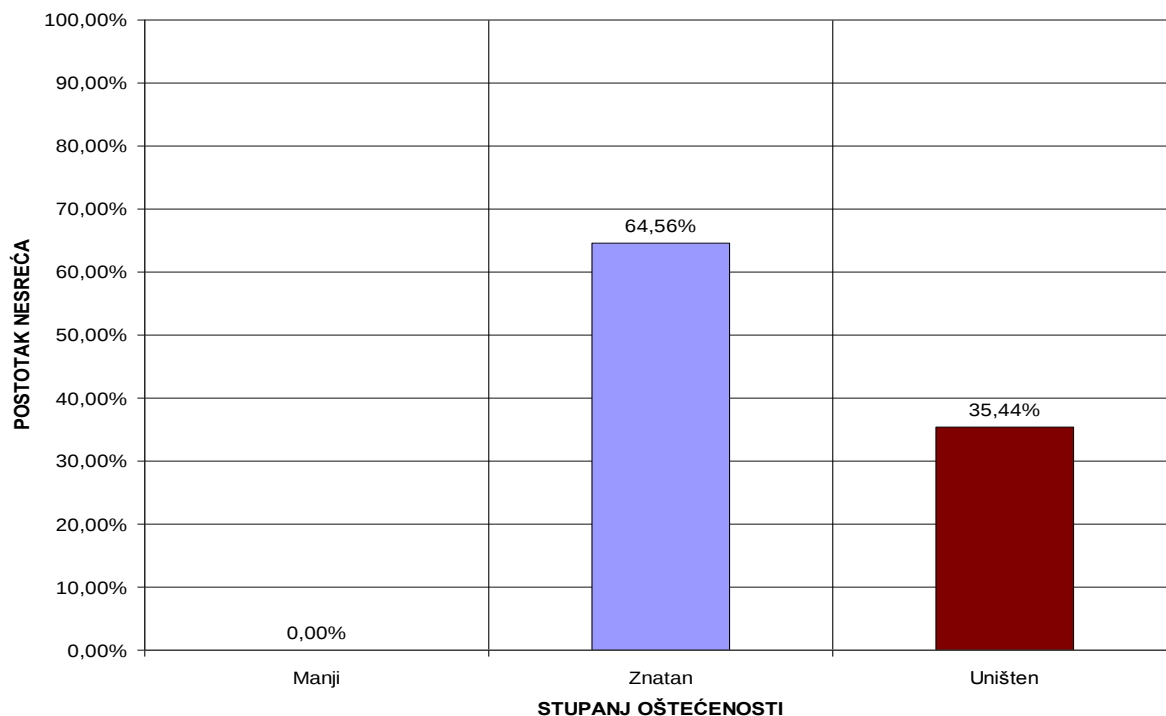
Grafikon 5. – Zastupljenost pojedinih uzroka u svim nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom

Po grafikonu je vidljivo ono što je i prije navedeno, a to je najveći utjecaj gubitka orijentacije i prostorne izgubljenosti na nesreće povezane s vizualnom navigacijom. Nakon toga slijede nesreće u IMC-u, nesreće noću, sudari zrakoplova i problemi s navigacijskom opremom. Na gubitak orijentacije i prostornu izgubljenost uvelike su utjecali noćni i IMC uvjeti, koji su doveli da zastupljenost gubitka orijentacije i prostorne izgubljenosti kao zasebnog uzroka bude najveći, više od 70%.

5. 2. 3.) Analiza ostalih čimbenika

Analiza stupnja oštećenosti zrakoplova

Za svaku nesreću povezanu s vizualnom navigacijom dostupni su podaci o stupnju oštećenja zrakoplova u svakoj pojedinoj nesreći. Taj podatak daje dobar uvid u težinu nesreća povezanih s vizualnom navigacijom. NTSB dijeli stupanj oštećenja zrakoplova na: manji, znatan i uništen. Na grafikonu 6. prikazana je zastupljenost pojedinog stupnja oštećenja.



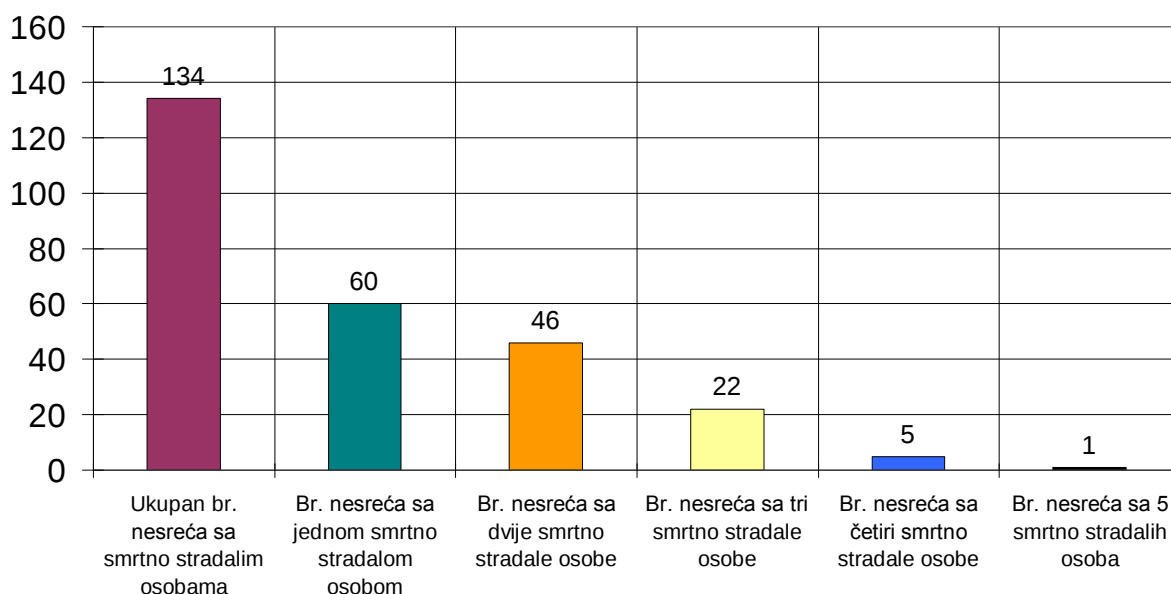
Grafikon 6. – Zastupljenost stupnja oštećenja u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom

Po grafikonu se može zaključiti da je najveći broj nesreća povezanim s vizualnom navigacijom završio sa znatnim oštećenjem zrakoplova, i to 133 nesreće ili **64,56%**. Sa druge strane broj nesreća koje su rezultirale potpunim uništenjem zrakoplova iznosio je 73 ili **35,44%**. Ti podaci ukazuju da većina nesreća rezultira sa znatnim oštećenjem zrakoplova, što govori o opasnosti takvih nesreća, ali i sposobnosti pilota da u većini slučajeva dovedu svoj zrakoplov u poziciju da ne bude potpuno uništen, iako i brojka uništenih nije zanemariva.

