Analiza ljudske pogreške u kontroli zračnog prometa

Pakšec, Andrej

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:119:277139

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Teorija kontrole zračnog prometa II**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3582

Pristupnik: **Andrej Pakšec (0135231121)**
Studij: Aeronautika
Smjer: Kontrola leta

Zadatak: **Analiza ljudske pogreške u kontroli zračnog prometa**

Opis zadatka:

Uvodno navesti cilj i djelokrug rada. Objsaniti važnost ljudskog čimbenika kao čimbenika sigurnosti zračnog prometa. Identifikacirati i klasificirati pogreške u kontroli zračnog prometa. Navesti i analizirati događaje i okolnosti koje dovode do pogrešaka. Navesti i objasniti alate i postupke smanjenja pojavnosti pogrešaka. Izvršiti analizu Case study za pogreške studenata učinjene u provedbi vježbi kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST. Analizirati rezultate analize. Dati zaključna razmatranja.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

doc. dr. sc. Biljana Juričić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Andrej Pakšec

ANALIZA LJUDSKE POGREŠKE U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet Prometnih Znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA LJUDSKE POGREŠKE U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

ANALYSIS OF HUMAN ERROR IN AIR TRAFFIC CONTROL

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Andrej Pakšec
JMBAG: 0135231121

Zagreb, siječanj 2017.

SAŽETAK

Sustav kontrole zračnog prometa bazira se na interakciji čovjeka i tehnologije, odnosno, sustava i uređaja s ciljem postizanja sigurnog i efikasnog protoka zračnog prometa. S obzirom na kontinuirani rast zračnog prometa, neizbježna je bila i potreba za povećanjem sigurnosti zračnog prometa. Na sigurnost zračnog prometa prvenstveno se moglo utjecati poboljšanjem tehnologije, koja je u posljednjih nekoliko desetljeća doživjela veliki razvoj te je dovedena gotovo do savršenstva. Za razliku od tehnologije, na ljudski je čimbenik puno teže utjecati. Unatoč mnogim sustavima i sigurnosnim mjerama koje nam tehnologija omogućuje, ljudska je pogreška česti uzrok zrakoplovnih nesreća. Treninzima i obukama kontrolora zračnog prometa mogu se unaprijediti njihove socijalne i osobne vještine kao što su komunikacija i donošenje odluka, međutim, to nisu jedine stvari koje utječu na ljudske sposobnosti. Tu se javljaju još umor, stres, samozadovoljstvo, samopouzdanje, radno okruženje i mnogi drugi čimbenici koji su od iznimne važnosti za uspješno obavljanje zadaća kontrolora zračnog prometa. U radu je izvršena *Case Study* analiza pogrešaka studenata na simulatoru BEST, kontrole zračnog prometa. Analiza je izvršena nad studentima u osnovnoj fazi osposobljavanja za kontrolore zračnog prometa, a u obzir su uzete vježbe aerodromske i prilazne kontrole zračnog prometa.

KLJUČNE RIJEČI: kontrola zračnog prometa; tehnologija; sigurnost; ljudski faktor; analiza

SUMMARY

An air traffic control system is based on human-machine interaction, with the aim of achieving a safe and efficient flow of air traffic. Considering a significant expansion of air traffic and aviation generally, a need for improved safety of air traffic was inevitable. The primary factor for safety of air traffic was an improvement of technology, which experienced a major improvement in the last few decades, and is almost driven to perfection. Unlike the technology, human factor is harder to have influence on. Despite all the tools and safety measures which are available to us because of the technology, human error is often cause of accidents in air traffic today. The social and personal skills, such as communication and decision making can be improved with training, however, these are not the only factors

affecting human abilities. There are also fatigue, stress, complacency, self-confidence, working environment and many other factors which are very important for successfully performing the tasks of an air traffic controller. Case Study analysis of mistakes made by students working on air traffic control simulator BEST carried out in this paper. Students whose mistakes were analyzed were attending air traffic control Basic Training, into account were taken exercises of aerodrome control and approach control.

KEYWORDS: air traffic control; technology; safety; human factor; analysis

Sadržaj

1. UVOD 1
2. LJUDSKI ČIMBENIK KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI ZRAČNOG PROMETA 2
3. IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA POGREŠAKA, I ANALIZA DOGAĐAJA I OKOLNOSTI KOJE DOVODE DO POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA 7
3.1. IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA 9
3.1.1. OMAŠKE I PROPUSTI 10
3.1.2. GREŠKE I PREKRŠAJI 10
3.1.3. STRUKTURA ELEMENATA POGREŠAKA KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA 11
3.2. ANALIZA DOGAĐAJA I OKOLNOSTI KOJE DOVODE DO POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA 12
3.2.1. STANJE OPERATERA 13
3.2.2. ČIMBENIK OSOBLJA 14
3.2.3. ČIMBENIK OKOLINE 15
3.3. MODEL ŠVICARSKOG SIRA 16
4. SIGURNOSNI SUSTAVI I POSTUPCI SMANJENJA POJAVNOSTI POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA 18
4.1. SUSTAV UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU 18
4.2. SIGURNOSNI SUSTAVI 21
4.2.1. SIGURNOSNI SUSTAVI BAZIRANI NA ZEMLJI 21
4.2.2. SIGURNOSNI SUSTAVI BAZIRANI U ZRAKU 26
5. CASE STUDY ANALIZA POGREŠAKA STUDENATA UČINJENIH U PROVEDBI VJEŽBI KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST 30
5.1. VJEŽBE AERODROMSKE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST 31
5.2. VJEŽBE PRILAZNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST 40
5.3. ANALIZA REZULTATA 50
6. ZAKLJUČAK 51
LITERATURA 53
PRILOZI 55
Prilog 1. Obrazac za praćenje kandidata – aerodromska kontrola zračnog prometa 55
Prilog 2. Obrazac za praćenje kandidata – prilazna kontrola zračnog prometa 57
POPIS SLIKA 59
POPIS TABLICA 60

1. UVOD

U sustavu kontrole zračnog prometa čovjek ima neizmjerno važnu ulogu. Ljudski je čimbenik središnja komponenta sustava. S obzirom na svoju važnost, čovjek nikako ne bi smio biti najslabija karika sustava, međutim, to je vrlo čest slučaj. Proširenost osviještenosti o ljudskom čimbeniku predstavlja najznačajniju priliku za postizanjem puno višeg standarda sigurnosti i učinkovitosti cjelokupne avijacije.

Rad se, uz uvod i zaključak, sastoji od četiri poglavlja u kojima su detaljnije obrađeni elementi vezani za sigurnost i učinkovitost izvođenja poslova i zadaća kontrolora zračnog prometa.

U drugom poglavlju obrađen je ljudski čimbenik kao čimbenik sigurnosti zračnog prometa te svi poželjni i nepoželjni utjecaji kojima kontrolor zračnog prometa može biti izložen.

Treće se poglavlje odnosi na ljudske pogreške, odnosno, njihovu identifikaciju i klasifikaciju te analizu najčešćih događaja i okolnosti koje dovode do pogrešaka u kontroli zračnog prometa.

Sigurnosni sustavi i alati te postupci kojima se pojavnost pogrešaka u kontroli zračnog prometa nastoje svesti na minimum obrađena su u četvrtom poglavlju.

U petom i glavnom poglavlju prikazana je izvršena analiza *Case study* za pogreške studenata učinjene u provedbi vježbi kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST.

2. LJUDSKI ČIMBENIK KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI ZRAČNOG PROMETA

Kvaliteta čovjekove izvedbe zadaća u vlastitom radnom okruženju u posljednje je vrijeme poznata pod nazivom „Ljudski čimbenik“. On usmjerava pažnju na primjenu ergonomije, za koju se smatra da pokriva prilagodbu na rad ili uvjete rada kako bi se poboljšala kvaliteta njegove izvedbe. Mjerom kvalitete izvedbe rada smatra se efikasnost, odnosno, produktivnost te prilagodba na određene situacije kao i reakcija na njih. Naravno, kada je riječ o avijaciji, gdje postoji iznimno velika količina situacija u kojima je ključna sigurnost zračnog prometa, puno je važnije da se optimalna kvaliteta izvedbe poslova i zadaća kontrolora zračnog prometa i ostalih sudionika zračnog prometa izjednačava sa specifičnim standardima sigurnosti nego s efikasnošću koja je isključivo orijentirana prema profitu, stoga nije začuđujuće da je pojam ljudskog čimbenika toliko dobio na značaju.

Pojam „ljudski čimbenik“ u svojoj najširoj definiciji obuhvaća sve aspekte čovjekove izvedbe zadaća, koji su u neizbježnoj interakciji s radnim okruženjem, s ciljem što boljeg utjecaja na ishode događaja. Ti se aspekti mogu odnositi na psihosocijalne ili psihološke aspekte čovjekovih sposobnosti, oba od tih aspekata mogu direktno utjecati na način na koji čovjek izvršava svoje zadaće u različitim okolnostima u kojima se može zateći na radnom mjestu. Ljudski čimbenik također podrazumijeva prikupljanje informacija o ljudskim sposobnostima, ograničenjima, i ostalim karakteristikama i njihovoj primjeni na razne sigurnosne sustave, alate, strojeve, zadatke, poslove i na cjelokupno radno okruženje s ciljem povećanja razine sigurnosti, komfora, i efikasnosti čovjekove uporabe. U avijaciji, ljudski je čimbenik posvećen boljem razumijevanju toga kako čovjeka najsigurnije i najefikasnije integrirati u tehnologiju. Razumijevanje toga prevodi se u dizajn, treninge, pravila, ili procedure koje pomažu ljudima u izvedbi zadaća i poslova [1].

Pojam ljudskog čimbenika ubrzano postaje sve poznatiji od kada se u zrakoplovstvu shvatilo da je umjesto mehaničkih ili kompjuterskih otkaza, ljudska pogreška ta koja čini temelj većini zrakoplovnih nesreća i incidenata. Zbog velikog značaja koji se pridaje važnosti smanjenju pojavnosti pogrešaka i upravljanju pogreškama, avijacija je postala jedna od vodećih predstavnika razvoja ljudskog čimbenika u svim aspektima izvedbe zadataka zračnog prometa. U današnje vrijeme ulažu se veliki napori u proširenje svjesnosti o važnosti ljudskog čimbenika, kao i predanosti kako bi se uzele u obzir i

iskoristile sve mogućnosti dizajniranja novih sustava i time smanjili neželjeni učinci već postojećeg, često zastarjelog dizajna sustava unutar kontrole zračnog prometa, koji ne mogu odmah biti zamijenjeni poboljšanim alternativama [1].

Unatoč sve bržem rastu i razvoju tehnologije, čovjek je taj koji je u konačnici odgovoran za provedbu uspjeha sigurnosti zračnog prometa. Čovjek mora nastojati biti obrazovan, fleksibilan, posvećen, i efikasan za što bolju mogućnost donošenja ispravnih procjena i odluka. Istovremeno, zrakoplovna industrija mora nastojati ulagati u trening, opremu, i sustave kako bi se dostigle dugoročne posljedice i time poboljšala kvaliteta usluge kontrole zračnog prometa. Kvaliteta izvršavanja zadaća svih sudionika zračnog prometa ne smije biti manja od savršene jer upravo to je uzročni čimbenik u većini zrakoplovnih nesreća. U skladu s time, kako bi se stopa zrakoplovnih nesreća smanjila, ljudski čimbenik mora biti bolje shvaćen, a znanje šire primijenjeno [2]. Neki od mnogobrojnih vanjskih čimbenika koji negativno utječu na ljudski čimbenik i kvalitetu izvedbe poslova i zadaća prikazani su na slici 1.



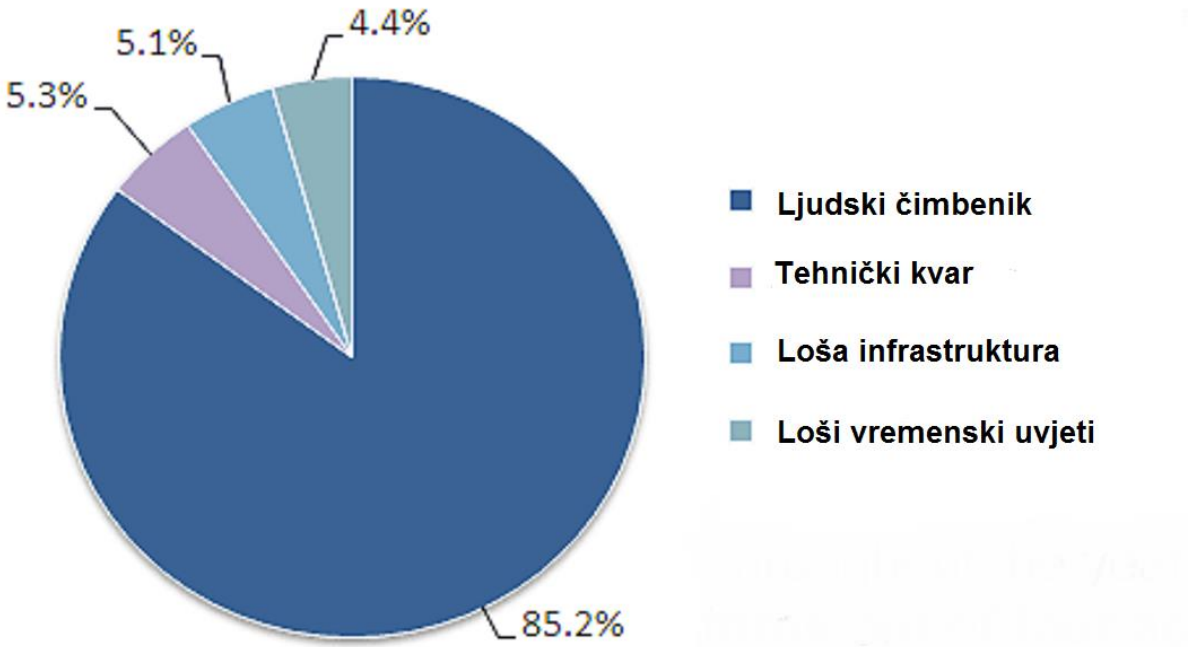
Slika 1. Čimbenici koji utječu na čovjeka [3]

Znanost o ljudskom čimbeniku sastoji se od međusobne kombinacije više znanstvenih disciplina čiji se doprinosi tada ujedinjuju, a uključuju psihologiju, inženjerstvo, industrijski dizajn, statistiku, operacijska istraživanja, i antropometriju. To je izraz koji pokriva znanost shvaćanja svojstva ljudskih sposobnosti, primjenu tog shvaćanja na dizajn, razvoj, i razmještaj sustava i usluga te umijeće osiguravanja uspješne primjene načela ljudskog čimbenika u održavanju čovjekova radnog okruženja. Proučavanje i primjena ljudskog čimbenika vrlo je kompleksna jer ne postoji samo jedan jednostavan odgovor za poboljšanje ili promjenu količine utjecaja, odnosno, načina na koji određene situacije utječu na kvalitetu čovjekove izvedbe zadaća [2].

Kako neposredni sudionici zračnog prometa rijetko obnašaju svoju dužnost kao izolirane jedinke, većina truda uloženog kako bi se kreirala rješenja za trening i osposobljavanje koje će isporučiti povećanu svjesnost o problemima kojima je ljudski čimbenik izložen odlazi na poboljšanje odnosa i suradnje između suradnika. U posljednjih godina, od strane zrakoplovnih operatera i ATM sustava, pojavljuje se sve šira rasprostranjenost raznih koncepata koji su namijenjeni upravo poboljšanju suradnje i odnosa suradnika u zračnom prometu, neki od njih su *Crew Resource Management* i *Line Oriented Flight Training* za pilote te *Team Resource Management* za kontrolore zračnog prometa [4].

Od posebno velike važnosti u povećanju kvalitete ljudskog čimbenika jest trend kulture sigurnosti, odnosno, *Safety Culture*, u kojoj ljudi imaju povećanu volju za ispunjavanjem sigurnosnih izvještaja o incidentima koje su doživjeli na poslu, a za koje se inače ne bi znalo te se zato ne bi niti moglo utjecati na njihovu ponovnu pojavu. Ne ispunjavanje sigurnosnih izvještaja moglo bi dovesti do lanca pogrešaka koje bi na kraju mogle rezultirati zrakoplovnim nesrećama. O važnosti ispunjavanja sigurnosnih izvještaja govori i podatak da su se do prije nekoliko godina tehnološki i mehanički otkazi smatrali puno češćim od ljudskih pogrešaka, što je u ozbiljnom sukobu s rezultatima dobivenim nakon istraga zrakoplovnih nesreća koje potvrđuju ljudski čimbenik kao najslabiju kariku sustava kontrole zračnog prometa [4].

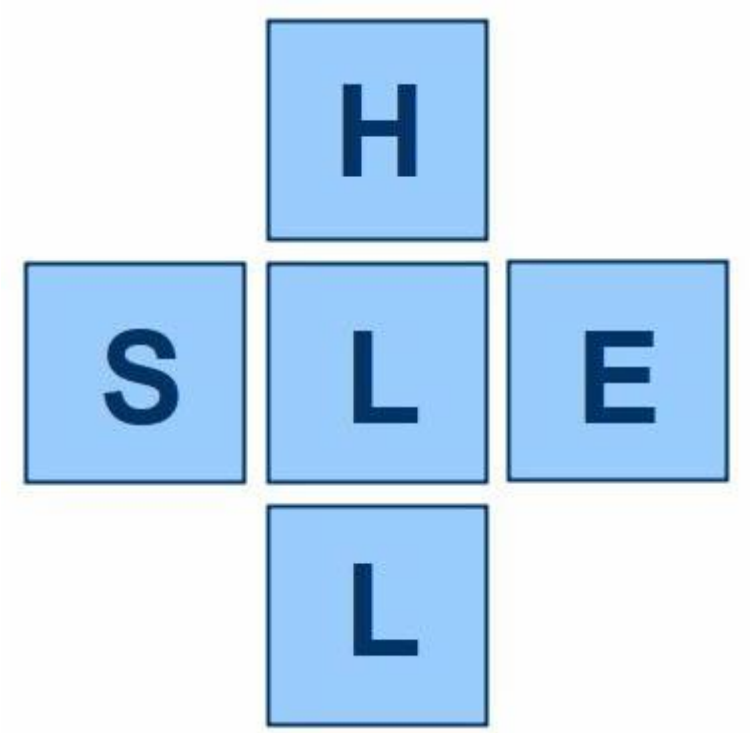
Na slici broj 2 grafički su prikazani postotci nekoliko najčešćih uzročnika zrakoplovnih nesreća današnjice.