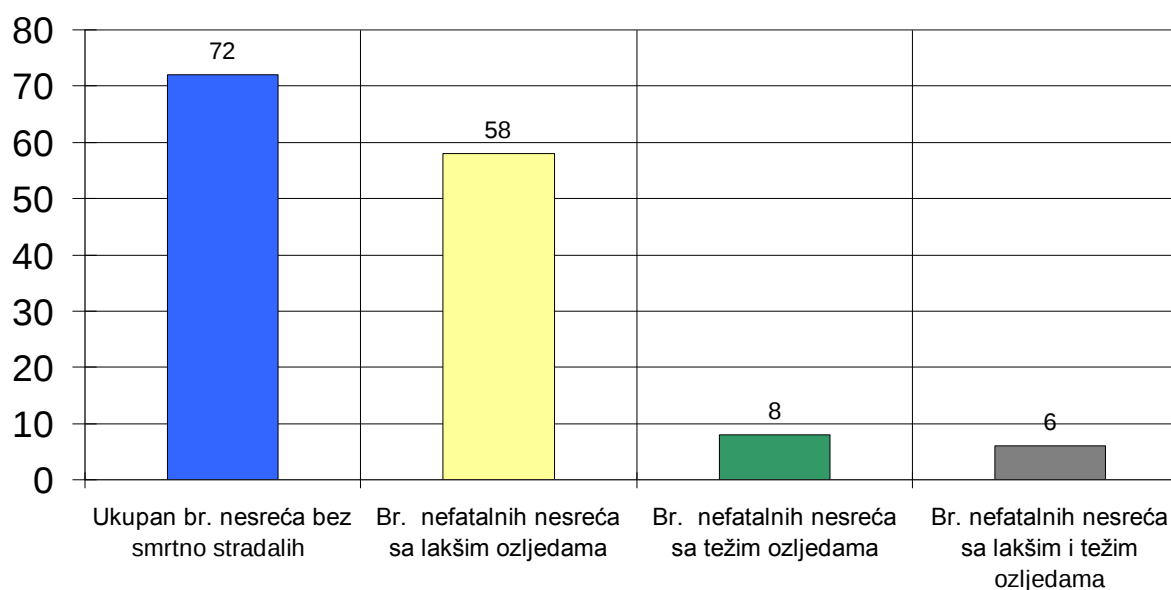
Zanimljiva je i činjenica da apsolutno nijedna nesreća povezana sa vizualnom navigacijom u promatranom desetogodišnjem razdoblju nije rezultirala manjim oštećenjem zrakoplova, što je još jedan pokazatelj opasnosti ovakvih nesreća na integritet zrakoplova.

Analiza smrtnosti i stupnja ozljeda

Postotak smrtnosti i težina zadobivenih ozljeda pilota i putnika su pokazatelji koliko su teške nesreće povezane s vizualnom navigacijom. NTSB za svaku nesreću daje informacije o smrtno stradalim osobama i težini ozljede, te u tom smislu dijeli nesreće na fatalne i nefatalne. Na grafikonu 7. i 8. prikazan je taj omjer. Pošto se razmatraju mali jednomotorni klipni zrakoplovi, po pojedinačnoj nesreći nema velikog broja smrtno stradalih kao kod većih zrakoplova, ali za analizu indikativan je postotak smrtnosti kod ovakvih nesreća sa ovakvim uzrocima.



Grafikon 7. – Prikaz broja fatalnih nesreća



Grafikon 8. – Prikaz broja nefatalnih nesreća

Analiza je pokazala da je u promatranom desetogodišnjem razdoblju bilo 134 nesreće sa smrtno stradalim osobama i 72 nesreće bez smrtno stradalih osoba. Taj podatak navodi na činjenicu da je smrtnost kod nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova povezanim s vizualnom navigacijom u promatranom razdoblju, iznosila **65,05%**.

Od nesreća sa smrtno stradalim osobama najviše je bilo onih sa po jednom smrtno stradalom osobom (pilotom), a potom sa po dvije. Od nesreća bez smrtno stradalih osoba najviše je bilo onih sa samo lakšim ozljedama, potom sa težim, a najmanje nefatalnih nesreća je bilo i sa lakšim i sa težim ozljedama.

U promatranom desetogodišnjem razdoblju, izvučeni su dodatni podaci:

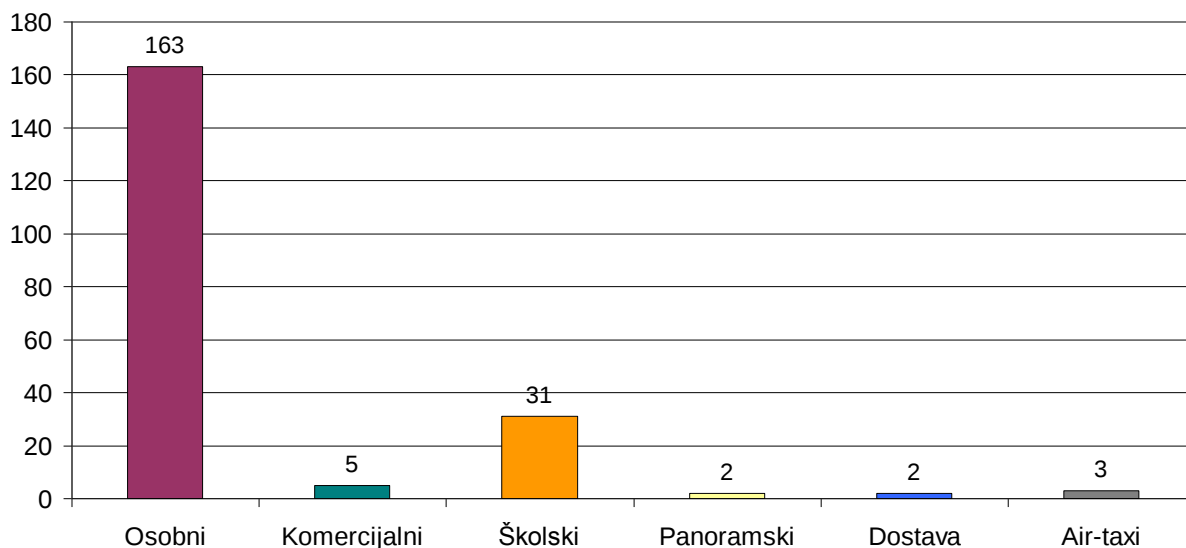
- Broj smrtno stradalih osoba: **243**,
- broj teže ozlijeđenih osoba: **29**,
- broj lakše ozlijeđenih osoba: **107**.

Također potrebno je izdvojiti da najveći broj smrtno stradalih osoba, njih **125** ili **51,44%** je bilo u zrakoplovima koji su se našli u IMC uvjetima. IMC uvjeti i posljedični gubitci orijentacije ili kontrole su utvrđeni kao najfatalniji uzroci.

Brojka od najviše osoba koje su smrtno stradale, potvrđuje visoku smrtnost od 65,05% kod nesreća sa problemima u vizualnoj navigaciji manjih zrakoplova, pogotovo kod pilota koji se nalaze sami u zrakoplovu. Zato je važna edukacija i rad na prevenciji ovakvih opasnih nesreća, koje pokazuju visok stupanj fatalnosti samo u jednom desetogodišnjem razdoblju.