Slika 2. Najčešći uzroci nesreća i incidenata [5]

U svrhu analize ljudskog čimbenika i njegovih sastavnih komponenti te opisa njihovih međudjelovanja, uvriježena je koncepcija sustava „Čovjek-stroj-okolina“. Ta je koncepcija sedamdesetih godina prošlog stoljeća dopunjena komponentom regulativne podrške i teorijski interpretirana kao koncepcijski model „SHELL“. Riječ „SHELL“ sačinjena je od pojmova:

- *„Software“*, što obuhvaća procedure, dokumente, priručnike i spiske za provjeru
- *„Hardware“*, što se odnosi na uređaje i sustave te radna okruženja
- *„Environment“*, što podrazumijeva radnu klimu, organizaciju, stavove i ekonomiju
- *„Liveware“*, koji se odnosi na suradnike kao tim, a podrazumijeva timski rad, komunikaciju i vodstvo
- *„Liveware“*, koji se odnosi na pojedinca, a podrazumijeva fizičke karakteristike, stećeno znanje, stavove, kulturu, starost te stres [6]



Slika 3. SHELL model [7]

SHELL model ne tretira međuzavisnost komponenata koje su irelevantne za tumačenje ljudskog čimbenika, kao što su odnosi *Software- Software, Software- Environment,* ili *Software- Hardware*. Središnja komponenta SHELL koncepcije je čovjek, a sve ostale komponente imaju funkciju podrške, odnosno, moraju biti prilagođene i usklađene s potrebama i ograničenjima čovjeka, s ciljem maksimiziranja njegove učinkovitosti. SHELL koncepcijom dakle, definirana su četiri oblika međudjelovanja komponenata: *Liveware-Software, Liveware- Hardware, Liveware- Environment* te *Liveware- Liveware* [6]. Princip međuzavisnosti komponenti SHELL modela prikazan je na slici 3.

3. IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA POGREŠAKA, I ANALIZA DOGAĐAJA I OKOLNOSTI KOJE DOVODE DO POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

Ljudska je pogreška navedena kao glavni uzrok u većini zrakoplovnih nesreća i incidenata. Međutim, do nedugo su istražitelji sigurnosti zračnog prometa, kao i stručnjaci za ljudske čimbenike smatrali ulogu posade zrakoplova glavnim uzrokom zrakoplovnih nesreća. Štoviše, unutar zrakoplovne zajednice pojavio se niz sigurnosnih pitanja koja se odnose na ljudske čimbenike izvan kokpita zrakoplova te se povećao broj zrakoplovnih stručnjaka za sigurnost koji se bave tim problemima. Jedno od područja kojemu se nije pridavalo dovoljno pažnje u smislu istraživanja ljudskog čimbenika je upravo kontrola zračnog prometa [7].

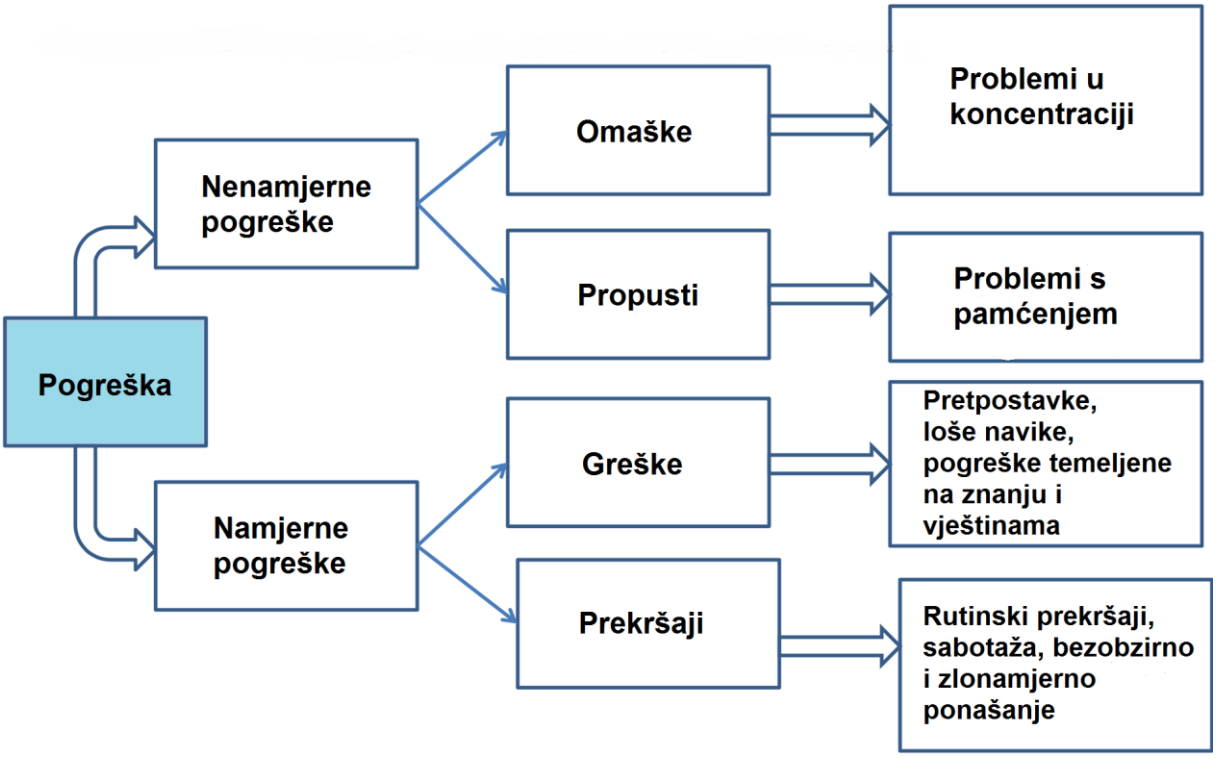
Cilj kontrolora zračnog prometa je spriječiti sudare između zrakoplova, spriječiti sudare između zrakoplova na manevarskim površinama i preprekama na tim površinama, ubrzati i održavati redovit protok zračnog prometa, pružati savjete i informacije korisne za siguran i efikasan let zrakoplova te obavijestiti određene organizacije u slučaju zrakoplova koji treba pomoć potrage i spašavanja i pružati prikladnu pomoć tim organizacijama. Kako bi obavljali te zadatke, kontrolori zračnog prometa moraju imati znanja kako se nositi s interakcijom s ostalim ljudima i tehnološkim uređajima dok izdaju naredbe ili pružaju savjete pilotima s namjerom održavanja vertikalnih i horizontalnih separacijskih normi između zrakoplova. Sukladno s time, kontrolori zračnog prometa moraju imati sposobnost izvršavanja većeg broja funkcija istovremeno, kao što su razmišljanje, slušanje i govorenje.

Dubinska analiza narativnih izvješća korištenjem sustava klasifikacije i analize ljudskog čimbenika („*Factors Analisys and Classification System*“ HFACS), otkrila je da pogreške temeljene na vještinama, odnosno, *skill- based errors* kao što su pogreške zbog nepažnje ili nepamćenja najčešća vrsta pogrešaka od strane kontrolora zračnog prometa. Organizacijski i nadzorni čimbenici kao što su osposobljavanje kontrolora, procedure, i nadzor su navedeni kao samo manji dio izvješća o nesrećama i incidentima. Međutim, današnji sustav o izvještavanju nesreća i incidenata u zrakoplovstvu nije dizajniran s ciljem otkrivanja pogrešaka u kontroli zračnog prometa, što uvelike otežava analizu prikrivenih čimbenika kao što su problemi u organizaciji i nadzoru [7].

Do danas je izvršeno nekoliko pokušaja kako bi se sistematski proučile nesreće i incidenti vezani za kontrolu zračnog prometa s ciljem određivanja svih uvjeta pod kojima se takvi događaji pojavljuju. U obzir su uzeti čimbenici poput tipa zrakoplovnih operacija (generalna avijacija ili komercijalna avijacija), doba dana (dan ili noć), i meteorološki uvjeti (vizualni meteorološki uvjeti ili instrumentalni meteorološki uvjeti) te je dokazano da svi imaju izniman utjecaj na pojavu nesreća, odnosno, ljudskih pogrešaka bez obzira govori li se o posadi zrakoplova ili kontrolorima zračnog prometa. Međutim, za razliku od posade zrakoplova, osoblje kontrole zračnog prometa i njihove zadaće su raznovrsniji, a uključuju kontrolu zračnog prometa na tlu, aerodromsku kontrolu, prilaznu kontrolu, oblasnu kontrolu, ali i nadzorni odbor te rukovodstvo. Razumjeti tipove pogrešaka kod osoblja kontrole zračnog prometa također je važno zbog identifikacije mogućih rješenja za prevenciju ili barem smanjenje pojavnosti pogrešaka. Nažalost, većina izvješća o nesrećama i incidentima nije dizajnirana oko teorijskih okvira ljudskih pogrešaka, što dodatno otežava identifikaciju uzroka pogrešaka, a time i sam razvoj strategija za sprječavanjem tih pogrešaka [7].

3.1. IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

Pogreške su rezultati djelovanja koja nisu uspjela postići namjeravani učinak. Kategorizirane su prema kognitivnim procesima okrenutim ka cilju djelovanja i prema tome jesu li povezane s namjernim ili nenamjernim djelovanjem.



Slika 4. Klasifikacija ljudskih pogrešaka [5]

Na slici 4 prikazana je podjela pogrešaka. Pogreške se dijele na nenamjerne pogreške i namjerne pogreške. Nenamjerne pogreške mogu biti omaške ili propusti. Namjerne pogreške mogu biti greške ili prekršaji [7].

3.1.1. OMAŠKE I PROPUSTI

Omaške i propusti spadaju pod nenamjerne vrste pogrešaka.

Omaške su definirane kao pogreške temeljene na znanju, a događaji u kojima se pojavljuju nisu namjerni. Često se dešavaju kada je pažnja osobe na trenutak skrenuta sa zadatka. Uključuje sitne pogreške poput pritiskanja krive tipke, pogrešnog ukucavanja telefonskog broja, uzimanja pogrešne stvari iz kutije alata… U kontroli zračnog prometa ova bi se vrsta pogreške mogla pronaći kod pozivanja pogrešnog zrakoplova ili pružanja pogrešnih meteoroloških informacija [8].

Propusti su također definirani kao pogreške temeljene na znanju, odnosno, znanju. Smatraju se propustima u pamćenju. Javljaju se kada zaboravimo izvršiti određenu radnju, ili se koristimo krivim redoslijedom. Kako bi se spriječili propusti uvodi se korištenje check-listi. Primjer za ovu vrstu pogreške u kontroli zračnog prometa je pružanje informacija ili izdavanje instrukcija krivim redoslijedom [9].

3.1.2. GREŠKE I PREKRŠAJI

Greške i prekršaji spadaju pod namjerne vrste pogrešaka.

Greške su definirane kao pogreške temeljene na propisima, ili pogreške temeljene na znanju. One predstavljaju kompleksniju vrstu pogrešaka, a to je kada čovjek izvršava određeni zadatak smatrajući da ga izvršava ispravno, međutim, izvršava ga pogrešno. Pogreške temeljene na propisima uzrokovane su kada čovjek slijedi set dobro poznatih pravila, odnosno, izazvane su primjenom neodgovarajućeg ili zlouporabom prihvatljivog propisa u danoj situaciji. Pogreške temeljene na znanju bazirane su na čovjekovom osnovnom znanju koje mora biti primijenjeno kada pravila ne postoje i kada je čovjek izložen nepoznatim okolnostima [8].

Prekršaji su definirani kao namjerna djelovanja (ili nedjelovanja) koja rezultiraju neslaganjem s poznatim pravilima, propisima, procedurama, ili prihvatljivim normama. Fundamentalna razlika između grešaka i prekršaja jest ta da su prekršaji učinjeni svjesno i s namjerom, dok greške nisu [9].

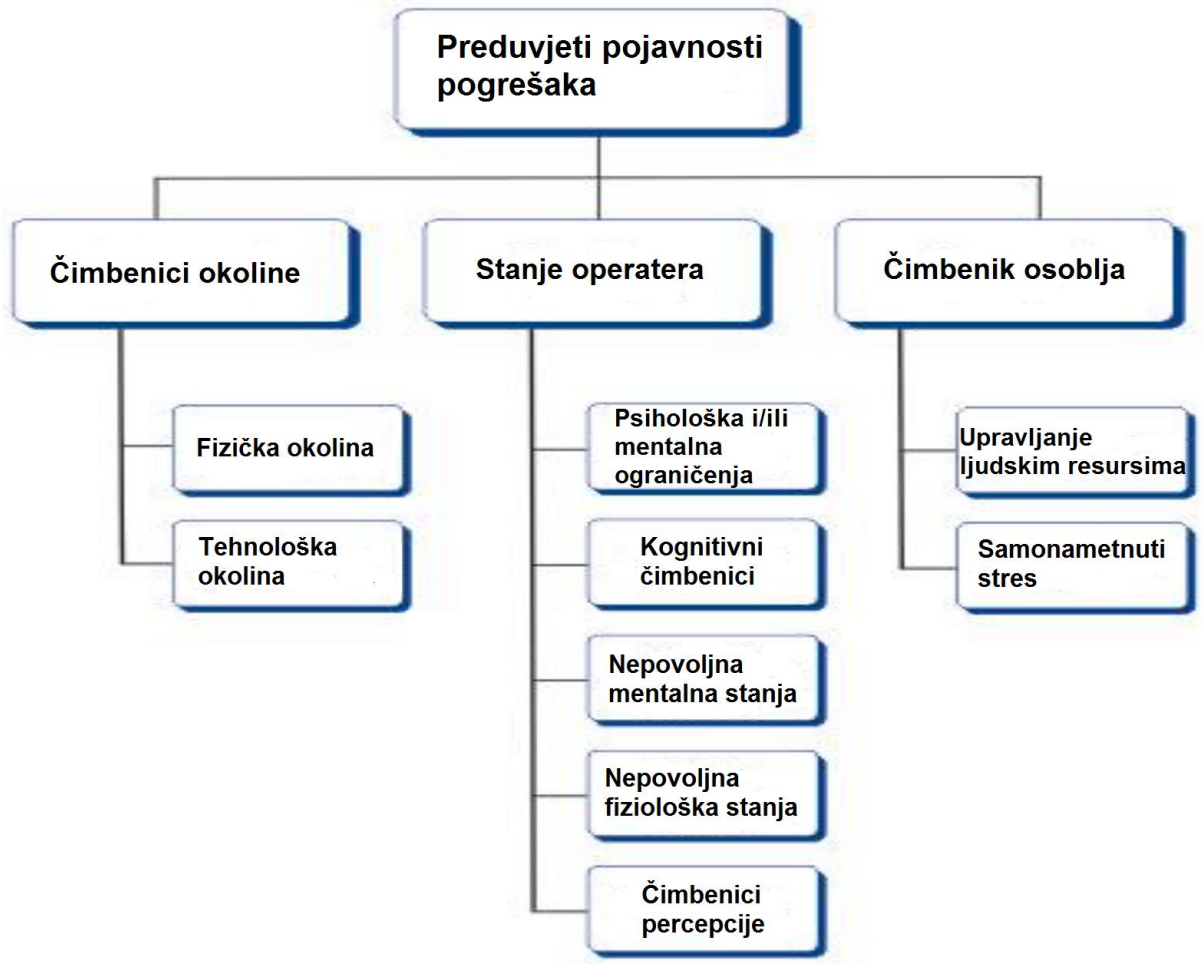
3.1.3. STRUKTURA ELEMENATA POGREŠAKA KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA

Studija bazirana na intervjuima i nadzorima od strane stručnjaka za sigurnost kontrole zračnog prometa podijelila je pogreške u kontroli zračnog prometa u tri kategorije; greška u komunikaciji, proceduralna pogreška, i pogreške u instrukcijama. Definicije svake od kategorija su:

- Greška u komunikaciji odnosi se na pogreške tijekom radio komunikacije. Komunikacijske pogreške u kontroli zračnog prometa podijeljene su u dvije kategorije pogrešaka koje se pojavljuju između pilota i kontrolora zračnog prometa, i pogreške koje se pojavljuju u koordinaciji između više kontrolora zračnog prometa. Na primjer, postoje pogreške poput netočnog ponavljanja instrukcija od strane pilota, korištenja pogrešnog pozivnog znaka zrakoplova, korištenja nestandardne frazeologije, te propuštanje ili prekidanje dolazeće transmisije.
- Proceduralne pogreške uključuju ne pridržavanje procedura u kontroli zračne plovidbe; na primjer, ne odgovaranje na pozive, ne reagiranje na alarme, ne identificiranje zrakoplova, ne izdavanje odobrenja za prilaz, ne navođenje razloga za vektoriranje zrakoplova, te ne izdavanje potrebnih informacija zrakoplovu.
- Pogreške u instrukcijama pojavljuju se u transmisijama kada se provodi proceduralna kontrola zračnog prometa. Specifično, to su pogreške poput isporuke netočnih informacija, prekasno izdavanje instrukcija za snižavanje ili podizanje razine leta, pogrešno izdavanje instrukcija smjera leta, pogreške u izdavanju odobrenja, i mnoge druge [10].

3.2. ANALIZA DOGAĐAJA I OKOLNOSTI KOJE DOVODE DO POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

Studija bazirana na intervjuima i nadzorima od strane stručnjaka za sigurnost kontrole zračnog prometa podijelila je preduvjete za stvaranje pogrešaka u tri glavne kategorije: stanje operatera, čimbenik osoblja, i čimbenik okoline [7].



Slika 5. Okolnosti koje dovode do pogrešaka u kontroli zračnog prometa [5]

Slika 5 prikazuje podjelu preduvjeta, odnosno, okolnosti koje dovode do pogrešaka u kontroli zračnog prometa. Svaka od tri glavne kategorije dijeli se na još nekoliko potkategorija koje su detaljnije objašnjene u poglavljima koja slijede.