Analiza s obzirom na vrstu leta

Vrsta leta nam daje podatak koji su zrakoplovi imali najviše nesreća s obzirom na vrstu namjeravanog leta. Analiza je ustanovila da su letovi promatranih malih jednomotornih zrakoplova bili: osobni, komercijalni, školski, panoramski, dostava i air-taxi. Na grafikonu 9. će biti prikazana zastupljenost pojedinih u odnosu na sve nesreće.



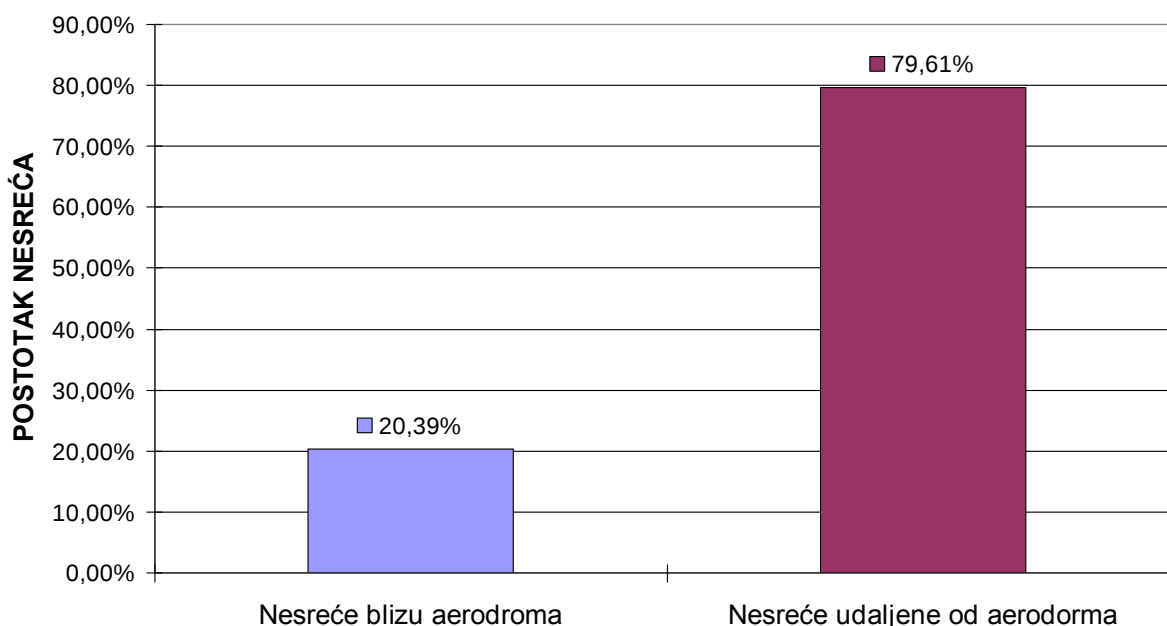
Grafikon 9. – Vrste leta

Prema grafikonu vidljivo je da je najviše nesreća bilo sa letovima koji su se vodili kao osobni let. Osobni let je zapravo privatni ili sportski koji lete privatni piloti za privatnu uporabu. Za takve letove se često ne podnosi plan leta, a i često piloti takvih letova nemaju zadovoljavajuću obuku što i rezultira visokim postotkom nesreća osobnih letova od **79,13%**.

Nakon osobnih, najveći je broj nesreća sa letovima koji su bili školski. Jako je zanimljiva činjenica da od 31 školskog leta, njih 27 ili **87,10%** je doživjelo nesreću povezanu s vizualnom navigacijom dok je instruktor bio sa studentom u zrakoplovu. Sa druge strane samo 4 školska leta ili **12,90%** svih nesreća školskih letova povezanih s vizualnom navigacijom se dogodilo, dok je student bio na solo letu bez instruktora.

Analiza s obzirom na blizinu aerodroma

Podaci o tome da li se zrakoplov nalazio u blizini aerodroma u vrijeme nesreće nam mogu dati dobar uvid da li se većina nesreća povezanih s vizualnom navigacijom događa na ruti u krstarenju, ili u blizini aerodroma u režimima polaska i dolaska. Takav omjer je grafički prikazan na grafikonu 10.



Grafikon 10. – Blizina aerodroma

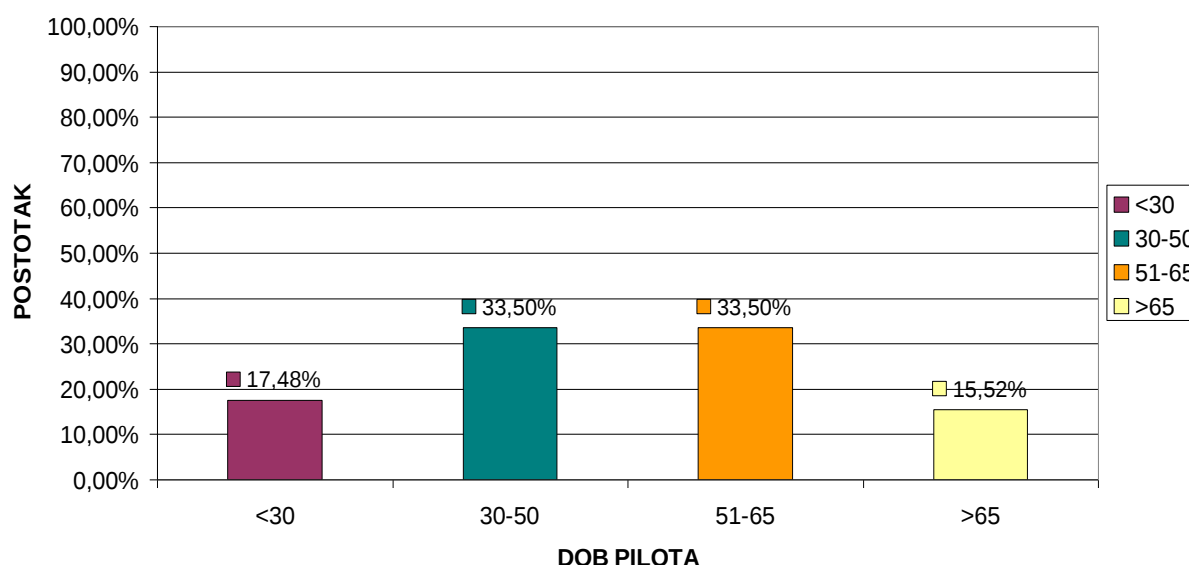
Analiza navodi da u **164** nesreće povezane s vizualnom navigacijom ili **79,61%** zrakoplovi nisu bili u blizini aerodroma, dok u njih **42** ili **20,39%** su bili u blizini aerodroma. To znači da većina nesreća koja se dogodila zbog problema u vizualnoj navigaciji je bila na ruti. Navodi se zaključak da se piloti u blizini aerodroma izgube u manjem broju, nego oni koji su na ruti.