3.2.1. STANJE OPERATERA

Stanje operatera ponovno se dijeli na tri dijela: nepovoljna mentalna stanja, nepovoljna fiziološka stanja, te psihološka i/ili mentalna ograničenja [7].

NEPOVOLJNA MENTALNA STANJA

Biti mentalno pripremljen od kritičnog je značaja u gotovo svim zanimanjima, a naročito u avijaciji. S time na umu, prva od tri kategorije, nepovoljna mentalna stanja, izdvojena su kako bi obuhvatila mentalna stanja koja negativno utječu na kvalitetu izvedbe poslova i zadaća, te pridonose pojavnosti pogrešaka. Neka od njih su gubitak situacijske svjesnosti, mentalni zamor, narušen dnevni ritam, te opasni stavovi poput prekomjernog samopouzdanja, samozadovoljstva, te zagubljene motivacije [7].

NEPOVOLJNA FIZIOLOŠKA STANJA

Jednako važna kao i mentalna stanja, međutim, nepovoljna fiziološka stanja su opasna fiziološka stanja koja sprječavaju sigurno odvijanje zračnog prometa. Osobito važna u avijaciji su stanja poput prostorne neorijentiranosti, vizualne iluzije, hipoksija, razne bolesti, intoksikacije, i sve farmakološke i medicinske abnormalnosti za koje se smatra da utječu na kvalitetu izvođenja zadaća. Važno je shvatiti da su stanja poput prostorne neorijentiranosti psihološka stanja koja se ne mogu isključiti – ona jednostavno postoje. Kao rezultat, ova opasna psihološka stanja često dovode do pojavnosti neželjenih događaja poput perceptivnih pogrešaka. Na primjer, u avijaciji nije rijetkost da pilot postane prostorno neorijentiran (nepovoljno psihološko stanje) pa zatim pogrešno procjeni longitudinalni nagib zrakoplova (perceptivna pogreška), što rezultira u gubitku kontrole i/ili sudarom s terenom ili nekom drugom preprekom [7].

PSIHOLOŠKA I/ILI MENTALNA OGRANIČENJA

Treća i posljednja kategorija stanja operatera kao preduvjeta za pojavnost pogrešaka su psihološka i/ili mentalna ograničenja koja uključuju primjere kada su neophodne osjetilne informacije nedostupne, ili ako su dostupne, pojedinci jednostavno nemaju sposobnost, vještinu, ili vremena sigurno se nositi s njima. U avijaciji, to često podrazumijeva ne primjećivanje ostalih zrakoplova ili prepreka zbog njihove veličine i/ili kontrasta tih objekata u vidnom polju. Također, postoje primjeri kada jednostavno ne posjeduju potrebne sposobnosti, psihološke mogućnosti, ili vještine nužne za sigurnu provedbu zadaća. Uostalom,

baš kao što ne može svatko igrati na poziciji napadača u svom omiljenom klubu ili biti koncertni klavijaturist, tako nema svatko potrebne sposobnosti ili fizičke atribute za letenje zrakoplovima [7].

3.2.2. ČIMBENIK OSOBLJA

Čimbenici osoblja preduvjeti su za pojavnost pogrešaka u avijaciji koji se dijele na upravljanje resursima pilotske posade (Crew Resource Management) i osobnu pripremljenost [7].

UPRAVLJANJE RESURSIMA PILOTSKE POSADE

Nije teško za razumjeti da ukoliko se svi članovi posade ne ponašaju na usklađen način, pojavljivati će se pometnja (opasno mentalno stanje) te loše odluke. Upravljanje resursima ljudske posade uključuje nedostatke u komunikaciji u kokpitu, između kokpita i kontrole zračnog prometa, i između kokpita i osoblja na zemlji. Ova kategorija također uključuje primjere kada članovi posade ne funkcioniraju dobro kao tim, ili kada pojedinci direktno odgovorni za provedbu leta ne žele ili ne uspijevaju vršiti koordinaciju aktivnosti prije, tijekom ili nakon leta [7].

OSOBNA PRIPREMLJENOST

Pojedinci se moraju, obavezno, pobrinuti za to da su u potpunosti spremni za let ili za kontroliranje zračnog prometa. Sukladno s time, stvorena je kategorija osobne pripremljenosti kako bi se pobrinuli za primjere kada se ne poštuju pravila poput zabrane konzumacije alkohola, zabrane konzumacije opijata i ostalih psihoaktivnih supstanci, ili kada članovi posade ili kontrolori zračnog prometa dolaze na posao neispavani. Međutim, čak i ponašanja koja službeno ne krše postojeća pravila i propise (na primjer trčanje deset kilometara neposredno prije upravljanja zrakoplovom ili rada na sektoru kontrole zračnog prometa, ili ne poštivanje dobrih prehrambenih navika) mogu imati negativan učinak na kvalitetu izvedbe zadaća pojedinca pa su, stoga, i ona obuhvaćena [7].

3.2.3. ČIMBENIK OKOLINE

Iako, čimbenici okoline po sebi nisu direktno vezani uz ljude i njihovu volju, također mogu imati značajan utjecaj na substandardna stanja operatora, a samim time i na pojavnost pogrešaka. Čimbenici okoline mogu se podijeliti u dvije skupine: fizička okolina, i tehnološka okolina [7].

FIZIČKA OKOLINA

Utjecaj koji fizička okolina može imati na kontrolore zračnog prometa i posadu zrakoplova već je dugo vremena poznat. Pojam fizičke okoline odnosi se i na operativnu okolinu (meteorološke prilike, visinu leta, teren), i na radni ambijent kao što su toplina, svjetlost, ili vibracije. Na primjer, letenje u lošim vremenskim uvjetima smanjuje vanjsku vidljivost, što posljedično dovodi do potencijalnog gubitka prostorne orijentacije i pogrešaka u percepciji.. Ostali aspekti fizičke okoline kao što su prevelika toplina mogu uzrokovati dehidraciju, koja smanjuje razinu opreza, stvara usporavanje procesa donošenja odluka ili čak nemogućnost održavanja kontrole nad zrakoplovom. Također, gubitak tlaka u kokpitu zrakoplova na visokim razinama leta može rezultirati hipoksijom, koja vodi ka zbunjenosti i neželjenom djelovanju [7].

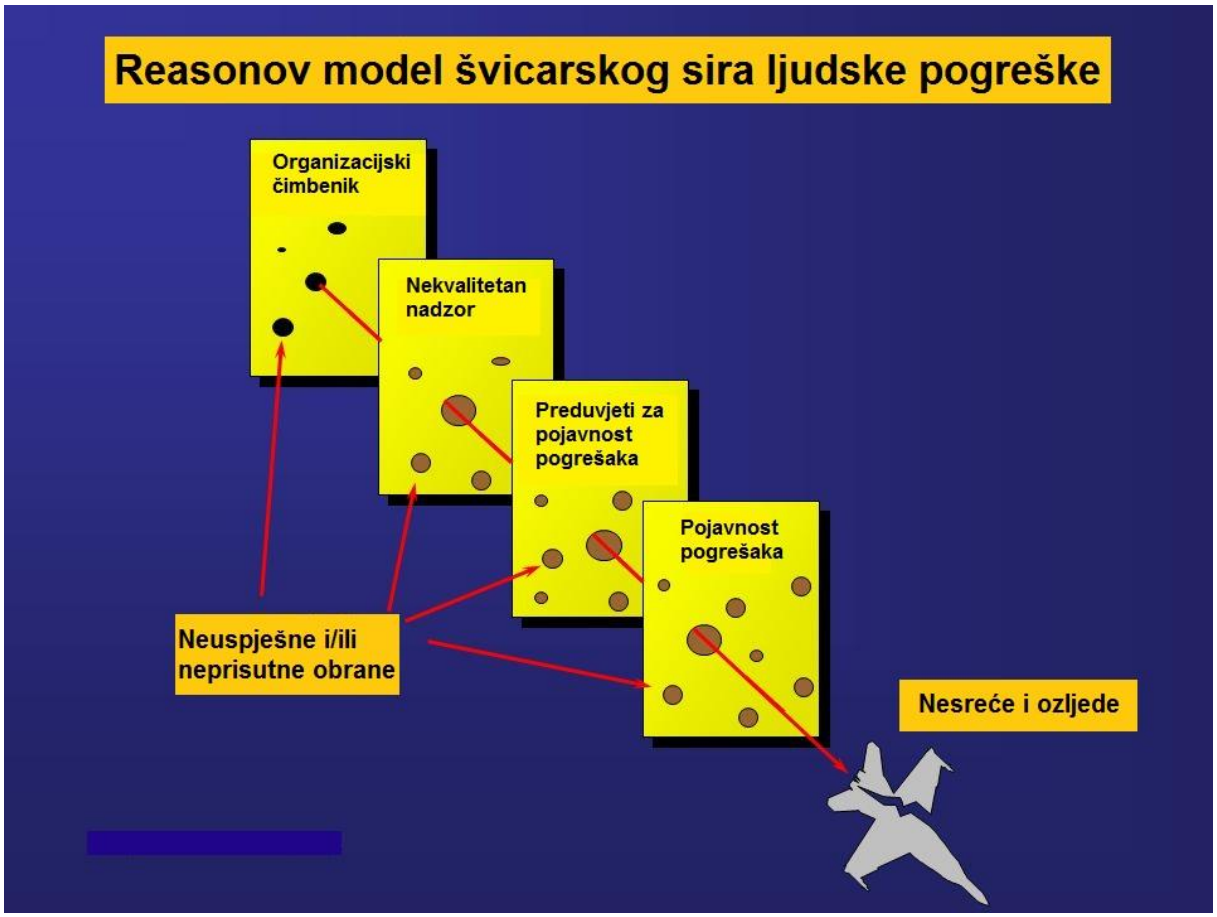
TEHNOLOŠKA OKOLINA

Kontrolori zračnog prometa i piloti ne mogu sigurno obavljati svoje zadaće bez oslanjanja na tehnološku okolinu koja igra veliku ulogu u kvaliteti izvedbe njihovih zadaća. Pojam tehnološke okoline obuhvaća raznorazne probleme, uključujući dizajn opreme i kontrola, karakteristike sučelja i dizajn lista za provjeru. Naravno, jedan od klasičnih problema dizajna koji su bili otkriveni u avijaciji jest sličnost kontrola koje se koriste za podizanje i spuštanje zakrilaca i podvozja zrakoplova. Takve sličnosti često izazivaju konfuziju. Na isti način, automatizacija dizajnirana s ciljem poboljšanja ljudskog učinka može imati nepredviđene posljedice. Dokazano je da visoko-pouzdana automatizacija izaziva neželjena mentalna stanja kao što su prekomjerno samopouzdanje i prekomjerno samozadovoljstvo, što dovodi do toga da kontrolori i piloti slijede upute automatizacije čak i kada „zdrav razum“ predlaže suprotno. Kao kontrast, nepouzdana automatizacija također može rezultirati nedostatkom samopouzdanja i neupotrebi automatizacije iako je potpomognuta izvedba sigurnija i efikasnija od nepotpomognute izvedbe [7].

3.3. MODEL ŠVICARSKOG SIRA

Model švicarskog sira predstavlja uzročnost nesreća. Smišljen je od strane Jamesa Reasona, a povezuje ljudski sustav obrane od pojavnosti nesreća s nizom kriška „švicarskog sira“ koje su nasumično ispunjene rupama i poslagane vertikalno paralelne jedna s drugom s malim razmacima između svake kriške [11].

James Reason je pretpostavio da se većina nesreća može svesti na jednu ili više, od ukupno četiri nedostatka: organizacijski utjecaj, nekvalitetan nadzor, preduvjeti koji dovode do pogrešnih djelovanja, te sama pogrešna djelovanja [11]. Model švicarskog sira Jamesa Reasona prikazan je na slici 6.



Slika 6. Model švicarskog sira [12]

Kod modela švicarskog sira, obrana organizacije protiv nastanka pogrešaka smatra se nizom prepreka, koje su prezentirane kao kriške sira. Svaka rupa u kriškama sira predstavlja pojedinačnu slabost u određenim dijelovima sustava, a rupe variraju svojim veličinama i pozicijama u kriškama sira. Sustav kao cjelina stvara slabosti i mogućnost za nesreće kada se rupe u svim kriškama istovremeno poravnaju jedna s drugom, dozvoljavajući trajektoriju za pojavnost nesreće tako što hazard prolazi kroz rupe u svim dijelovima obrane, što dovodi do nesreće [11].

4. SIGURNOSNI SUSTAVI I POSTUPCI SMANJENJA POJAVNOSTI POGREŠAKA U KONTROLI ZRAČNOG PROMETA

4.1. SUSTAV UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU

Jedno od rješenja kako bi se postiglo smanjenje pojavnosti pogrešaka u kontroli zračnog prometa jest implementacija sustava upravljanja sigurnošću (*Safety Management System*). Sustav upravljanja sigurnošću je sistematički pristup upravljanju sigurnošću, uključujući neophodne organizacijske strukture, odgovornosti, pravila i procedure. SMS podrazumijeva sistematski i eksplicitan pristup u definiranju aktivnosti za koje se poduzimaju organizacijske mjere upravljanja sigurnošću kako bi se postigla pojavnost isključivo prihvatljivih ili podnošljivih rizika [13].

Cilj sustava upravljanja sigurnošću jest pružati strukturirani pristup upravljanja kontrolom sigurnosnih rizika u operacijama zračnog prometa. Kako bi sustav upravljanja sigurnošću bio efektivan, potrebno je uzeti u obzir specifične strukture organizacije te sve procese vezane za sigurnost operacija [13].

Uporaba SMS-a generalno može biti interpretirana kao primjenu upravljanja kvalitetom kao pristup kontroliranja sigurnosnim rizicima. Kao i ostale funkcije menadžmenta, upravljanje sigurnošću zahtijeva planiranje, organiziranje, komuniciranje, te pružanje smjernica.

Razvoj SMS-a započinje postavljanjem sigurnosnih pravila organizacije. Ono definira generička pravila na kojima se temelji i nadograđuje cjelokupni SMS sustav. Ovaj prvi korak stvara osnove strategije za postizanje prihvatljivih razina sigurnosti unutar organizacije. Sigurnosno planiranje (*Safety planning*) i implementacija procedura upravljanja sigurnošću sljedeći su korak u procesima dizajniranim kako bi minimalizirali i zaustavili širenje rizika u operacijama. *Safety planning* osnovni je element sustava upravljanja sigurnosti, koji omogućava postavljanje sigurnosnih ciljeva organizacije, kao i identifikaciju potrebnih sredstava i resursa za njihovo ostvarenje. Cilj sigurnosnog planiranja je postizanje kontinuiranog poboljšanja sigurnosti pomoću:

- uspostavljanja ciljeva sigurnosnih načela organizacije
- definiranja prihvatljivih razina sigurnosti pružanih usluga

- uspostavljanja ciljeva sigurnosti izvedbi zadaća kako bi osigurali postizanje principa definiranih sigurnosnih ciljeva
- postavljanja pokazatelja razina sigurnosti kako bi izmjerili i demonstrirali da je postignuta razina sigurnosti jednaka zadanome cilju
- uspostavljanja plana implementacije SMS sustava kako bi osigurali konzistentan, fokusiran i holistički pristup razvoju potrebnih struktura organizacije te procesa i procedura za upravljanje sigurnosti [14]

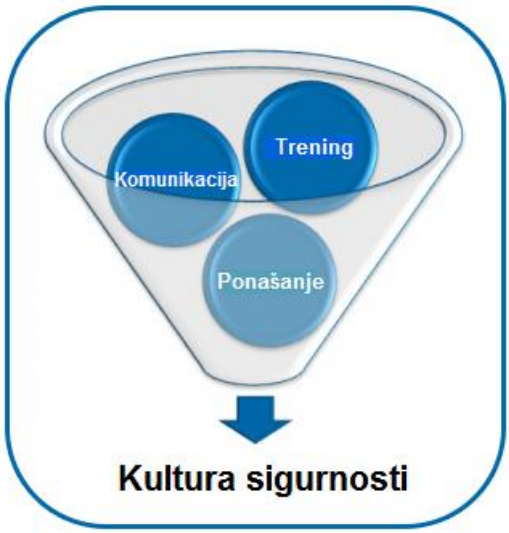
Nakon toga se koriste tehnike upravljanja kvalitetom kako bi osigurale uspješno ostvarenje ciljeva, a tamo gdje te tehnike zakažu, unaprijedimo ih. To se pak ostvaruje razvojem sigurnosnih uvjerenja (*Safety assurance*) i evaluacijom procesa koji pružaju kontinuirano praćenje operacija zračnog prometa i identificiraju područja sigurnosnih poboljšanja (*Safety improvement*) [14].

Safety assurance su sva planirana i sistematizirana djelovanja potrebna za donošenje adekvatnih uvjerenja da će produkt, usluga, organizacija, ili funkcionalni sustav postići prihvatljivu ili barem podnošljivu razinu sigurnosti. (*Commission Regulation (EU) 1035/2011*). Aktivnosti sigurnosnih uvjerenja čine jezgru sustava upravljanja sigurnosti koju bi pružatelji usluga kontrole zračnog prometa te ostali zrakoplovni operateri trebali implementirati s ciljem dostizanja ICAO SARPS i regulatornih zahtjeva. *Safety assurance* uključuje organizacijska uređenja i sistematske procese za kontinuirani nadzor i snimanje razina sigurnosti organizacije, kao i evaluaciju procesa i praksa upravljanja sigurnosti. *Safety assurance* je sredstvo za demonstraciju toga kako su organizacijska uređenja i procesi za sigurnosna postignuća ispravno primijenjeni te nastavljaju postizati namjeravane ciljeve [15].

Safety improvement podrazumijeva kontinuirani proces i prikladne sporazume za sistematske preglede koji ohrabruju izvještavanje o prijetnjama i hazardima te podnošenje svih prijedloga od strane kontrolora zračnog prometa i pilota, koji su od sigurnosne važnosti. Konačni cilj *Safety improvementa* jest osigurati pokretanje promjena kojima bi se poboljšala sigurnost gdje je to potrebno, odnosno, moguće (*EUROCONTROL ESARR3*) [16].

Jednostavno rečeno, efektivni sustavi upravljanja sigurnošću koriste metode upravljanja rizicima i kvalitetom kako bi postigli ciljeve po pitanjima sigurnosti. Uz to, SMS također pruža organizacijske okvire kako bi se uspostavilo i poticao razvoji pozitivnih akcija kulture sigurnosti.

Kultura sigurnosti (*Safety culture*) je način na koji se sigurnost percipira, vrednuje i prioritizira unutar organizacije. Ona je refleksija predanosti ka sigurnosti na svim razinama unutar organizacije. Kultura sigurnosti često se opisuje kao „način na koji se organizacija ponaša kada nitko ne gleda“. Kultura sigurnosti nije nešto što se može nabaviti ili kupiti; to je nešto što organizacija stiče kao produkt kombinacije posljedica kulture organizacije (*Organisational Culture*), kulture profesionalnosti (*Professional Culture*), i, često, nacionalne kulture (*National Culture*). Iz tog razloga, kultura sigurnosti može biti pozitivna, negativna, ili neutralna. Njena je suština ono što ljudi vjeruju o važnosti sigurnosti, uključujući što oni misle da njihovi vršnjaci, nadređeni, i vođe zaista vjeruju o sigurnosti kao prioritetu [17].



Slika 7. Kultura sigurnosti [18]

Na slici 7 prikazane su najvažnije komponente kulture sigurnosti. Kultura sigurnosti može imati direktan utjecaj na sigurnost izvršavanja zadaća u kontroli zračnog prometa. Ukoliko netko vjeruje da sigurnost nije zaista važna, makar privremeno, tada bi to moglo rezultirati zaobilaženjem poslova i zadaća, hvatanjem prečica koje smanjuju kvalitetu izvršenja zadaća, te donošenjem nesigurnih odluka i procjena koje dovode do čestog izlaganja nepotrebnim rizicima, a time i do smanjenja razine sigurnosti [17].

Implementacija SMS sustava pruža menadžmentu organizacije strukturirani set alata kojima bi ispunili svoje odgovornosti po pitanjima sigurnosti definiranih od strane regulatora.

4.2. SIGURNOSNI SUSTAVI

Sigurnosni sustavi (*Safety nets*) stvoreni su kako bi pomogli u sprječavanju neposrednih grešaka ili krajnje opasnih situacija, kako se ne bi razvile u značajne incidente, ili čak u nesreće. Oni predstavljaju podsustav koji kontinuirano prati sustav kontrole zračnog prometa (*Air Traffic Control System*) i sustav upravljanja zračnim prometom (*Air Traffic Management System*) tražeći situacije koje predstavljaju potencijalnu opasnost. Ukoliko se takva situacija identificira, sustav ju indicira na operacijskom displeju kontroloru zračnog prometa u obliku alarma koji zahtijeva neposrednu reakciju. Sigurnosni sustavi, za faze leta u zraku i za sprječavanje sudara među zrakoplovima i sudara zrakoplova s terenom ili preprekama dijele se na sigurnosne sustave bazirane na zemlji i sigurnosne sustave u zraku [19].

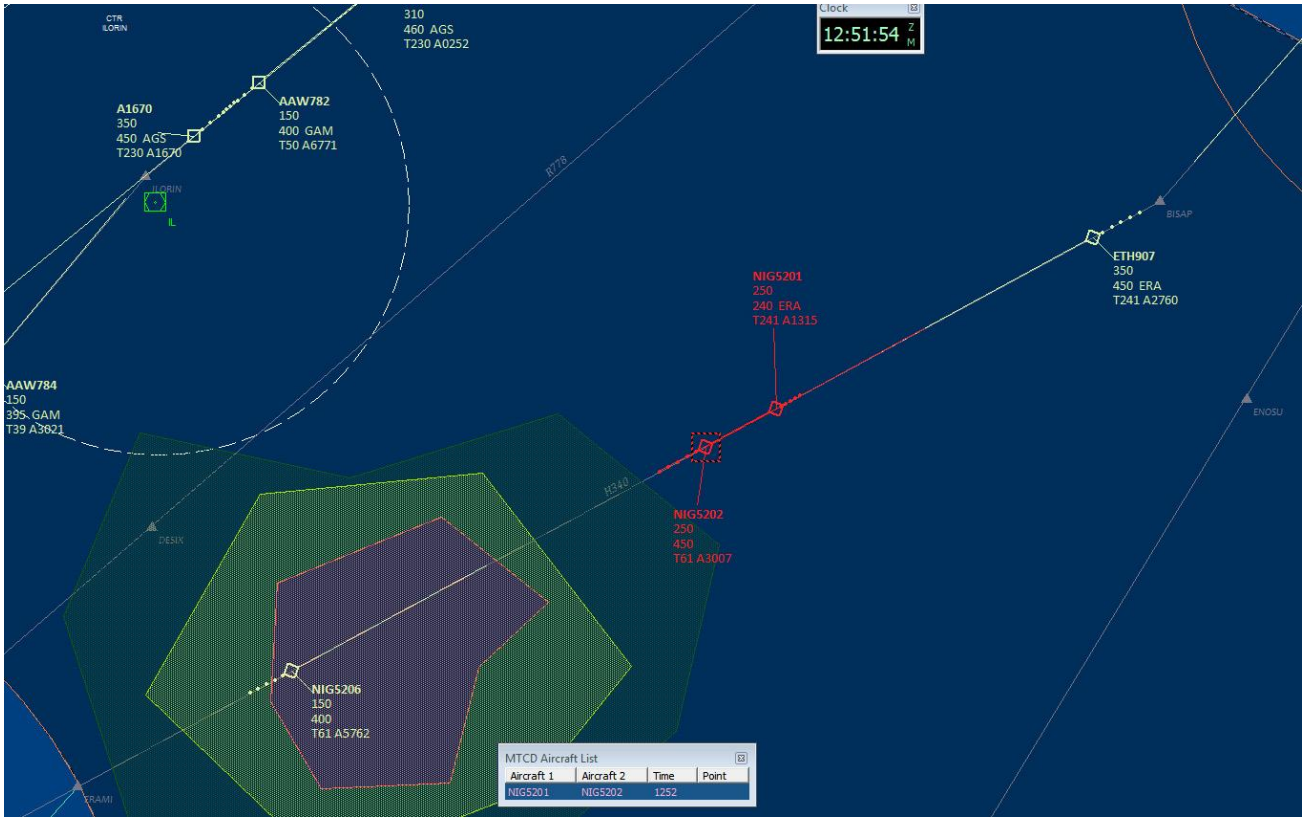
4.2.1. SIGURNOSNI SUSTAVI BAZIRANI NA ZEMLJI

Sigurnosni sustavi bazirani na zemlji integralni su dio sustava upravljanja zračnim prometom. Primarno se koriste nadzornim podacima usluga zračnog prometa (*Air Traffic Services*) kako bi pružali vremena upozorenja do dvije minute prije mjesta konflikta. Nakon primitka upozorenja, od kontrolora zračnog prometa očekuje se da istoga trenutka procjene situaciju i poduzmu prikladne mjere [20].

U sigurnosne sustave ATM automatiziranih sustava, koji spadaju pod one bazirane na zemlji ubrajaju se: *Short Term Conflict Alert* (STCA), *Area Proximity Warning* (APW), *Minimum Safe Altitude Warning* (MSAW) te *Approach Path Monitor* (APM).

SHORT TERM CONFLICT ALERT

STCA je sigurnosni sustav baziran na zemlji. Izumljen je s namjerom da pomaže kontrolorima zračnog prometa u sprječavanju sudara između zrakoplova pravovremenim generiranjem alarma zbog potencijalnog ili aktualnog narušavanja minimalnih separacijskih normi između zrakoplova.



Slika 8. Short Term Conflict Alert [21]

STCA je sustav koji upozorava kontrolore zračnog prometa na bilo koju situaciju u kojoj se je minimalna separacijska norma razdvajanja zrakoplova već narušila, ili je predviđeno da će se narušiti unutar vrlo kratkog vremenskog perioda koji iznosi od prilike dvije minute. To se postiže putem vizualnog alarma na radarskom zaslonu, određeni sustavi također sadrže i zvučne signale, odnosno, audio alarm. STCA više predstavlja koncept nego specifični sustav; zato postoji velik broj različitih vrsta implementacije sustava korištene od strane pružatelja usluga kontrole zračnog prometa (*Air Navigation Service Providers*) diljem svijeta [22].

EUROCONTROL je preporučio da se sljedeći principi postave u centar donošenja pravila o upotrebi STCA sustava:

- STCA je sigurnosni sustav, dakle, njegova je uloga poboljšati sigurnost zračnog prometa te se njegova uporaba mora zanemariti kada se računaju kapaciteti određenih sektora
- STCA dizajniran je, konfiguriran i korišten kako bi se postigao značajan pozitivan doprinos pružanju separacijskih normi i izbjegavanju sudara

Kontrolori zračnog prometa moraju proći posebnu obuku i trening kako bi bili sposobni pravilno koristiti STCA sustav [22]. Slika 8 prikazuje situaciju narušavanja minimalne norme separacije koja aktiviraja STCA sustav.

AREA PROXIMITY WARNING

Area Proximity Warning je sigurnosni sustav baziran na zemlji, koristi se nadzornim podacima i predviđanjem putanja leta zrakoplova kako bi upozorila kontrolore zračnog prometa kada je zrakoplov nedozvoljeno ušao ili kada se smatra da bi tek mogao nedozvoljeno ući u jedan od izdvojenih volumena zračnog prostora kao što su kontrolirani zračni prostor, opasna područja, zabranjena područja ili ograničena područja. APW je namijenjen biti aktiviran neposredno prije narušavanja separacijskih normi između zrakoplova i izdvojenih volumena zračnog prostora, a daje najduže vrijeme za reakciju od dvije minute [23]. Slike 10 i 11 prikazuju situacije neodobrenih ulazaka u izdvojene volumene zračnog prostora koje aktiviraju APW sustav.



Slika 9. Area Proximity Warning [24]

APW može imati dvije uloge, a to su:

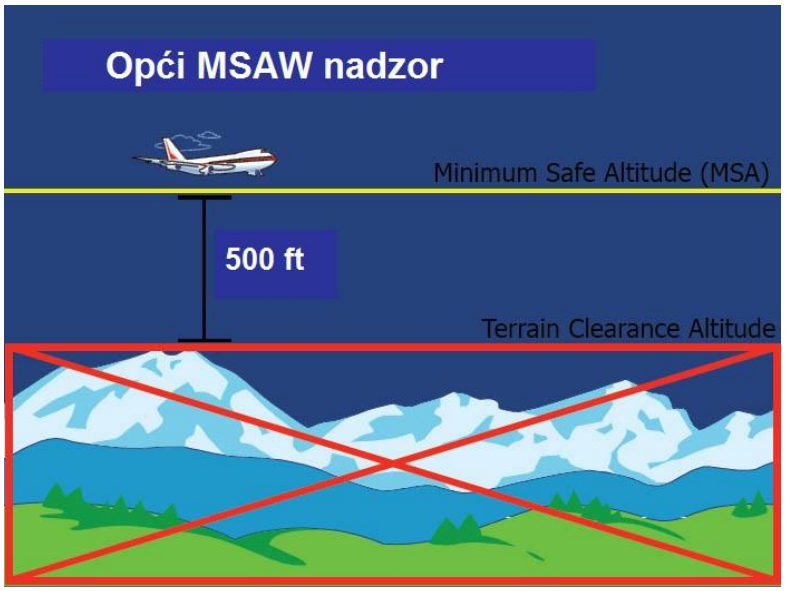
- Upozoriti kontrolora zračnog prometa o neodobrenom ulasku kontroliranih letova u opasna, zabranjena ili ograničena zračna područja
- Upozoriti kontrolora zračnog prometa o neodobrenom ulasku nekontroliranih letova u kontrolirani volumen zračnog područja [23]

MINIMUM SAFE ALTITUDE WARNING

Minimum Safe Altitude Warning (MSAW) je sigurnosni sustav baziran na zemlji. Namijenjen je upozoriti kontrolore zračnog prometa o povećanim rizicima o kontroliranim letovima u teren (*Controlled Flight Into Terrain*) pravovremenim generiranjem upozorenja o približavanju zrakoplova prema terenu ili preprekama na terenu.

Glavna svrha MSAW-a je poboljšati sigurnost leta zrakoplova, a ne koristiti ga u svrhu praćenja prianjanja zrakoplova uz specificirane minimalne uvjete nadvisivanja terena ili prepreka. U praksi MSAW čini dio cjelokupnog sustava kontrole zračnog prometa pa ga se iz te perspektive smatra „funkcijom“ sustava [25].

MSAW funkcija uspoređuje razine leta dojavljene od strane transpondera u zrakoplovima koji mjere razinu leta pomoću razlika u tlakovima, s unaprijed definiranim minimalnim sigurnim visinama. Kada se ispostavi da je razina leta dojavljena od strane zrakoplova manja od unaprijed definirane minimalne sigurne visine, ili da postoji rizik od toga, akustični i vizualni signali pojavljuju se kako bi upozorili kontrolora koji je nadležan za prostor u kojemu se to događa [25]. Slika 12 prikazuje princip rada MSAW-a.

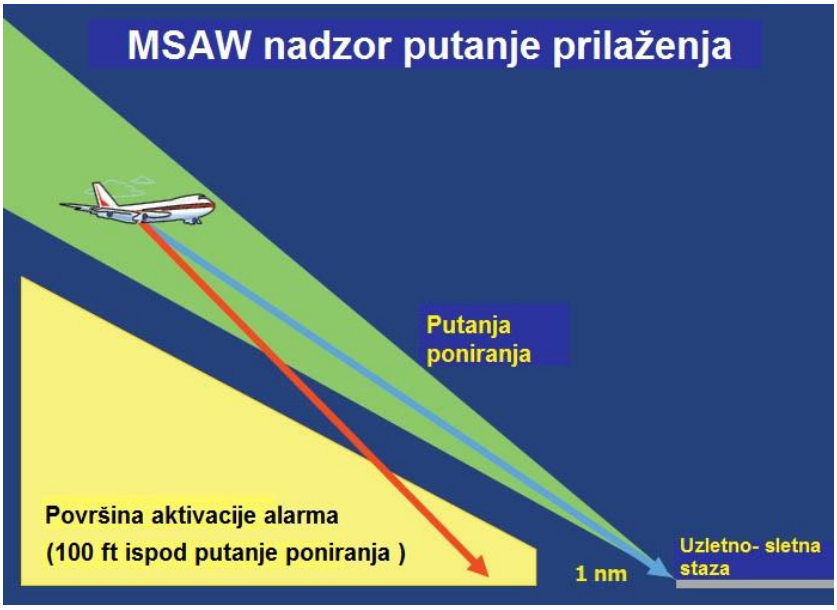


Slika 10. Minimum Safe Altitude Warning [26]

Funkcija MSAW predviđa i vertikalnu, i horizontalnu poziciju zrakoplova koristeći se informacijama iz radarskih i letnih sustava za obradu podataka (*Radar and Flight Dana Processing Systems*) [25].

APPROACH PATH MONITOR

Approach Path Monitor (APM) je sigurnosni sustav baziran na zemlji koji je izumljen s ciljem upozoravanja kontrolora zračnog prometa o povećanom riziku pojavljivanja kontroliranog leta u teren, pravovremenim generiranjem alarma koji ukazuje na zrakoplov koji se nalazi u neposrednoj blizini terena ili prepreka iznad terena u fazama završnog prilaženja zrakoplova za slijetanje [27].



Slika 11. Approach Path Monitor [28]

APM je namijenjen korištenju za precizne i neprecizne instrumentalne prilaze. Međutim, nije namijenjen korištenju za prilaze kruženjem. Sigurnosni sustav APM koristi nadzorne podatke, planove leta te podatke o terenu i preprekama kako bi ispunio svoju svrhu [27]. Princip rada APM-a prikazan je na slici 13.

4.2.2. SIGURNOSNI SUSTAVI BAZIRANI U ZRAKU

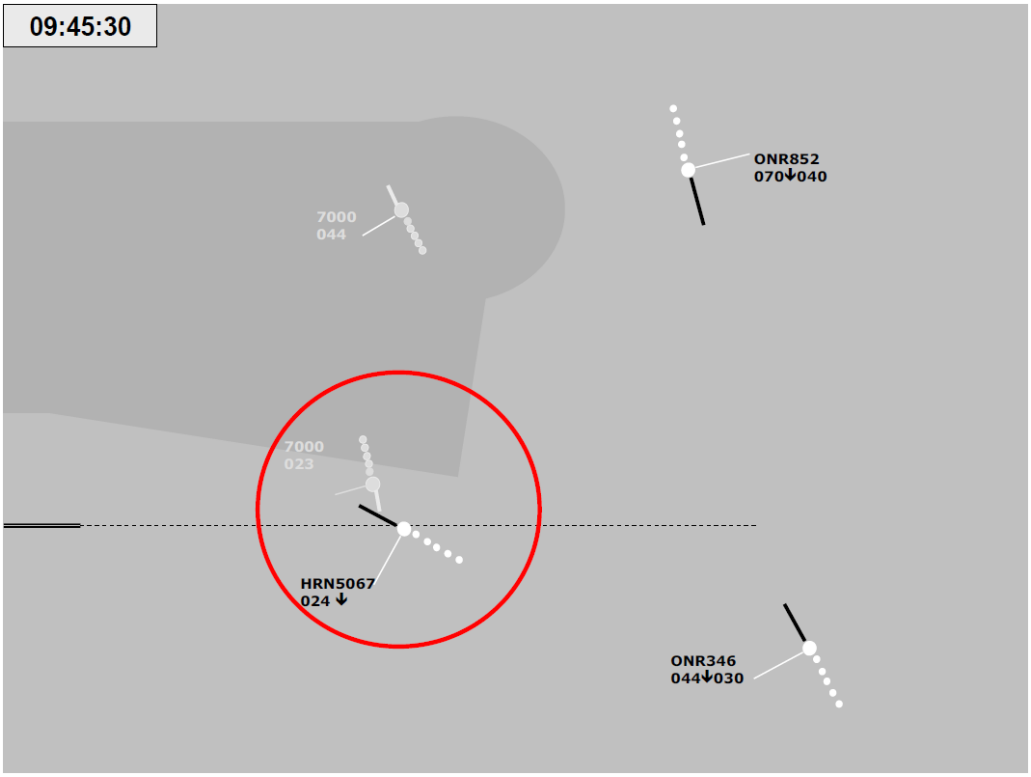
Sigurnosni sustavi bazirani u zraku pružaju upozorenja i savjetodavne rezolucije (*Resolution Advisory*) pilotima zrakoplova kojih se to tiče. Vremena upozorenja su kraća nego kod sigurnosnih sustava baziranih na zemlji, a to je otprilike do 40 sekundi prije nesreće. Od pilota se očekuje da reagiraju što je brže moguće i poduzmu odgovarajuće mjere za izbjegavanje sudara [20].