Veća je vjerojatnost za probleme sa vizualnom navigacijom na ruti zbog različitih čimbenika, a i činjenica je da piloti neće polijetati ako sumnjaju da će imati probleme sa vizualnom navigacijom, što upućuje na manji broj nesreća blizu aerodroma.

Analiza s obzirom na godine pilota

Dob pilota je podatak koji može pokazati da li postoji tendencija događanja nesreća povezanih s vizualnom navigacijom posebno u nekoj dobnoj granici. Većina pilota u komercijalnoj avijaciji ima beneficirani radni staž, što znači da odlaze u mirovinu prije propisane granice svake države.

No, predmet razmatranja ove analize su mali jednomotorni privatni zrakoplovi kojima jako često upravljaju stariji piloti nakon umirovljenja u komercijalnoj avijaciji na većim zrakoplovima. Isto tako, na ovakvim tipovima zrakoplova lete i vrlo mladi te neiskusni piloti često u procesu školovanja. Nakon odrađene analize za svaku nesreću pojedinačno, dobiven je sljedeći grafikon zastupljenosti nesreća po određenim dobnim granicama.



Grafikon 11. – Zastupljenost dobnih granica u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom

Analiza je pokazala, da se većina nesreća dogodila kod pilota u dobnim granicama između 30-50 godina te 51-65 godina i to u podjednakoj mjeri. Srednji vijek pilota kao i onaj stariji ali do 65 godina je jednako zastupljen u svim nesrećama. Također, blizu podjednagog je broj nesreća mlađih i najstarijih pilota, odnosno mlađih od 30 i starijih od 60.

Iako bi bilo logično da najstariji piloti i najmlađi piloti rade više nesreća povezanih sa pogreškama u vizualnoj navigaciji to se nije pokazalo u ovoj analizi, pretpostavlja se zbog toga jer ih je puno manje u prometu nego pilota sa nekim srednjim dobnim granicama, no bez potpunih podataka o ukupnoj distribuciji pilota po dobi, to se ne može sa sigurnošću tvrditi. Zabrinjavajuć je podatak da su u ovoj analizi pronađene nesreće u kojima su sudjelovali piloti stariji od 90 godina sa upitnim liječničkim kriterijem, gdje je najstariji imao čak 93 godine.

Najviše je nesreća sa pilotima u dobnim granicama 30-50 i 51-65. Vidimo da se nesreće u vizualnoj navigaciji događaju i starijim pilotima za koje bi se pretpostavilo da vjerojatno imaju već neko iskustvo.

Analiza s obzirom na dozvole pilota

Svaki pilot ima određene dozvole i dopuštenja koje potvrđuju njegovo znanje i sposobnost za upravljanje zrakoplova pod određenim režimima. Postoje više vrste dozvola:

STUDENT – ne smije letjeti sam bez adekvatnog nadzora instruktora,

SPORTSKA – ne smije letjeti sa više od jednog putnika, smije letjeti samo ultralake sportske zrakoplove tokom dnevne svijetlosti,

REKREACIJSKA – smije letjeti zrakoplove samo do 180 KS i do 4 sjedećih mjesta pod dnevnom svijetlošću za osobne potrebe,

PPL (*private pilot license*) – može letjeti samo za osobno poslovanje ili potrebe, ne smije biti plaćen te postoji poddozvola za SEP – single engine piston, jednomotorni klipni ili MEP – multi engine piston, višemotorni klipni,

CPL (*commercial pilot license*) – može biti plaćen sa ovom dozvolom, raditi za operatora i zahtijevaju se viši standardi nego sa sportskom i PPL,

FI (*flight instructor*) – piloti koji su obučeni za podučavanje i pokazivanje tehnike letenja studentima,

ATP (*airline transport pilot*) – piloti koji se prijavljuju za velike aviokompanije na većim zrakoplovima.

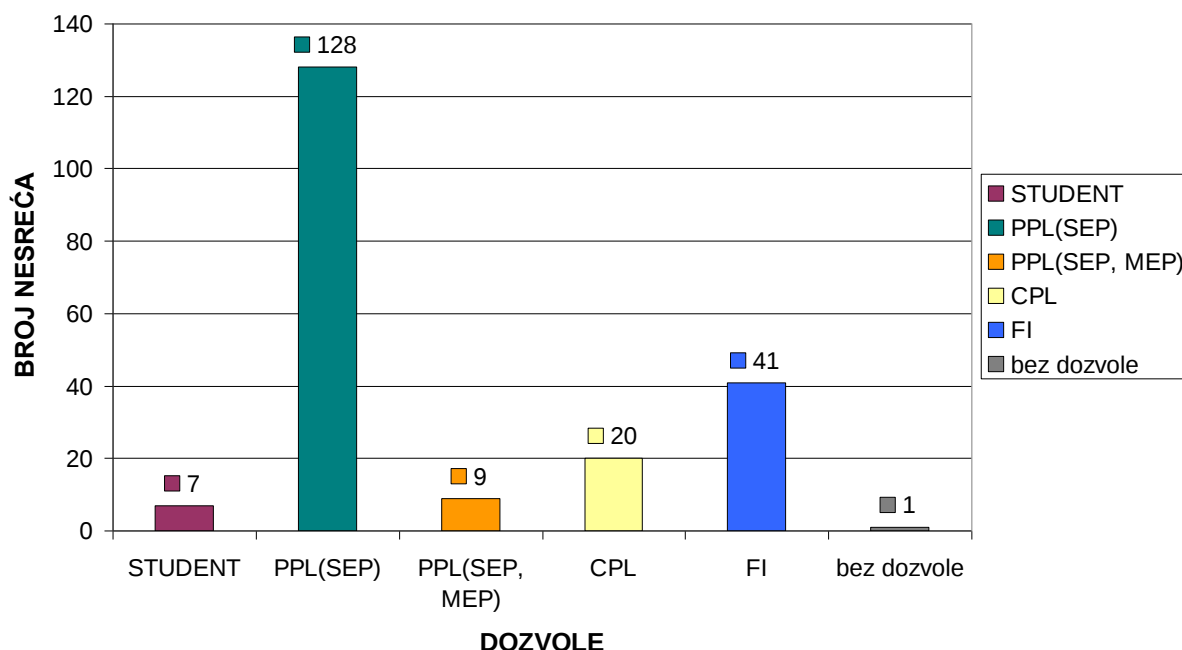
Poddozvole:

IR (*instrument rating*) – pilot koji je obučen za letenje u IMC uvjetima ili VMC uvjetima sa uporabom IFR pravila.

MCC (*multi crew-coordination*) – pilot koji je obučen za letenje u višeposadnom okruženju.

NIGHT RATING – pilot koji je obučen za letenje u noćnim uvjetima.

Za potrebe ove analize razmatrati će se sve dozvole koje su piloti posjedovali u nezgodama zrakoplova povezanih s vizualnom navigacijom. Te dozvole i zastupljenost pilota sa istima koji su sudjelovali u analiziranim nesrećama prikazani su na grafikonu 12. Napomena, zbog specifičnosti istraživanja nesreće pilota sa IR ovlaštenjem će biti posebno prikazani na grafikonu 13.

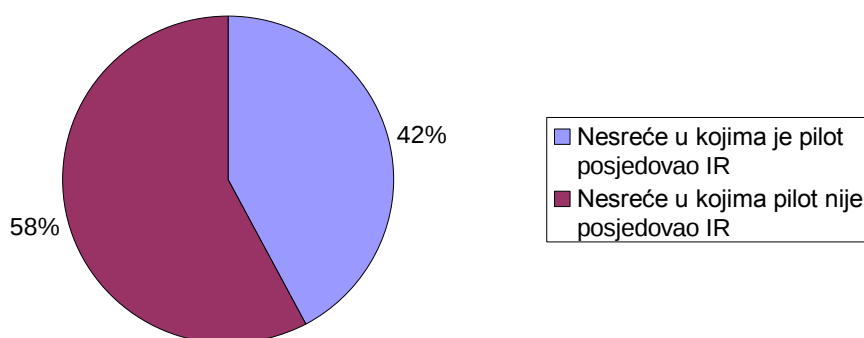


Grafikon 12. – Podjela nesreća po pojedinim pilotskim ovlaštenjima

Istraživanje je pokazalo da većina nesreća povezanih s vizualnom navigacijom ili njih **62,14%** je bila sa pilotima koji su imali samo PPL dozvolu. Taj podatak ukazuje na logiku da je većina nesreća sa privatnim pilotima na letovima za osobne potrebe, koji imaju lošiju pilotsku obuku, nego primjerice jače ovlaštenje poput CPL-a. Zanimljiva je činjenica da nakon PPL pilota, najviše nesreća su imali instruktori leta koji su bili ili u školskom letu ili u nekoj drugoj vrsti leta koji nije bio školski. Čak **19,90%** nesreća je bilo sa pilotima koji su imali instruktorsko ovlaštenje. Nakon instruktora, piloti sa CPL od kojih većina ima i ATP dozvolu su imali manje nesreća kao i piloti koji su obučeni i za višemotorne zrakoplove. To je i logično s obzirom na viši i kvalitetniji stupanj obuke.

Indikativno je također da su najmanje nesreća imali studenti u školskim letovima što se s jedne strane može pridodati posebnoj pažnji studenata posvećenoj vizualnoj navigaciji u njihovoj početnoj obuci i nadzoru instruktora, ali sa druge strane nešto manjem broju školskih letova. Zabilježena je jedna nesreća pilota bez dozvole, odnosno neovlaštenog korištenja.

IR (*instruent rating*) dozvola će se promatrati odvojeno od ostalih. Razlogu tomu je taj što se smatra da pilot koji ima IR dozvolu i ima problema sa vizualnom navigacijom, će moći pomoću svojih instrumenata odrediti položaj te nastaviti let pod IFR pravilima. Na grafikonu 13. prikazan je omjer nesreća u kojima su sudjelovali piloti bez IR dozvole i piloti sa IR dozvolom.

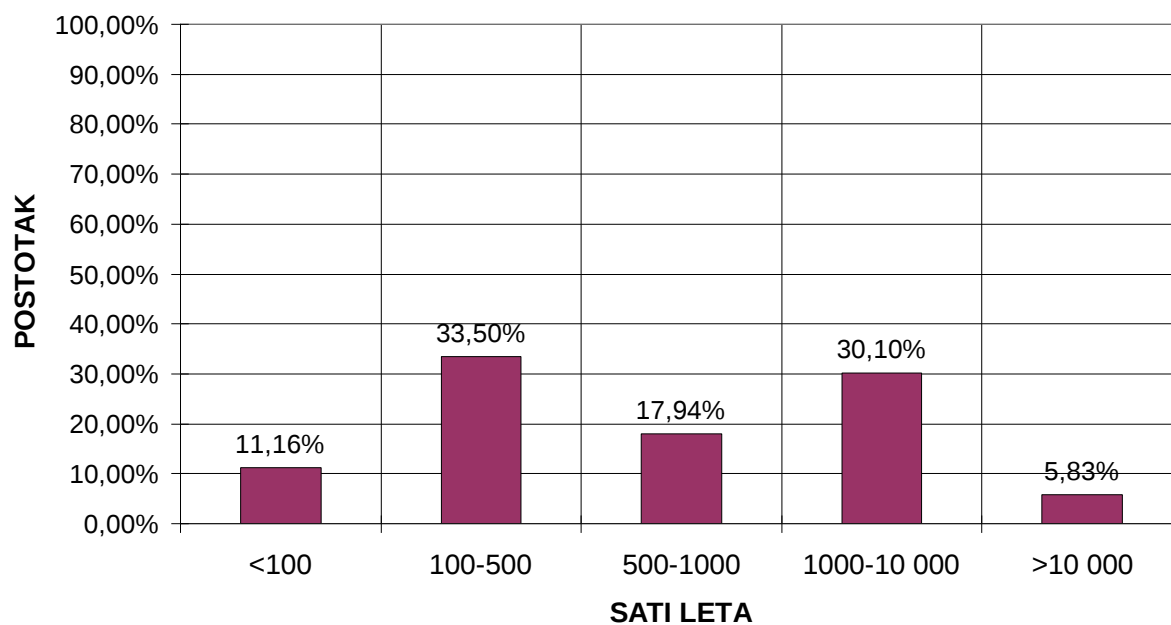


Grafikon 13. – Omjer nesreća sa pilotima sa i bez IR-a

U **119** nesreća ili **58%** pilot nije posjedovao IR, što je većina, no ipak je zabrinjavajuće da u gotovo **87** nesreća ili **42%** zbog problema sa vizualnom navigacijom, su sudjelovali piloti koji su imali ovlaštenje za letenje po instrumentima u čak IFR uvjetima. Ovaj podatak ukazuje za potrebom ne samo bolje obuke VFR pilota, nego i onih obučeni za IFR. Čest je problem, poglavito u generalnoj avijaciji da kada pilot jednom stekne IR, slabo održava tzv. *proficiency*, odnosno uvježbanost. Na temelju ove analize preporučuje se češće uvježbavanje letenja pod IFR pravilima u generalnoj avijaciji sa malim jednomotornim klipnim zrakoplovima pilotima koji već posjeduju IR.

Analiza s obzirom na sate leta pilota

Sati leta pilota, odnosno nalet može dati dobar uvid koliko iskusni piloti će imati tendenciju sudjelovanja u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom. Pretpostavlja se da će neiskusniji piloti češće sudjelovati u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom. Na grafikonu 14. je prikazan postotak nesreća u odnosu na sate leta pilota koji su sudjelovali u njima.