Sigurnosni sustavi bazirani u zraku uključuju: *Airborne Colission Avoidance System* (ACAS), *Ground Proximity Warning System* (GPWS) ili *Terrain Avoidance and Warning System* (TAWS), te ostale sigurnosne sustave koji su dostupni, no još nisu obavezni, a to su *High Energy Approach Monitoring System* koji upozorava pilota ukoliko je predviđena energija prilikom dodira s pistom prevelika u odnosu na predodređenu sigurnu razinu, *Runway Overrun Protection Systems* (ROPS) koji pilotima pruža konstantnu ažuriranu sliku na navigacijskom displeju u kojoj će se točki na uzletno- sletnoj stazi zrakoplov zaustaviti u mokrim ili suhim uvjetima, i sustave koji upozoravaju pilote o neobičnim položajima zrakoplova, na primjer o pretjeranim kutovima nagiba zrakoplova oko longitudinalne ili lateralne osi [20].

AIRBORNE COLISSION AVOIDANCE SYSTEM

A*irborne Colission Avoidance System II* (ACAS II) predstavljen je kako bi smanjio rizik od sudara zrakoplova u letu ili od bliskih susreta zrakoplova u letu. ACAS je sigurnosni sustav koji predstavlja posljednju liniju obrane bez obzira na standarde separacije.

ACAS II je sustav u zrakoplovu koji se bazira na signalima transpondera sekundarnog radara (*Secondary Surveillance Radar*). ACAS II šalje upite mod C i mod S transponderima zrakoplova u blizini te iz odgovora koje prima saznaje njihov smjer i razinu leta kako bi mogao izdavati upozorenja pilotima ukoliko je to potrebno. Zrakoplovi koji nemaju ugrađene transpondere neće prepoznati [29]. Slika 14 prikazuje situaciju koja zahtjeva aktivaciju ACAS sustava.



Slika 12. Airborne Collision Avoidance System [23]

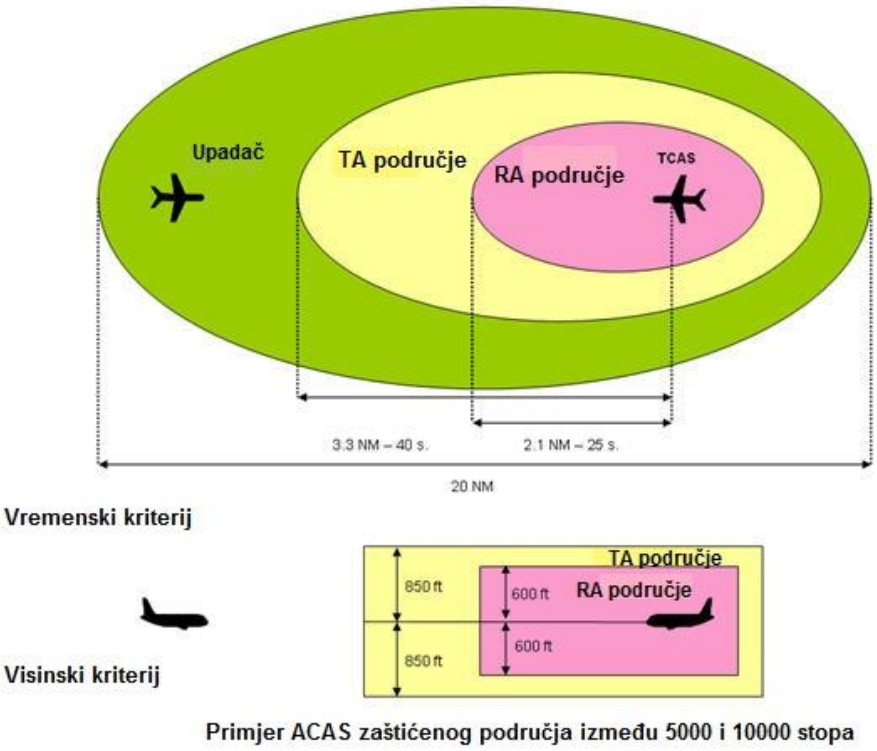
ACAS II radi neovisno o navigacijskim uređajima zrakoplova, sustavima upravljanja letom, i zemaljskim sustavima za kontrolu zračnog prometa. Kod procjenjivanja opasnosti, ACAS ne uzima u obzir dozvole primljene od kontrole zračnog prometa, pilotove namjere, ili instrukcije zadane autopilotu [29]. Slika 15 prikazuje ACAS prikaznik smješten u zrakoplovu.



Slika 13. Airborne Collision Avoidance System prikaznik [30]

ACAS II izdaje dva tipa upozorenja: *Traffic Advisory* (TA) i *Resolution Advisory* (RA). *Traffic Advisory* je namijenjen pomoći pilotu uspostaviti vizualni kontakt s konfliktnim zrakoplovom ili prometom kako bi ga pripremio za potencijalni *Resolution Advisory*. Ako je ACAS II ustanovio postojanje rizika od sudara, pokreće se *Resolution Advisory*. Generalno govoreći, RA govori pilotu udaljenost i vertikalnu brzinu pri kojoj bi zrakoplov trebao letjeti kako bi izbjegao konflikt s drugim zrakoplovom. Vizualna indikacija tih brzina pokazana je na letnim instrumentima. To je, također, popraćeno zvučnom porukom koja indicira namjeru RA. Poruka „*Clear of Conflict*“ generira se kada putanje zrakoplova nastave horizontalno divergirati [29].

Zrakoplovi opremljeni ACAS II sustavom okruženi su zaštitnim prostorom. Veličina zaštitnog prostora ovisi o razini leta, brzini, i pravcu leta zrakoplova koji je umiješan u konflikt [29]. Zaštićeni prostor zrakoplova opremljenog ACAS II sustavom prikazan je na slici 17.



Slika 14. Zaštićeni prostor oko zrakoplova opremljenog ACAS II sustavom [31]

GROUND PROXIMITY WARNING SYSTEM ILI TERRAIN AVOIDANCE AND WARNING SYSTEM

Ground Proximity Warning System (GPWS) je sigurnosni sustav koji automatski pruža karakteristično upozorenje pilotima kada je njihov zrakoplov, bazirano isključivo na podacima radio- altimetra i stopama približavanja terenu koje su očitane pomoću toga, u potencijalno rizičnoj blizini terena. GPWS je predstavljen 1970-ih godina kao sredstvo za borbu protiv velike učestalosti nesreća i incidenata kontroliranih letova u teren. U naredna poboljšanja dodan je i status konfiguracije zrakoplova (na primjer konfiguracija podvozja) te devijacija od ILS (*Instrument Landing System*) nagiba poniranja [32].



Slika 15. Načelo rada GPWS sustava [33]

GPWS sustav obavezan je u mnogim državama svijeta i odgovoran je za iznimno smanjenje broja incidenata i nesreća prouzročenih kontroliranim letom u teren. Međutim, GPWS imao je i ozbiljna ograničenja – zbog toga što radio- altimetar ne može gledati unaprijed, sustav nije mogao upozoriti na iznenadnu promjenu terena u obliku strmih uzdizanja terena. Taj je problem ograničenja sustava riješen 1997. godine kada je razvijen *Enhanced Ground Proximity Warning System* (EGPWS). EGPWS je za razliku od GPWS-a bio potpomognut satelitom (*Global Positioning System*), od kojeg je primao podatke o karakteristikama nadolazećeg terena [32]. Slika 19 prikazuje načelo rada GPWS sustava.

5. CASE STUDY ANALIZA POGREŠAKA STUDENATA UČINJENIH U PROVEDBI VJEŽBI KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST

Osposobljavanje kontrolora zračnog prometa može se podijeliti u nekoliko definiranih faza osposobljavanja. Prva faza osposobljavanja je *Initial Training*, a sastoji se od *Basic Traininga* i *Rating Traininga*. *Basic Training* dizajniran je kako bi pripravnici stekli osnovna znanja i vještine da bi mogli napredovati u daljnjem treningu. *Rating Training* je specijalizirani trening za kontrolu zračnog prometa koji pruža znanja i vještine vezane uz određenu vrstu kontrole zračnog prometa (aerodromsku, prilaznu, ili oblasnu kontrolu zračnog prometa). Druga faza osposobljavanja je *Operational Training*, a sastoji se od *Transition Traininga*, *Pre-On-the-Job Traininga* te *On-the-Job Traininga*. *Transition Training* je faza u kojoj se ponovno javlja stjecanje teoretskog znanja, no ovog se puta ne radi o osnovnim znanjima, već o znanjima specifičnim za lokaciju za koju se pripravnici školuju. *Pre-On-the-Job Training* je faza u kojoj pravnici sudjeluju u opsežnim vježbama na simulatoru koje se odnose isključivo na prostor za koji se školuju. *On-the-Job Training* odrađuje se na stvarnome prometu uz nadzor posebno kvalificiranih instruktora. *Continuation Training* treća je faza osposobljavanja, a svrha joj je povećati znanje i vještine kontrolora zračnog prometa i/ili osposobiti kontrolore kako bi mogli rukovati novim tehnologijama. *Continuation Training* sastoji se od *Conversion Traininga* i *Refresher Traininga*.

Školovanje kontrolora zračnog prometa obično zahtjeva dvije do tri godine. U tom se vremenskom periodu pripravnici kontrole zračnog prometa susreću s različitim fazama treninga, od teoretskih osposobljavanja, preko simulacije kontrole zračnog prometa na certificiranim simulatorima, do upoznavanja s radnim okruženjem i sudjelovanja u kontroli stvarnog zračnog prometa. Cjelokupno osposobljavanje kontrolora zračnog prometa iziskuje dug vremenski period iz više razloga. Nakon što pripravnici steknu određena znanja i vještine potrebne za obavljanje poslova i zadaća kontrolora letenja, radi se na smanjenju pojavnosti pogrešaka u izvedbi vježbi. Iz faze u fazu treninga zahtjevi stavljeni pred pripravnike povećavaju se povećanjem kompleksnosti i količine zadaća koje su stavljene pred njih. Povećanjem kompleksnosti treninga povećava se i broj načinjenih pogrešaka. Kako bi se pojavnost pogrešaka smanjila, pripravnici se postepeno upoznaju s raznolikim alatima i sustavima smanjenja pogrešaka u kontroli zračnog prometa.

Case Study analiza pogrešaka studenata učinjenih u provedbi vježbi kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST provedena je nad izvješćima instruktora kontrole zračnog prometa i rezultatima studenata u vježbama i ispitnim vježbama na simulatoru. Analiza je izvršena na uzorku od 33 studenta Fakulteta prometnih znanosti sveučilišta u Zagrebu, studija aeronautike, smjera kontrole leta. U obzir su uzeti studenti koji su sudjelovali u vježbama na simulatoru 2012., 2013. i 2014. godine. Analiza je vršena nad vježbama aerodromske i prilazne kontrole zračnog prometa. Svaki je student sudjelovao u šest vježbi te jednoj ispitnoj vježbi iz obje vrste kontrole zračnog prometa. Instruktori kontrole zračnog prometa pratili su i ocjenjivali izvedbu vježbi studenata prema unaprijed definiranim obrascima. Primjeri obrazaca za praćenje izvedbe vježbi kandidata prikazani su u prilozima 1 i 2.

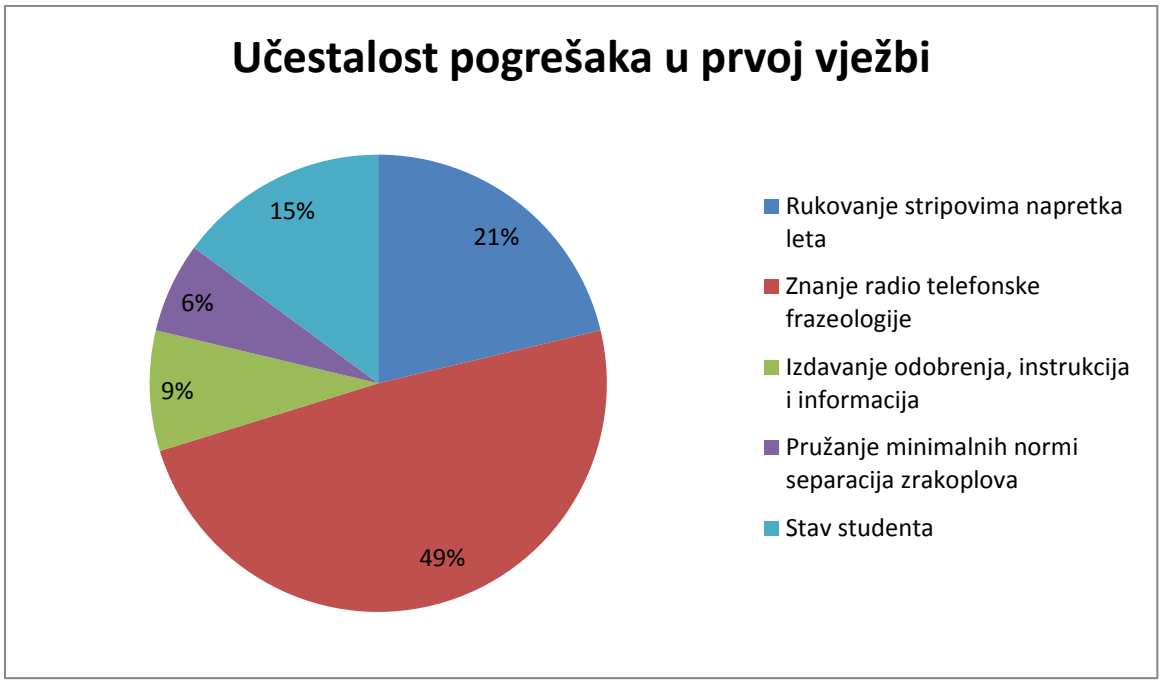
5.1. VJEŽBE AERODROMSKE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST

Temelj analize pogrešaka studenata u vježbama na simulatoru aerodromske kontrole zračnog prometa čini kategorizacija pogrešaka od strane instruktora. Pogreške su svrstane u pet kategorija:

- Rukovanje stripovima napretka leta
- Znanje radio- telefonske frazeologije
- Pravilno izdavanje odobrenja, instrukcija i informacija
- Pružanje minimalnih normi separacija zrakoplova
- Stav studenta

Prva vježba sadrži isključivo IFR (Instrument Flight Rules) promet. Pojavljuje se ukupno zrakoplova, od kojih su četiri odlaska i tri dolaska. Svrha vježbe je upoznati sa s radnim okruženjem i funkcijama sustava, stoga je radno opterećenje u vježbi svedeno na minimum.

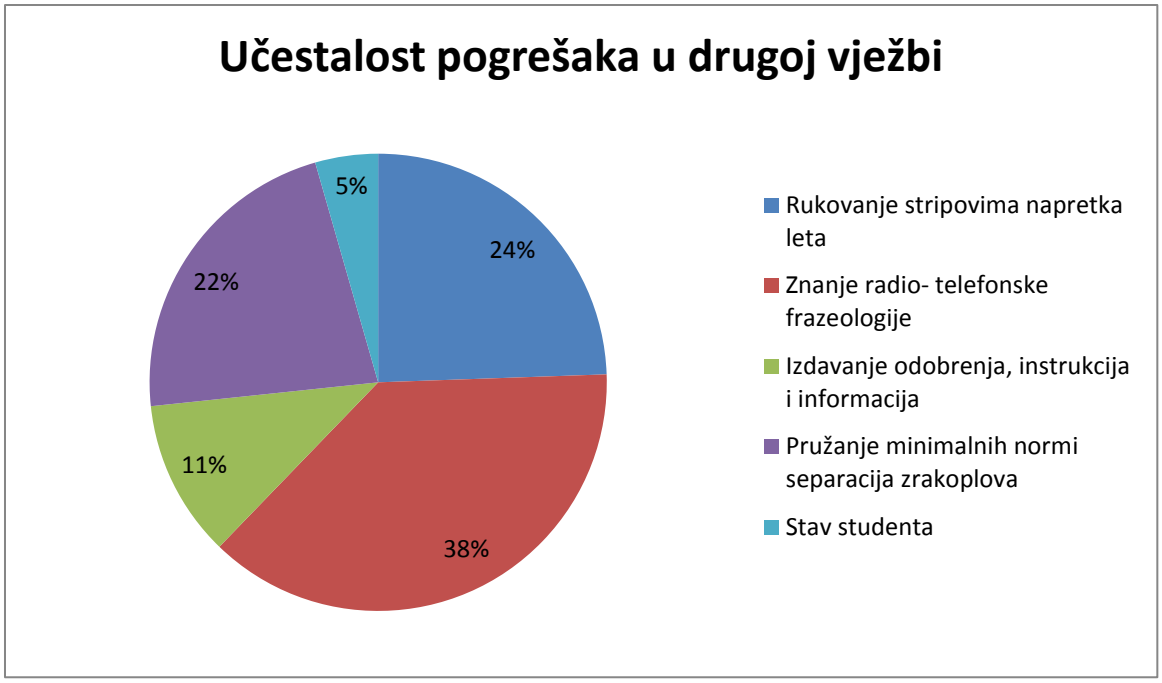
S obzirom da su se studenti po prvi puta susreli s kompletnom vježbom, vrlo je vjerojatna prisutnost treme, a važnost radio- telefonske komunikacije nije im još potpuno jasna. To je rezultiralo u najvećem postotku pogreške u radio- telefonskoj frazeologiji od 49%. Iz istih razloga te manjka iskustva s upravljanjem stripovima ta je pogreška na drugom mjestu po učestalosti, a iznosi 21%. Ostale su pogreške bile nešto manje učestale.



Slika 16. Učestalost pogrešaka u prvoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

U drugoj se vježbi od studenata očekuje i ocjenjuje primjena minimalnih normi separacije zrakoplova. Vježba također sadrži isključivo IFR promet, međutim, ovog puta radno opterećenje nije veliko zbog manjeg broja zrakoplova. Vježba sadrži šest zrakoplova, od kojih su tri odlaska i tri dolaska.