Grafikon 14. – Postotak nesreća po satima leta pilota

Za analizu sati leta su razdijeljeni na pet grupa, prikazanim na grafikonu. Najmanje nesreća povezanim s vizualnom navigacijom su imali piloti sa velikim iskustvom preko 10 000 sati i piloti sa jako malim iskustvom manjim od 100 sati. Ta činjenica doprinosi još jednom tezi da će piloti sa malim iskustvom jako voditi računa o vizualnoj navigaciji, no valja napomenuti da je taj podatak relevantan samo u ovoj analizi, pošto se ne zna ukupna distribucija pilota po naletima u prometu.

U najviše nesreća povezanim s vizualnom navigacijom su sudjelovali piloti u dijapazonu sati od 100 do 1000. Takvi piloti već imaju neko iskustvo i mogu osjećati hrabrost da zaobilaze neka pravila i rade slabije pripreme koje će ih dovesti u situacije koje mogu ugroziti održavanje vizualne navigacije. Vidimo da i iskusniji piloti sudjeluju u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom. Zamjetan je također i broj nesreća sa pilotima od 1000 do 10 000 sati, ali je manji od onih manje iskusnijih.

Također za tri nesreće ili **1,47%** NTSB-ovi istražitelji nisu mogli ustanoviti nalet pilota u tim nesrećama. Razlog je ili nepostojanje istih što je bila nezakonita uporaba ili poteškoće sa dokumentacijom.

Analiza s obzirom na godinu nesreće

Analiza omogućuje prikazivanje broja nesreća povezanih s vizualnom navigacijom po godinama. Moguće je izdvojiti godinu u kojoj se dogodilo najviše takvih nesreća. Na grafikonu 15. su prikazani statistički podaci broja nesreća po godinama u razdoblju 1. 01. 2004. g. - 1. 01. 2014. g. Kao što je i u poglavlju 4. spomenuto nesreće nakon 1. 01. 2014. g. nisu obrađivane zbog još uvijek aktivnog statusa istraživanja i nepotpunih izvješća.



Grafikon 15. – Br. nesreća povezanih s vizualnom navigacijom po godinama

Nakon provedene analize dolazi se do očitog zaključka, koji je trend smanjivanja nesreća povezanih s vizualnom navigacijom. U promatranom razdoblju, sve je manje nesreća u kasnijim godinama, gdje zadnja godina 2013. ima najmanje samo **4,37%** nesreća ili njih 9. Godina sa najviše nesreća, njih **16,50%** ili 34 bila je početna godina promatranja u ovoj analizi. Nakon 2004. g. broj nesreća ovakvog tipa se konstantno smanjuje sa malom fluktuacijom u 2007. g. i 2011. g. , ali ne toliko značajnom.

Iako bi se težilo da ovaj trend smanjivanja nesreća je pravilo zbog veće sigurnosti, to se ne može sa sigurnošću tvrditi. Razlog tomu jest taj što mi ne znamo koliki se broj izabranih tipova zrakoplova za ovu analizu mijenjao tokom godina. Postoji mogućnost da je manje letova ovakvih tipova zrakoplova. No, pošto su takvi zrakoplovi najbrojniji na promatranom tržištu mogu se iznijeti neke pretpostavke. Pretpostavka je da sve više manjih jednomotornih klipnih zrakoplova ima ugrađen GPS sustav za navigaciju, a poglavito u zadnjih 5 godina promatranog razdoblja. Sa takvim sustavom pilotu je uvelike olakšana navigacija, no činjenica je da bi GPS trebao služiti samo kao pripomoć. Vizualna navigacija se i dalje temelji na vizualnom osmatranju i praćenju karte, a u slučaju problema GPS je korisno sredstvo koje je relativno lagano za koristiti. Upravo zbog toga moguće je da iz godine u godinu je manji broj nesreća povezanih s vizualnom navigacijom, no zbog ranije navedenih tvrdnji taj se zaključak mora uzeti sa određenom dozom odstojanja.

6.) PREPORUKE ZA IZBJEGAVANJE NESREĆA POVEZANIH S VIZUALNOM NAVIGACIJOM

Nakon provedene obrade i analize podataka nesreća povezanih s vizualnom navigacijom u sljedećim točkama biti će predstavljene preporuke za izbjegavanje ovakve vrste nesreća kod malih jednomotornih klipnih zrakoplova. Ove preporuke se temelje na najčešćim uzrocima i pogreškama u letenju ovih zrakoplova u promatranom desetogodišnjem razdoblju u ovom radu.

1.) Proučavanje meteoroloških izvješća:

- kvalitetnije proučavati meteorološka izvješća i po potrebi kontaktirati nadležne meteorološke službe u kontroli leta,
- na bilo kakav znak mogućih IMC uvjeta biti spremniji na otkazivanje leta ili propisnu promjenu rute,
- potrebno je bolje školovanje VFR pilota u tumačenju simbola na SWL meteorološkim kartama,
- školovati VFR pilote kulturi da uvijek budu naklonjeni tome da odustanu, umjesto da probaju letjeti kroz moguće IMC uvjete.

2.) Bolje i cjelovitije pripreme:

- školovati VFR pilote da ni u kojem slučaju ne smiju ići na rutno letenje bez potrebne dokumentacije poput navigacijskog plana,
- propisno ispunjavati navigacijski plan sa važećim meteorološkim podacima, posebice važećim prognoziranim vjetrom,
- preporuča se već iskusnim VFR pilotima koji lete poznate rute i koji su letjeli iste rute puno puta da ne idu na let bez propisane karte,
- planirati gorivo u slučaju odstupanja rute zbog vremena ili gubitka orijentacije, ne libiti se uzimati više goriva no što je potrebno.

3.) Pripremanje rute:

- preporuča se kvalitetnije pripremanje rute, uz proučavanje do 30% bočnog pojasa kao i proučavanje alternativnih pravaca te aerodroma na ruti,
- visina krstarenja bi uvijek trebala biti viša zbog nekoliko razloga; manja potrošnja goriva, zrakoplov je brži i dolet je veći, mirniji zrak, veće je odstojanje od tla što je pogotovo važno u planinskim područjima, šira slika za vizualnu navigaciju, dovoljno vremena u slučaju problema,
- odabir rute na kojoj će biti prepoznatljiviji orijentiri detaljne navigacije, izbjegavati duga bezlična šumska područja, ali i planinska područja te u slučaju potrebe odabrati veću visinu krstarenja.

4.) Izbjegavanje konstantnog korištenja GPS-a:

- ukoliko se stalno pribjegava korištenju GPS-a, pogotovo za izravno letenje na točku, gubi se uvježbanost vizualne navigacije ili *proficiency*, stoga se preporučuje držanje karte i vizualne navigacije, a korištenje GPS-a kao pomoćno sredstvo ili u slučaju gubitka orijentacije.

5.) Držati vjetrombran čistim:

- preporučuje se čišćenje vjetrombrana prije svakog leta osim zbog bolje preglednosti, što i zbog događaja da piloti znaju ostati zbunjeni kada veći insekt na vjetrombranu izgleda kao avion koji se približava ako je pod pravim kutom osvjetljenja.

6.) Korištenje usluga kontrole leta:

- poželjno je uvijek za svaki let koristiti usluge kontrole leta, a što manje letjeti 1000 AGL ne podnoseći plan leta.