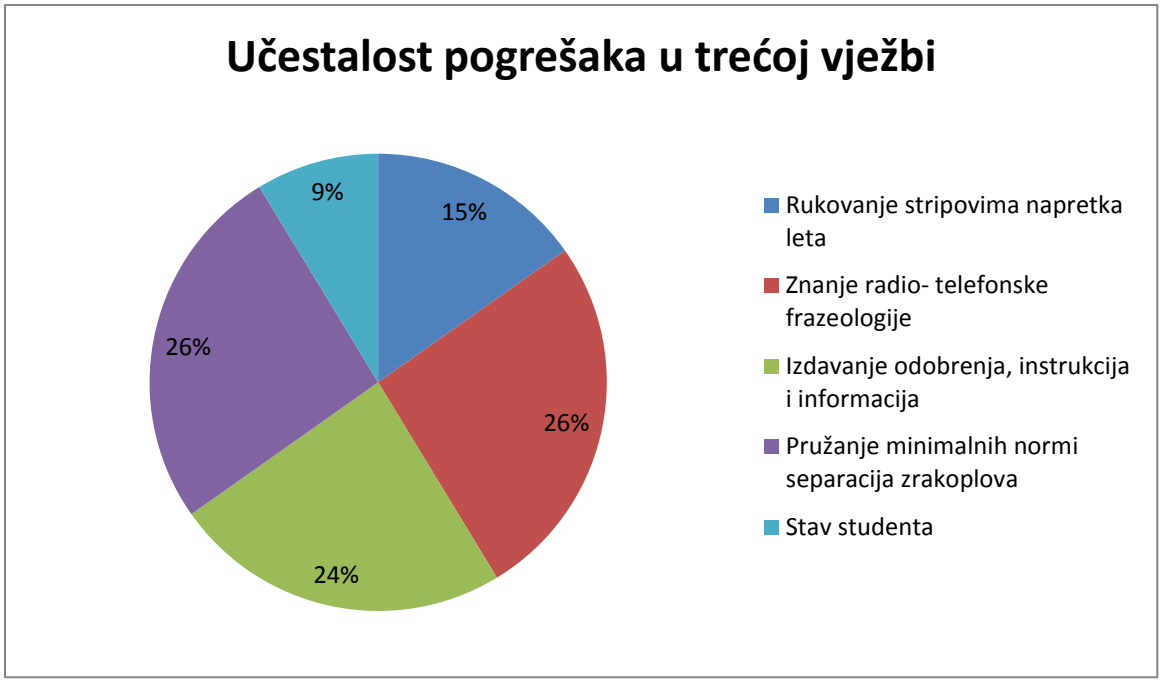
S obzirom na prijašnje iskustvo studenata s radio- telefonskom frazeologijom, ali i s obzirom na povišene zahtjeve za primjenom minimalnih normi separacije, u ovoj je vježbi nešto smanjena učestalost pogrešaka u radio- telefonskoj komunikaciji, a sada iznosi 38%, dok je pojavnost pogrešaka u pružanu minimalnih normi separacije zrakoplova porasla sa 6% na 22%. Zbog prijašnjeg iskustva stav studenta poboljšao se pa sada umjesto 15% iznosi 5%. Pojavnost grešaka u izdavanju odobrenja, instrukcija i informacija slično je kao i u prvoj vježbi.



Slika 17. Učestalost pogrešaka u drugoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

U trećoj je vježbi predstavljen VFR (Visual Flight Rules) promet, dok su IFR zrakoplovi isključeni. Vježba sadrži manji broj zrakoplova nego prijašnje dvije vježbe, točnije, sadrži pet zrakoplova. Iako je promet slabiji, vježba je kompleksnija zbog toga što VFR promet sam po sebi zahtjeva primjenu drugačijih normi razdvajanja zrakoplova nego IFR promet, ali i drugačija odobrenja, instrukcije i informacije. Dva su dolaska zrakoplova, dva odlaska te jedan trening let koji kruži aerodromskim prometnim krugom i izvodi „Touch-and-Go".

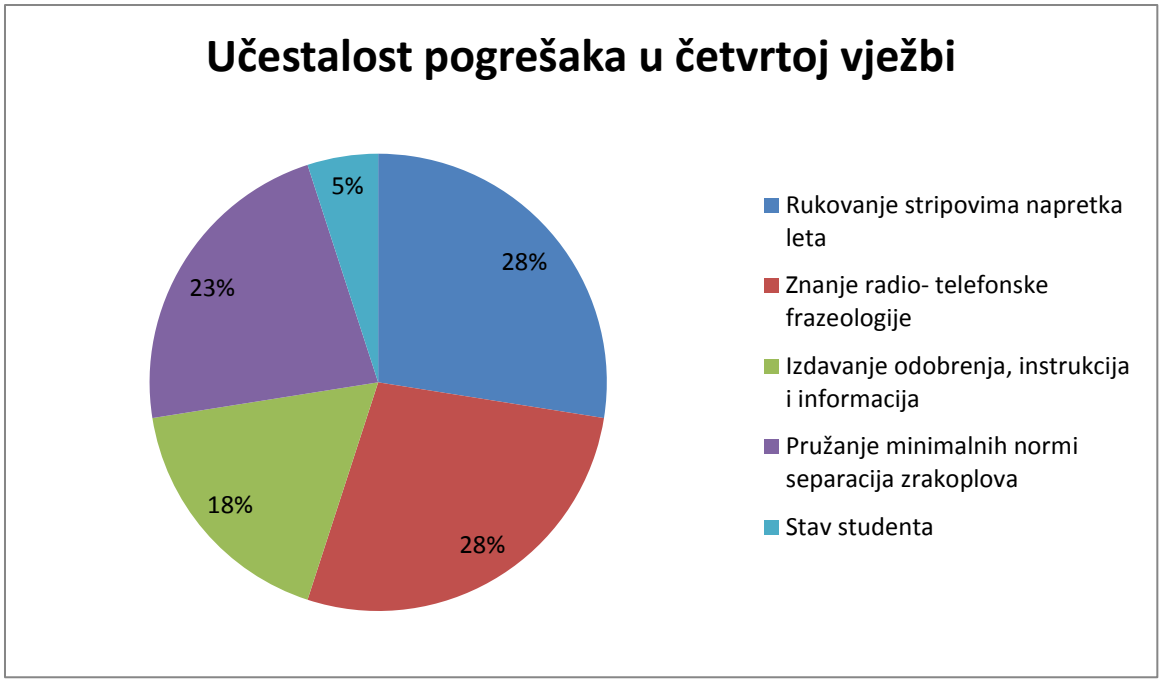
Zbog uvođenja nove vrste prometa, ovoga je puta učestalost pojavnosti pogrešaka u izdavanju odobrenja, instrukcija i informacija porasla s 11% na 24%. Pogreške u radio-telefonskoj komunikaciji smanjile su se na 26%, ali zbog nedostatka iskustva s VFR prometom, i pogreške u pružanju separacijskih normi porasle su na 26%. Studenti su počeli savladavati upravljanje stripovima pa su pogreške u tom podru smanjene za gotovo 10% pa sada iznose 15%.



Slika 18. Učestalost pogrešaka u trećoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

Četvrta vježba, kao i treća, sadrži isključivo VFR promet, međutim, u odnosu na treću vježbu, radno je opterećenje povećano. Umjesto pet zrakoplova, u ovoj su vježbi njih šest. Dva su odlaska, tri dolaska, i jedan zrakoplov koji dolazi na aerodrom samo kako bi izveo „Low Approach“, a zatim nastavlja let.

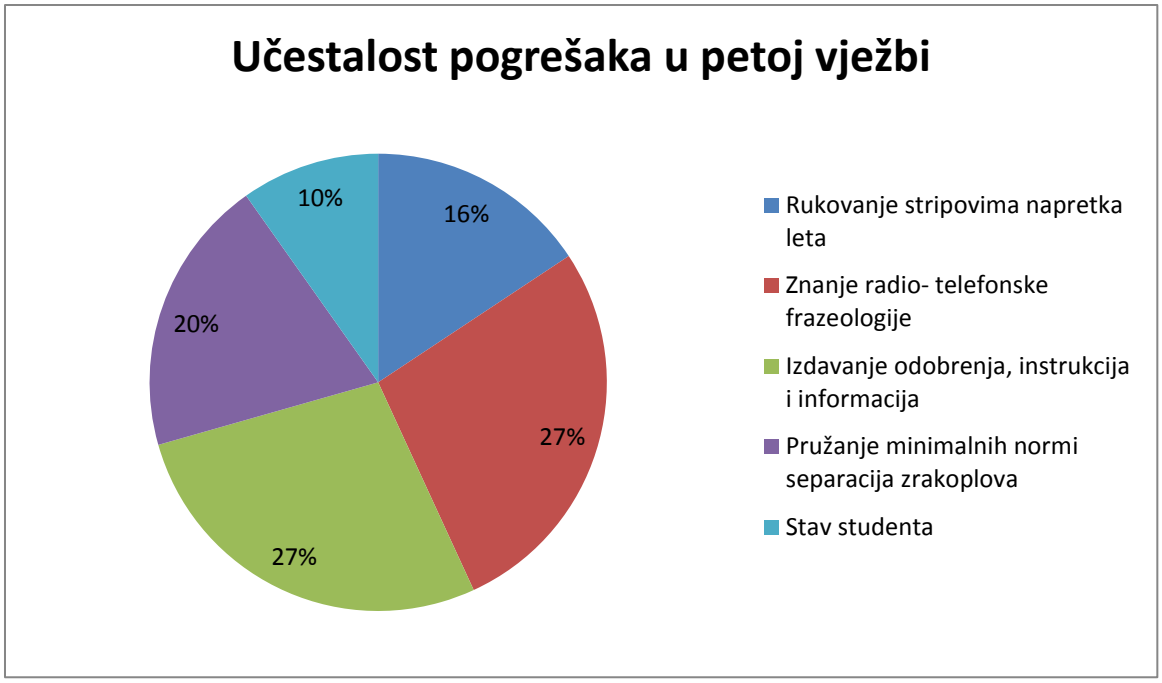
Pogreške u izdavanju odobrenja, instrukcija i informacija u ovoj su vježbi smanjene s 24% na 18%, to se pože pripisati prilagodbi studenata na VFR vrstu prometa. Pogreške u radio- telefonskoj komunikaciji, i upravljanje stripovima iznose po 28%. Upravljanje stripovima pogoršano je najvjerojatnije zbog nedostatka vremena s obzirom na povećano radno opterećenje vježbe. Studenti su u prethodnoj vježbi stekli iskustvo razdvajanja VFR zrakoplova pa su pogreške u pružanju minimalnih separacije smanjene s 26% na 23%. Postotak pogreške u stavu studenata značajno je manji od ostalih pogrešaka, a iznosi 5%.



Slika 19. Učestalost pogrešaka u četvrtoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

Peta je vježba prva po redu u kojoj se studenti susreću s obje vrste prometa, IFR i VFR letovima. Vježba uključuje jedan VFR odlazak, dva VFR dolaska, jedan VFR zrakoplov koji leti unutar školskog kruga i radi „Touch-and-Go“, jedan IFR zrakoplov u odlasku, te jedan IFR zrakoplov u dolasku. Zbog pomiješanog prometa, ovo je vježba s najvećim radnim opterećenjem do sada.

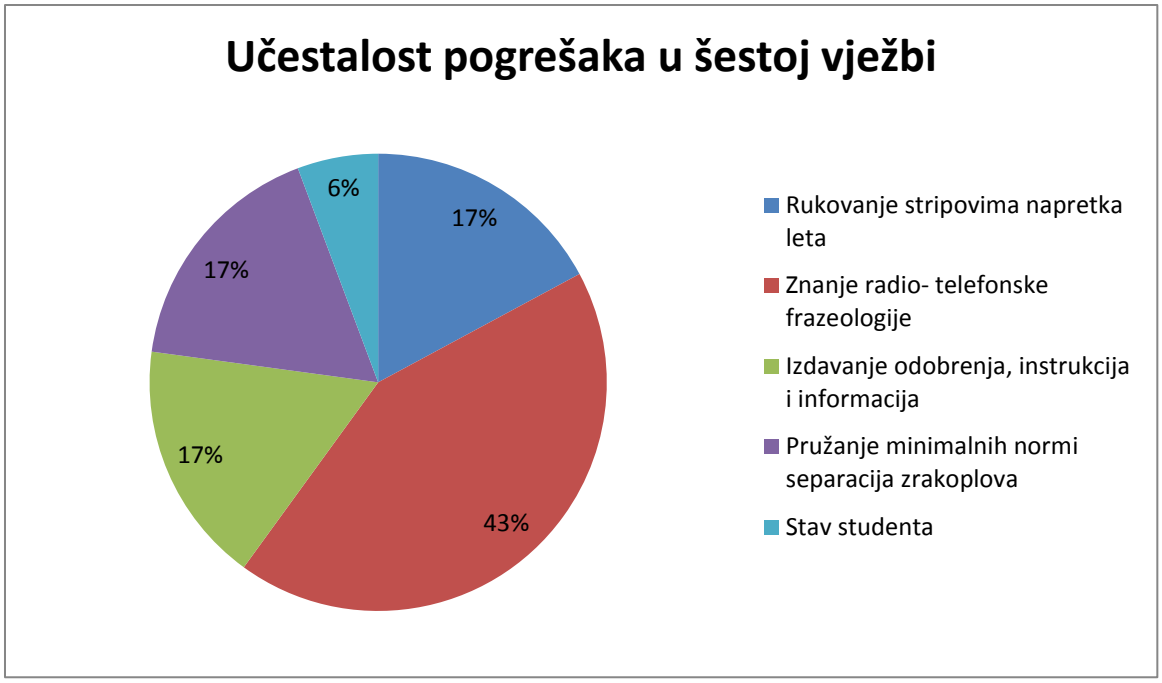
S obzirom na radno opterećenje, intenzitet vježbe, ali i na prijašnja iskustva studenata, pojavnost pogrešaka bila je različita. Sve su pogreške bile zastupljene unutar očekivanih vrijednosti. Pogreške s upravljanjem stripovima iznosile su 16%, pogreške u radio-telefonskoj komunikaciji i pogreške u izdavanju odobrenja, instrukcija i informacija iznosile su po 27%. Unatoč prvom susretu s miješanim prometom, studenti su slabije griješili u narušavanju separacijskih normi, pojavnost tih pogrešaka bila je 20%. Pogreške u stavu studenata prema radu u ovoj vježbi iznose visokih 10%.



Slika 20. Učestalost pogrešaka u petoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

Šesta je vježba po sastavu prometa vrlo slična prijašnjoj, ali sadrži sedam zrakoplova čime je povećano njeno radno opterećenja. Ova je vježba ujedno i najzahtjevnija na simulatoru aerodromske kontrole zračnog prometa. Sastoji se od dva VFR zrakoplova u odlasku, jedan VFR zrakoplov u dolasku, jedan VFR zrakoplov koji dolazi na aerodrom, izvodi „Low Approach“ i nastavlja let, jedan IFR zrakoplov u odlasku, i dva IFR zrakoplova u dolasku.

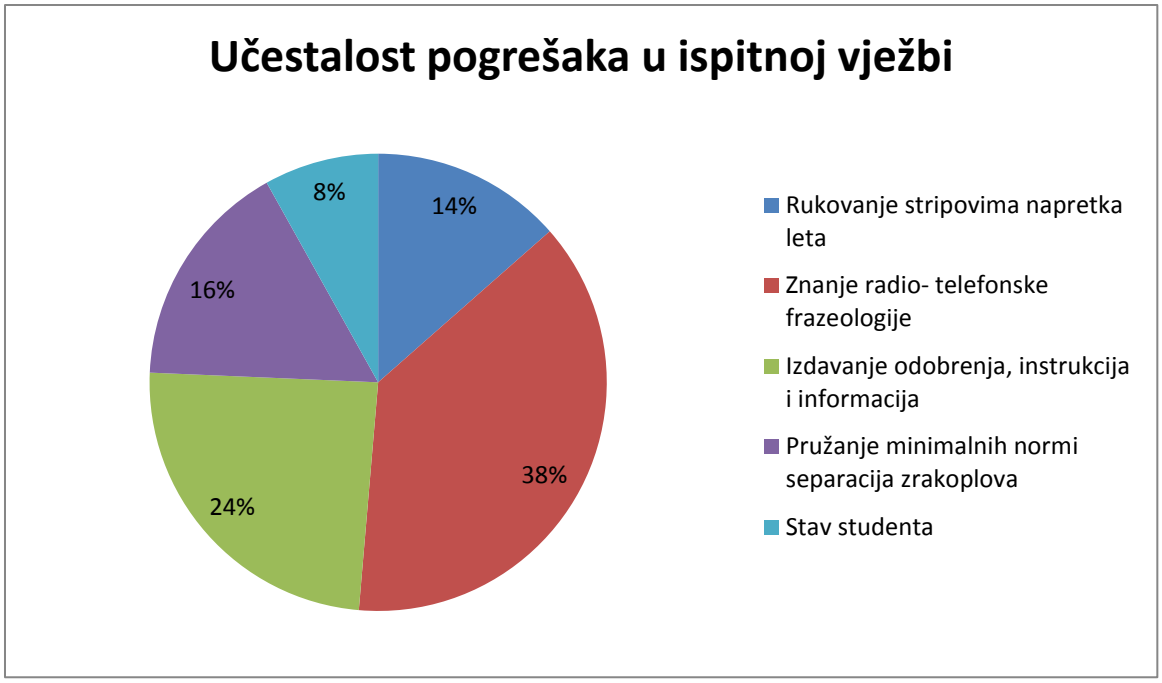
Studenti su u ovoj vježbi daleko najviše griješili u radio- telefonskoj komunikaciji, pojavnost tih pogrešaka iznosi čak 43%. Pogreške u upravljanju stripovima, izdavanju odobrenja, instrukcija i naredbi, i pogreške u osiguravanju minimalnih separacijskih normi bile su izjednačene, a svaka od njih iznosi 17%. Pogreške u stavovima studenata ponovno su smanjene na 6%.



Slika 21. Učestalost pogrešaka u šestoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

Sedma je vježba ispitna vježba. U skladu s time u njoj se također pojavljuju obje vrste prometa. Također sadrži sedam zrakoplova, međutim, radno je opterećenje smanjeno u odnosu na prethodnu vježbu. Sastoji se od jednog VFR odlaska, dva VFR dolaska, jednog VFR trening leta koji kruži aerodromskim prometnim krugom i izvodi „Touch-and-Go“, dva IFR leta u odlasku, te jednog IFR leta u dolasku.

Iako je radno opterećenje ispitne vježbe smanjeno u odnosu na prethodnu vježbu, kompleksnost izvedbe nadomještena je pretpostavljenim povećanjem treme kod studenata, s obzirom da je ova vježba ujedno i najvažnija. Pojavnost pogrešaka u ispitnoj vježbi slična je onoj kod prethodne vježbe. Trema prisutna kod studenata najizraženija je u pogreškama u radio- telefonskoj komunikaciji koje su nešto učestalije, a iznose 38% pogrešaka koje su se desile u ovoj vježbi. Iduća najučestalija vrsta pogreške bila je u izdavanju odobrenja, instrukcija i informacija, a iznosi 24%. Narušavanje separacijskih normi koje zauzima 16% bilo je češće od pogrešaka u upravljanju stripovima koje su iznosile 14%. Pogreške u stavu studenata nešto su veće nego kod prijašnje vježbe, ali još su uvijek na zadnjem mjestu po učestalosti, iznose svega 8%.

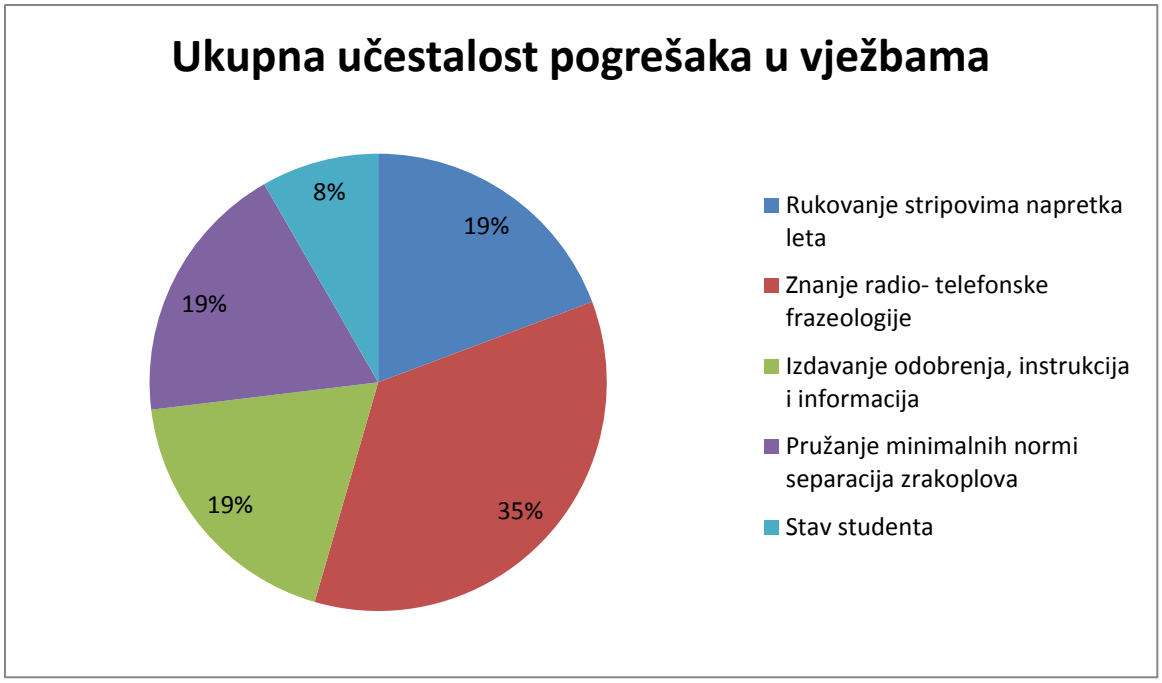


Slika 22. Učestalost pogrešaka u ispitnoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa

Tabličnim prikazom prikazan je točan broj pojedinih pogrešaka, dok grafikon na sljedećoj stranici prikazuje ukupne postotke zastupljenosti pogrešaka učinjenih u pojedinoj vježbi na simulatoru aerodromske kontrole zračnog prometa:

Tablica 1. Točan broj pojedinih pogrešaka napravljenih u vježbama aerodromske kontrole zračnog prometa

REDNI BROJ VJEŽBE	BROJ POGREŠAKA					UKUPAN ZBROJ NAPRAVLJENIH POGREŠAKA
	Rukovanje stripovima napretka leta	Znanje radio-telefonske frazeologije	Izdavanje odobrenja, instrukcija i informacija	Pružanje minimalnih normi separacija zrakoplova	Stav studenta	
1.	10	23	4	3	7	**47**
2.	11	17	5	10	2	**45**
3.	7	12	11	12	4	**46**
4.	11	11	7	9	2	**40**
5.	8	14	14	10	5	**51**
6.	6	15	6	6	2	**35**
7.	5	14	9	6	3	**37**
UKUPAN ZBROJ SVAKE OD POGREŠAKA	58	106	56	56	25	**301**



Slika 23. Ukupna učestalost pogrešaka u vježbama aerodromske kontrole zračnog prometa

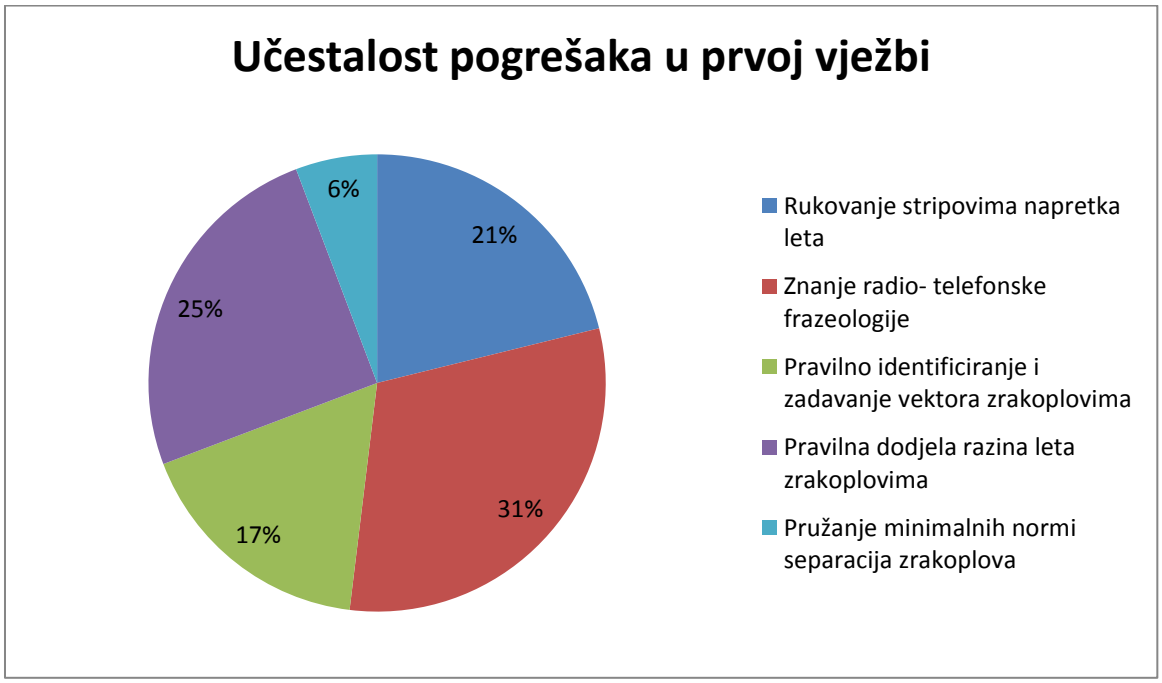
5.2. VJEŽBE PRILAZNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA NA SIMULATORU BEST

Kao i kod analize pogrešaka na simulatoru aerodromske kontrole zračnog prometa, temelj analize pogrešaka studenata u vježbama na simulatoru prilazne kontrole zračnog prometa također čini kategorizacija pogrešaka od strane instruktora. Pogreške su svrstane u pet kategorija:

- Rukovanje stripovima napretka leta
- Znanje radio- telefonske frazeologije
- Pravilno identificiranje i zadavanje vektora zrakoplovima
- Pravilna dodjela razina leta zrakoplovima
- Pružanje minimalnih normi separacija zrakoplova

Prva vježba sadrži isključivo polijetanja zrakoplova koji lete po IFR pravilima letenja. Vježba sadrži osam zrakoplova. Od studenta se očekuje primjena minimalnih normi separacije između zrakoplova te uporaba zadavanja vektora zrakoplovima kako bi uspješno pružali uslugu prilazne kontrole zračnog prometa.

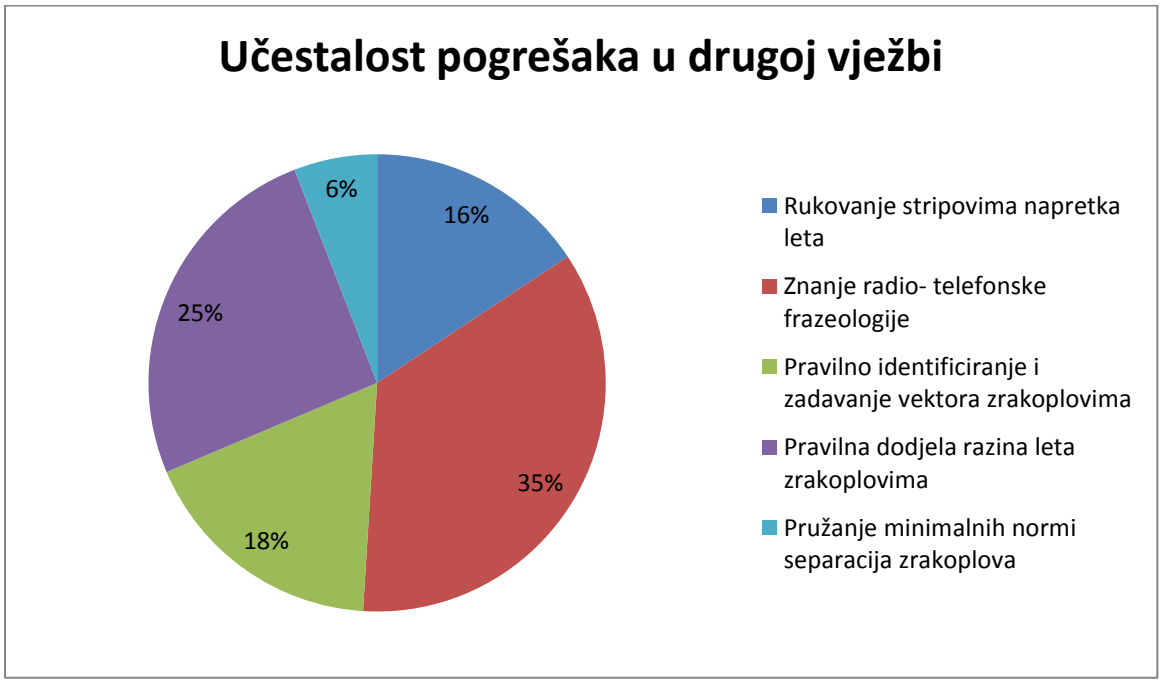
S obzirom da je ovo bila prva vježba studentima na simulatoru prilazne kontrole zračnog prometa, jedan od najvećih postotaka pogrešaka javljao se u pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplovima, unatoč tome što su pružali uslugu kontrole samo zrakoplovima u odlasku. Najučestalije pogreške javljale su se u radio- telefonskoj komunikaciji, a iznose čak 31%. Pogreške s rukovanjem stripovima po zastupljenosti bile su na trećem mjestu s 21%. Nešto manje pogrešaka studenti su radili u identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima te u narušavanju minimalnih normi separacija.



Slika 24. Učestalost pogrešaka u prvoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Druga vježba predstavlja potpunu suprotnost prvoj vježbi, a sastoji se isključivo od dolazaka zrakoplova koji lete prema IFR pravilima letenja. Vježba sadrži šest zrakoplova, što je manje nego prethodna vježba, međutim, njena je kompleksnost nešto veća s obzirom da osim pružanja minimalnih normi separacija i slobodnog zadavanja vektora zrakoplovima u prostoru, od studenata se očekuje da zadaju i završne vektore koji će dovesti zrakoplov u poziciju hvatanja ILS (Instrument Landing System) signala.

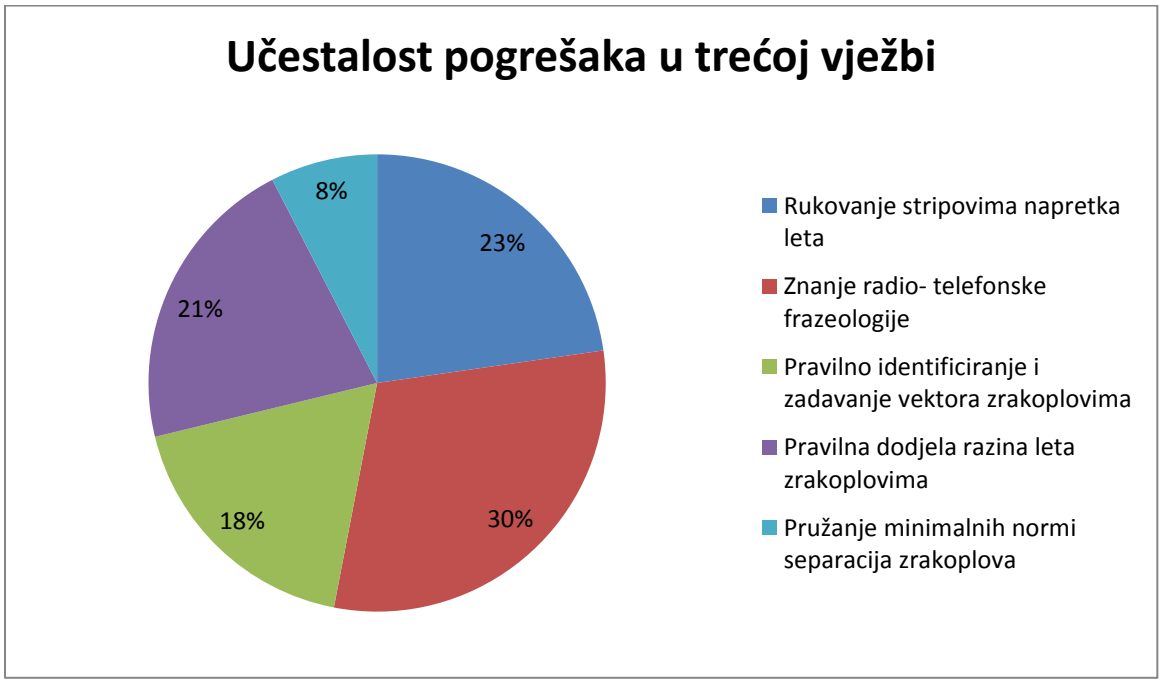
U ovoj su vježbi studenti povisili postotak pogrešaka vezanih za radio- telefonsku komunikaciju, koje sada iznose 35%. Pogreške vezane za pravilnu dodjelu razina leta zrakoplovima ostale su nepromijenjene, a iznose 25%. Međutim, pogreške u pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplovima nisu neočekivane u ovom stadiju vježbi s obzirom da su studenti po prvi puta dužni odrediti redoslijed zrakoplova za prilaz te prema tome redoslijedu primjenjivati tehniku stepenastog snižavanja razina leta. Pogreške u rukovanju stripovima smanjile su se na 16%, a pogreške u pravilnom identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima iznose 18%. Narušavanje minimalnih normi separacija neznatno je bila češća u usporedbi s prethodnom vježbom, a iznosi 6%.



Slika 25. Učestalost pogrešaka u drugoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Miješani se promet u smislu dolazaka i odlazaka IFR zrakoplova po prvi puta pojavljuje u trećoj vježbi. Vježba sadrži šest zrakoplova od kojih su tri odlaska i tri dolaska. Iako je broj zrakoplova jednak kao kod druge vježbe, student ovoga puta mora osiguravati separaciju između zrakoplova u odlasku i zrakoplova u dolasku te izdavati završne vektore za ILS prilaz na slijetanje.

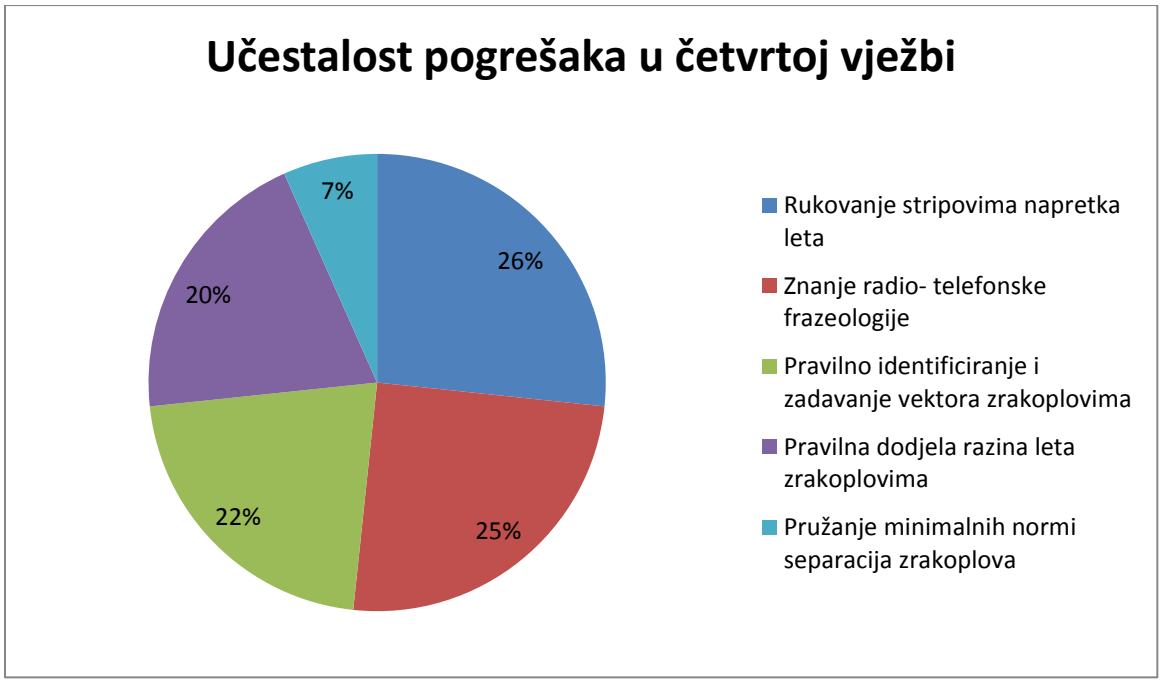
Pogreške u radio- telefonskoj komunikaciji još su uvijek najučestalije. Pojavnost pogrešaka u rukovanju stripovima ponovno je porasla, može se pripisati većem radnom opterećenju vježbe uzrokovanom miješanim prometom. Međutim, unatoč miješanom prometu, pojavnost pogrešaka u pravilnom dodjeljivanju razina leta zrakoplova smanjila se na 21%. Pogreške u identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima ostale su nepromijenjene sa 18%, dok je narušavanje minimalnih normi separacija zastupljeno s 8%.