7.) Konstantno skeniranje mogućeg nadolazećeg prometa:

- potrebno je školovati pilote što češćem skeniranju za nadolazeći promet koji se često zanemaruje,
- osim gledanja ispred sebe 60° lijevo i desno, potrebno je gledati i iza na način da se blago skrene zrakoplov ponekad lijevo i desno te provjeri prostor od iza,
- preporučuje se biti posebno pripravan u skeniranju kada se leti u zagušenim prometnim zonama i školskim krugovima,
- također preporučljiva je bolja obuka VFR pilota po konceptu *see and avoid*.

8.) IFR uvjeti:

- nikada se ne dovoditi kao VFR pilot u IMC uvjete,
- ako se zatekne u IMC uvjetima preporučuje se bolja obuka VFR pilota da vjeruju svojoj instrumentaciji, a pogotovo umjetnom horizontu,
- preporučuje se u VFR obuci pokazivanje letenja u IMC uvjetima od strane IFR instruktora i učenju vjerovanja te praćenja umjetnog horizonta u oblacima,
- preporučuje se nošenje IFR karata za niže razine leta od strane VFR pilota koje sadrže minimalne visine ili MEA koje pružaju sigurnu minimalnu visinu u slučaju leta u IMC uvjetima,
- preporučuje se učenje VFR pilota vađenja iz IMC uvjeta, poštujući propisane minimalne visine i učenju svjesnosti trenutnog terena oko sebe,
- preporučuje se bolje školovanje i informiranje o vrstama iluzija te boljem održavanju situacijske svjesnosti,
- preporučuje se bolja obuka pilota u učenju konstantnog gledanja ispod sebe; razlog je gledanje neba ispred dok se ispod stvaraju slojevi oblaka i pilot gubi vizualnu referencu, a da nije ni svjestan.

9.) Noćni uvjeti:

- razmisлити tri puta prije nego što se krene u noćni let, pogotovo kada se ne vidi Mjesec, jer je puno zahtjevniji od dnevnog VFR-a, indikativno je da je sama FAA razmišljala o dodatnim satima u školovanju za noćno letenje zbog zahtjevnosti,
- preporučuje se letenje iznad naseljenijih i osvijetljenijih područja, a izbjegavanje zabačenih neosvijetljenih i planinskih područja,
- preporučuje se bolja obuka o noćnim iluzijama i pojavama lažnih horizonta,
- preporučuje se učenje tehnike prepoznavanja oblaka u tamnoj noći,
- preporučuje se letenje na većim visinama i konstantnog održavanja kontakta sa terenom te svjesnosti elevacije,
- preporučuje se bolje opremanje starijih manjih jednomotornih klipnih zrakoplova sa iluminirajućim sredstvima za instrumente.

10.) Gubljenje orijentacije:

- izbjegavanje situacija koje će dovesti do možebitnog gubitka orijentacije poput IMC uvjeta i noćnih uvjeta,
- dobra priprema i proučavanje područja letenja,
- u slučaju gubitka orijentacije ne paničariti, žuriti, sačuvati prisebnost,
- zapisati vrijeme gubitka orijentacije i proračunati moguće vrijeme ostajanja u zraku s preostalom količinom goriva,
- zauzeti optimalnu visinu leta za vođenje vizualne orijentacije i početi kružiti,
- odrediti prostor vjerojatnog približnog položaja, a na temelju posljednjih poznatih orijentira, vremena, brzine i kursa leta te zatim uz pomoć karte i vizualnog motrenja pokušati uspostaviti orijentaciju,
- tražiti neke duljinske i prepoznatljive orijentire poput pruge ili autoceste,
- koristiti se radionavigacijskim sredstvima ukoliko je pilot upoznat sa istima,
- zatražiti pomoć kontrole leta, [2].

11.) Ne čekati predugo za traženje pomoći:

- ne bojati se ili biti posramljen svojih pogrešaka u navigaciji, nego odmah potražiti pomoć sa zemlje,
- sjetiti se da iako je to možda prva izvanredna situacija pilota, kontrolor na zemlji se susretao sa mnogim takvim situacijama i raspolaže sa informacijama i opremom koje mi nemamo.

12.) Aviate, navigate, communicate:

- kada se izgubi dio ovog koncepta u pogledu *navigate*, navigacije, ne zaboraviti održavati ostale elemente, a to je komunicirati i najvažnije *aviate*, letjeti i održavati svoj zrakoplov u horizontalnom letu.

7.) ZAKLJUČAK

Nesreće malih jednomotornih klipnih zrakoplova povezane s vizualnom navigacijom nisu baš učestale u velikoj mjeri, poput nesreća drugih vrsta na ovim tipovima zrakoplova. Na temelju analize takvih nesreća u desetogodišnjem razdoblju od 2004.g. do 2014.g. iznosile su 8,42% u SAD-u kao što je predstavljeno u ovom radu. Iako je ovaj postotak nešto manji, nije naravno zanemariv i trebalo bi se raditi na tome da se nesreće ovakvog tipa potpuno iskorijene ili ako je to nemoguće svedu na najmanju moguću mjeru, stoga još ima mjesta na prevenciji i edukaciji.

Tržište malih zrakoplova generalne avijacije u SAD-u je jako veliko, stoga je pohvalno da je nesreća ovakvih tipova ispod 10%. Kada bi se radila analiza i istraživanje za Republiku Hrvatsku koje je puno manje tržište te promet ovakvim zrakoplovima u odnosu na SAD, pretpostavlja se još manja brojka. No, zamjetan je trend nesreća malih zrakoplova u RH, pogotovo tokom ljeta i bilo bi zanimljivo proučiti koji je udio u uzrocima koji su bili u temi ovoga rada.

Ono što se može reći da je najvažniji čimbenik ovog istraživanja jest da je potvrđen neminovni trend pada nesreća ovakvog tipa, pogotovo zadnjih godina. Taj trend se ipak mora uzeti sa dozom odstojanja, zbog razloga objašnjenih u prethodnim analizama. Razlog pak smanjenja nesreća se pretpostavlja uporaba novih tehnologija, poglavito GPS-a. Piloti ako imaju problema sa vizualnom navigacijom, imati će pripomoć od strane GPS-a što je uvelike smanjilo nesreće, otkad se GPS sve više ugrađuje u male jednomotorne zrakoplove. Sa druge strane zabrinjavajuć je trend uporabe GPS-a za svakodnevno VFR letenje koje uveliko može se reći "otupljuje" vještine vizualne navigacije. Iz tog razloga potrebno bi bilo učiti VFR pilote o nekoj ravnoteži ili balansu korištenju GPS-a i letenja *dead reckoning* metodom.

Rezultati ove analize su pokazali da je glavni problem kod vizualne navigacije gubljenje orijentacije koje je ili uzrokovano samo po sebi od strane pilota ili je uzrokovano zbog nekog drugog uzroka poput letenja u IMC uvjetima ili noću. Uočeno je da piloti manjih zrakoplova generalne avijacije su često opušteniji nego što bi trebali biti dok lete. Iako, je ovakav tip letenja često za uživanje i za osobne potrebe piloti bi trebali shvaćati odgovornost i ozbiljnost ovakvog tipa letenja kojim se treba pristupati s ozbiljnošću, kao i što bi neki pilot pristupao letenju primjerice A320. Kada bi se primjenjivale takve odgovornosti u generalnoj avijaciji, rijetko bi se događalo da se piloti gube sami od sebe ili prelete aerodrome slijetanja, a da nisu ni svjesni. No, ipak je ovo drugačiji tip letenja.

Primjećena je i nevjerojatna lakoća kojom se piloti svjesno dovedu u situacije poput IMC uvjeta. Ovo je istraživanje pokazalo zanimljivo pilotsko ponašanje koje uporno pokazuje nepovjerenje svojoj osnovnoj instrumentaciji, tražeći vanjske vizualne reference koje neće naći i upornost za letenje prema osjećaju. Takva ponašanja dovode zrakoplov i ljudske živote u opasnost.

Kao što je već rečeno, ova analiza je pokazala da je broj ovakvih nesreća manjih zrakoplova nešto manji i pada, no to ne bi nikako trebalo utjecati na to da se ne poboljšava edukacija i prevencija ovakvih nesreća, o čemu bi trebala voditi računa cijela zrakoplovna zajednica i industrija.

LITERATURA

- [1] Novak, D. : *Zrakoplovna računska navigacija*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [2] Grozdanić, B. , Hegeduš, M. : *Zrakoplovna navigacija I*, Fakultet prometnih znanosti, Ministarstvo obrane RH – HRZ i PZO, Zagreb, 1995.
- [3] ICAO Annex 2 – Rules of the Air, 2005.
- [4] Fakultet prometnih znanosti, Hrvatsko zrakoplovno nastavno središte, podloga navigacijskog plana, Zagreb, 2002.
- [5] Hrvatska kontrola zračne plovidbe, VFR karta s preporučenim VFR rutama Hrvatska, 2014.
- [6] SKYbrary Aviation Safety – *VFR flight into IMC*, URL: http://www.skybrary.aero/index.php/VFR_Flight_Into_IMC, svibanj 2016.
- [7] Bucak, T. , Zorić, I. : *Zrakoplovni instrumenti i prikaznici*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [8] NTSB gov - Aviation Accident Database & Synopses, URL: http://www.ntsbgov/_layouts/ntsb.aviation/index.aspx, svibanj 2016.

POPIS KRATICA

NTSB – (National Transportation Safety Board) Nacionalni Ured za Sigurnost Prometa SAD

VFR – (Visual flight rules) vizualna pravila letenja

IFR – (Instrument flight rules) instrumentalna pravila letenja

VMC – (Visual meteorological conditions) vizualni meteorološki uvjeti

RVSM – (Reduced vertical separation minima) smanjeni minimumi razdvajanja

CTR – (Control zone) kontrolirana zona

IAS – (Indicated airspeed) indicirana zračna brzina

TAS – (True airspeed) prava zračna brzina

GS – (Ground speed) brzina u odnosu na zemlju

MC – (Magnetic course) magnetski kurs

TC – (True course) pravi kurs

TOC – (Top of climb) točka penjanja

TOD – (Top of descent) točka spuštanja

NOTAM – (Notice to airmen) obavijesti za letače

METAR – (Meteorological Aerodrome Report) meteorološko izvješće zračne luke

TAF – (Terminal aerodrome forecast) terminalno meteorološko izvješće zračne luke

SWL – (Significant weather chart) karta značajnog vremena

KT – (Knots) čvorovi

NM – (Nautical miles) nautičke milje

ICAO – (International Civil Aviation Organization) Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva

MSL – (Mean sea level) srednja razina mora

FAA – (Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo

IR – (Instrument rating) instrumentalno ovlaštenje

PAPI – (Precision approach path indicator) svjetlosni pokazivač nagiba prilaza

VOR – (Very high frequency omnidirectional range) visokofrekventni svesmjerni radio far

PPL – (Private pilot license) privatna pilotska dozvola

CPL – (Commercial pilot license) komercijalna pilotska dozvola

FI – (Flight instructor) dozvola za instruktora letenja

ATP – (Airline transport pilot) dozvola za aviokompanije

MCC – (Multi crew-coordination) dozvola za višeposadno letenje

MEA – (Minimum en-route altitude) minimalna visina na ruti

POPIS SLIKA

Slika 1. - Primjer popunjenog navigacijskog plana	7
Slika 2. - VFR karta Hrvatske sa ucrtanom rutom Lučko-Maribor	9
Slika 3. - Primjer kumulonimbusa u noćnim uvjetima	27
Slika 4. - Iluzija lažnog horizonta	28

POPIS TABLICA

Tablica 1. - Propisana udaljenost od oblaka s obzirom na visinu i klasifikaciju zračnog prostora	3
--	---

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. - Obrađeni reprezentativni uzorak od 25,43% u odnosu na ukupni broj..	37
Grafikon 2. - Broj obrađenih nesreća po tipovima zrakoplova u reprezentativnom uzorku	38
Grafikon 3. - Odnos nesreća povezanih s vizualnom navigacijom u odnosu na ukupan broj nesreća.....	38
Grafikon 4. - Usporedba broja nesreća po tipovima zrakoplova.....	39
Grafikon 5. - Zastupljenost pojedinih uzroka u svim nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom.....	43
Grafikon 6. – Zastupljenost stupnja oštećenja u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom.....	44
Grafikon 7. – Prikaz broja fatalnih nesreća	45
Grafikon 8. – Prikaz broja nefatalnih nesreća.....	45
Grafikon 9. – Vrste leta.....	46
Grafikon 10. – Blizina aerodroma	47
Grafikon 11. – Zastupljenost dobnih granica u nesrećama povezanim s vizualnom navigacijom.....	48
Grafikon 12. – Podjela nesreća po pojedinim pilotskim ovlaštenjima	49
Grafikon 13. – Omjer nesreća sa pilotima sa i bez IR-a.....	50
Grafikon 14. – Postotak nesreća po satima leta pilota	51
Grafikon 15. – Br. nesreća povezanih s vizualnom navigacijom po godinama	52

METAPODACI

Naslov rada: Analiza uzroka nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova povezanih s vizualnom navigacijom

Student: Marko Kuzmanović

Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Radišić

Naslov na drugom jeziku (engleski): Analysis of single engine piston aircraft accident causes related to visual navigation

Povjerenstvo za obranu:

- prof. dr. sc. Doris Novak predsjednik
- prof. dr. sc. Tomislav Radišić mentor
- doc. dr. sc. Biljana Juričić član
- prof. dr. sc. Tino Bucak zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za aeronautiku

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Aeronautika (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane završnog rada: 5.07.2016.

Napomena: pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada
pod naslovom Analiza uzroka nesreća jednomotornih klipnih zrakoplova
povezanih s vizualnom navigacijom

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

U Zagrebu, 20.06.2016.

Student/ica:

Marko Kuzmanović
(potpis)