Slika 26. Učestalost pogrešaka u trećoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Četvrta vježba sadrži sedam IFR zrakoplova. Sastoji se od četiri zrakoplova u odlasku i tri zrakoplova u dolasku. Vježba je vrlo slična prethodnoj, ali je radno opterećenje studenta nešto veće zbog većeg broja zrakoplova.

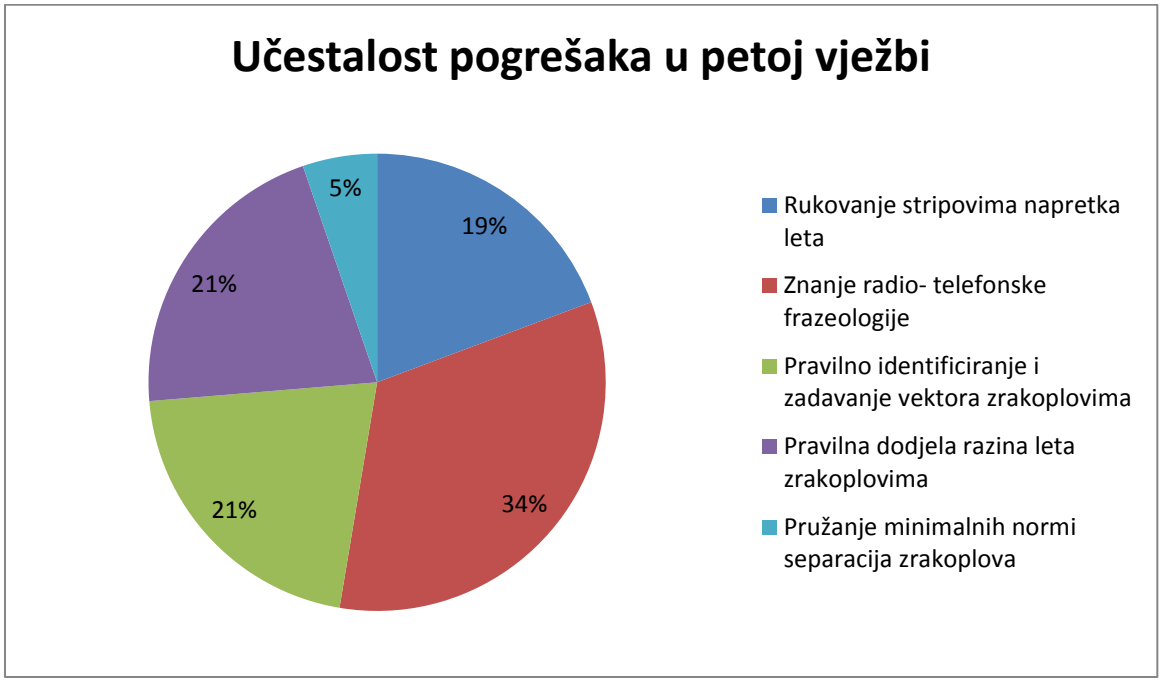
Ovo je prva i jedina vježba na simulatoru prilazne kontrole zračnog prometa u kojoj se najveći postotak učestalosti pogrešaka ne pojavljuje u pogreškama radio- telefonske komunikacije, već u pogreškama rukovanja stripovima. Pogreške u pravilnom identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima, te pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplova po učestalosti su gotovo izjednačene. Na zadnjem je mjestu po učestalosti najteža pogreška, odnosno, narušavanje minimalnih normi separacija zrakoplova.



Slika 27. Učestalost pogrešaka u četvrtoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Peta je vježba vrlo slična prijašnjoj, ali sadrži jedan zrakoplov više, dakle, sadrži ukupno osam zrakoplova. U ovoj se vježbi po prvi puta pojavljuje zrakoplov koji niti slijeće, a niti polijeće sa aerodroma za čiji promet studenti pružaju prilaznu kontrolu zračnog prometa, već samo prolazi kroz prostor njihove nadležnosti. Time se povećava radno opterećenje vježbe. Osim toga, vježba sadrži četiri IFR zrakoplova u dolasku i tri IFR zrakoplova u odlasku.

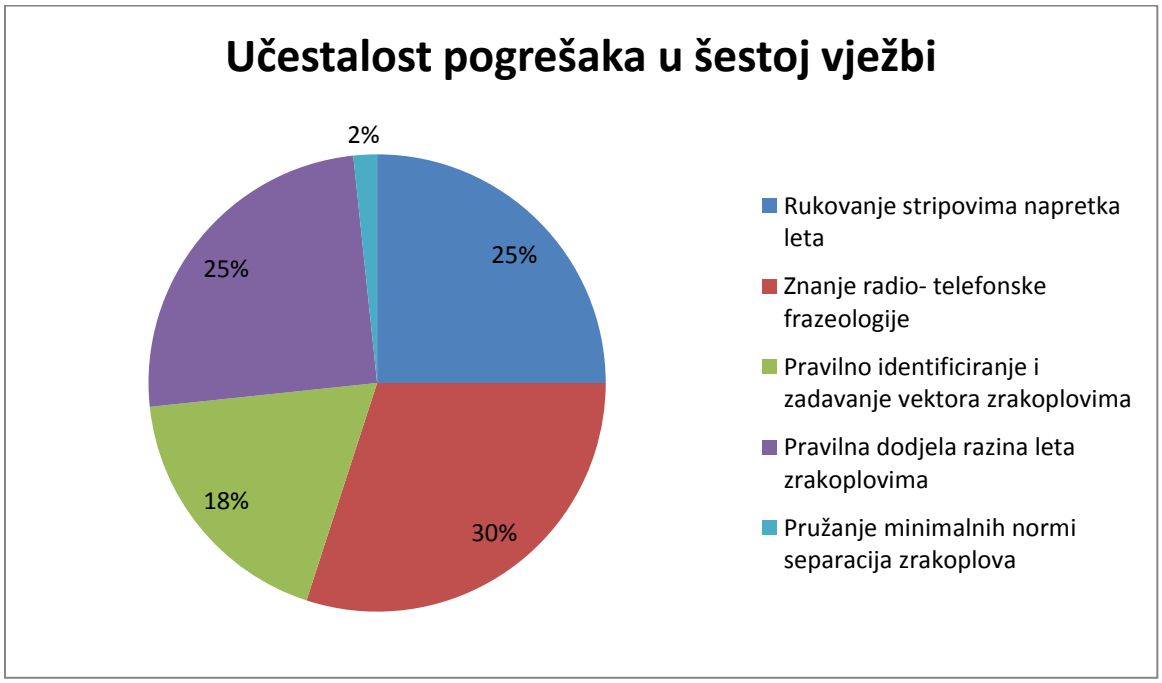
S obzirom da zrakoplovi koji su u preletu kroz prostor nadležnosti studenata zahtijevaju frazeologiju koja se razlikuje od one korištene za zrakoplove u dolasku i odlasku, a studenti prvi puta susreli s takvim zrakoplovom, nije začuđujuće da su daleko najzastupljenije pogreške upravo one načinjene u radio- telefonskoj komunikaciji. Zbog kompleksnosti prometa u vježbi, a samim time i visokog radnog opterećenja vježbe, u postotku pojavnosti pogrešaka izjednačene su pogreške u pravilnom identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima, te pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplovima, a taj postotak iznosi 21%. Pogreške načinjene u rukovanju stripovima bile su nešto slabije zastupljene nego u prijašnjim vježbama, a iznosile su 19%. Narušavanje minimalnih normi separacija nije bilo posebno učestalo, a iznosi optimalnih 5%.



Slika 28. Učestalost pogrešaka u petoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Iako šesta vježba ne sadrži zrakoplove u preletu, smatra se najtežom vježbom. Sadrži pet IFR zrakoplova u dolasku i dva IFR zrakoplova u odlasku. Radno opterećenje u ovoj vježbi povećano je većim brojem međusobno konfliktnih zrakoplova, te velikim brojem zrakoplova koje je potrebno pravilno poredati za prilaz na slijetanje.

Studenti su ponovno najčešće griješili u radio- telefonskoj komunikaciji. Rukovanje stripovima i pravilna dodjela razina leta zrakoplovima u pojavnosti pogrešaka bili su izjednačeni, a iznose 25%. Greške u pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplovima nisu iznenađujuće s obzirom nas velik broj zrakoplova u dolasku kojima je trebalo postepeno stepenasto snižavati visinu. Pogreške u pravilnom identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima iznose 18%, dok je narušavanje minimalnih normi separacije iznenađujuće slabo zastupljeno sa samo 2% pogrešaka.



Slika 29. Učestalost pogrešaka u šestoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Sedma je vježba ispitna vježba. Iako je radno opterećenje ispitne vježbe nešto slabije od radnog opterećenja prijašnje vježbe, vježba je dovoljno kompleksna i zahtjevna. Sadrži sedam zrakoplova. Od sedam zrakoplova, četiri su IFR zrakoplova u dolasku, tri su IFR zrakoplova u odlasku, te je jedan IFR zrakoplov u preletu kroz prostor nadležnosti.

U ispitnoj su vježbi najučestalije pogreške ponovno bile one u radio- telefonskoj komunikaciji, s postotkom pojavnosti od 29%. Vrlo blizu tog postotka bile su i pogreške načinjene u pravilnom identificiranju i zadavanju vektora zrakoplovima. Postotak pojavnosti tih grešaka iznosio je visokih 28%. Pogreške su se pojavljivale i u rukovanju stripovima, te u pravilnoj dodjeli razina leta zrakoplovima. Ono što je pomalo iznenađujuće s obzirom na količinu prometa i tremu koja je prisutna kod studenata u ispitnoj vježbi, jest ispodprosječno narušavanje minimalnih normi separacija zrakoplova. Učestalost takvih pogrešaka bila je zastupljena sa samo 5%.

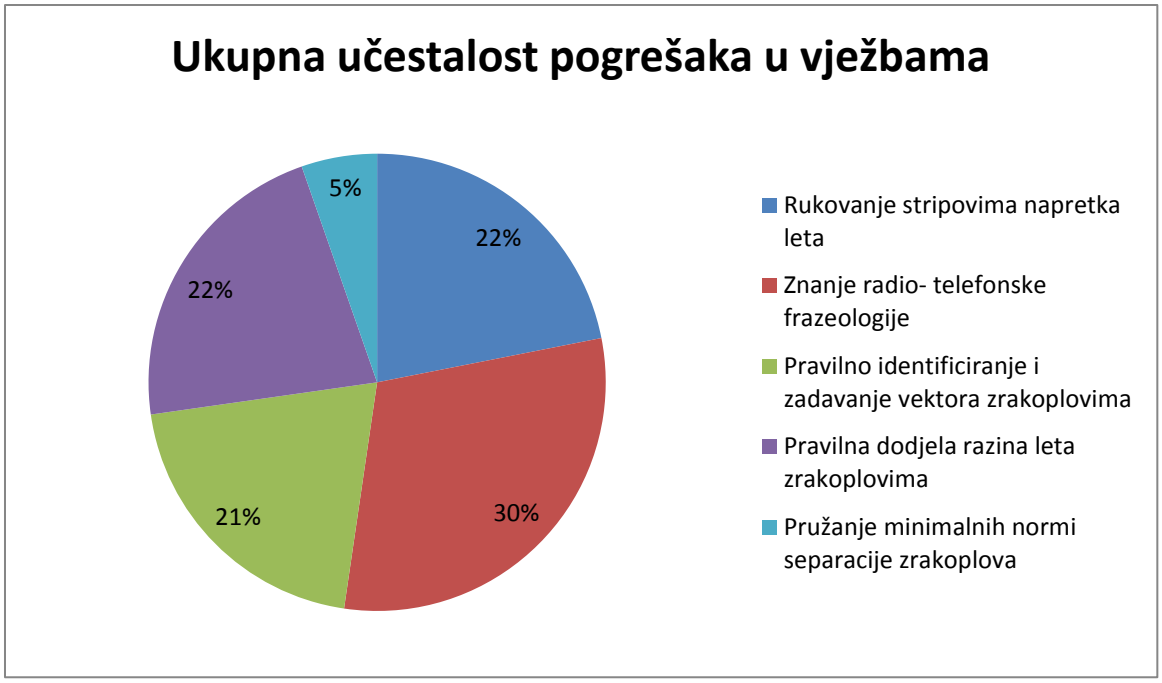


Slika 30. Učestalost pogrešaka u ispitnoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa

Tabličnim prikazom prikazan je točan broj pojedinih pogrešaka, dok grafikon na sljedećoj stranici prikazuje ukupne postotke zastupljenosti pogrešaka učinjenih u pojedinoj vježbi na simulatoru prilazne kontrole zračnog prometa:

Tablica 2. Točan broj pojedinih pogrešaka napravljenih u vježbama prilazne kontrole zračnog prometa

REDNI BROJ VJEŽBE	BROJ POGREŠAKA					UKUPAN ZBROJ NAPRAVLJENIH POGREŠAKA U SVAKOJ OD VJEŽBI
	Rukovanje stripovima napretka leta	Znanje radio-telefonske frazeologije	Pravilno identificiranje i zadavanje vektora zrakoplovima	Pravilna dodjela razina leta zrakoplovima	Pružanje minimalnih normi separacije zrakoplova	
1.	11	16	9	13	3	**52**
2.	8	18	9	13	3	**51**
3.	15	20	12	14	5	**66**
4.	16	15	13	12	4	**60**
5.	11	19	12	12	3	**57**
6.	15	18	11	15	1	**60**
7.	14	19	18	11	3	**65**
UKUPAN ZBROJ SVAKE OD POGREŠAKA	90	125	84	90	22	**411**



Slika 31. Ukupna učestalost pogrešaka u vježbama prilazne kontrole zračnog prometa

5.3. ANALIZA REZULTATA

Nakon provedene analize te analiziranja rezultata analize pojavnosti pogrešaka studenata u vježbama aerodromske i prilazne kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST, može se zaključiti da s porastom radnog opterećenja vježbe, raste i pojavnost pogrešaka koje studenti naprave u toj vježbi. Porast pojavnosti pogrešaka konstantan je kod vježbi u kojima je pred studente stavljena nova vrsta prometa, odnosno, nove zadaće koje zahtijevaju drugačiji pristup problemu. Međutim, povećanje radnog opterećenja u vježbi, odnosno, kompleksnosti vježbe kompenzirano je time što studenti iz vježbe u vježbu postaju nešto iskusniji, a samim time i sigurniji u sebe te nešto opušteniji. Stres i trema koja je studentima prisutna u ispitnim vježbama vidljiva je i u učestalosti pogrešaka u tim vježbama, jer iako radno opterećenje i kompleksnost vježbi svoju najveću vrijednost dostižu u šestoj vježbi, analiza je pokazala da su studenti skloniji raditi pogreške u ispitnoj vježbi koja u odnosu na šestu vježbu ima nešto slabije radno opterećenje.

Analiza je također pokazala da je ukupna pojavnost pogrešaka nešto učestalija u vježbama prilazne kontrole nego kod aerodromske kontrole zračnog prometa. U vježbama prilazne kontrole studenti su napravili ukupno 411 pogrešaka, dok su u vježbama aerodromske bili nešto bolji, sa 110 pogrešaka manje, odnosno, sa 301 napravljenom pogreškom. Rukovanje stripovima pokazalo se zahtjevnije u vježbama prilazne kontrole s obzirom da se ta vrsta pogreške događala 35% češće nego kod aerodromske kontrole. Pogreške u radio- telefonskoj komunikaciji pokazale su se također učestalije u vježbama prilazne kontrole, međutim, razlika ovoga puta nije toliko drastična, a iznosi 15%. Iako je iz svega moguće zaključiti da su vježbe prilazne kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST nešto zahtjevnije od vježbi aerodromske kontrole, upravo najteža vrsta pogreške, a to je narušavanje minimalnih sigurnosnih normi separacija zrakoplova, više je nego duplo puta bila učestalija baš u vježbama aerodromske kontrole. Naime, u vježbama aerodromske kontrole minimalne norme separacija zrakoplova ukupno je bila narušena 61% češće nego u vježbama prilazne kontrole zračnog prometa.

6. ZAKLJUČAK

Ljudski je čimbenik dokazano najvažniji čimbenik sigurnosti zračnog prometa. Međutim, uz to što je najvažniji, daleko je i najkompleksniji. Za razliku od tehnologije koja se neprekidno proučava i konstantno razvija već dugi niz godina te je u današnje vrijeme razvijena gotovo do savršenstva, čovjek je kao čimbenik do nedugo bio daleko manje zastupljen. Prednost koja čovjeku daje vodeću ulogu kao čimbeniku sigurnosti u zračnom prometu jest to što je čovjek mentalno i fizički prilagodljiv. Ta nam sposobnost pomaže pravilno reagirati u izvanrednim situacijama i raznoraznim ostalim situacijama s kojima se po prvi puta susrećemo, a koje nisu unaprijed definirane. Međutim, osim dobrih strana, ljudski čimbenik ima jednako toliko loših strana. Jedna od njih je podložnost vanjskim čimbenicima koji mogu imati značajne utjecaje te pogoršati kvalitetu čovjekova izvršavanja poslova i zadaća koje su mu dodijeljene.

Istraživanja su pokazala da je baš čovjekova pogreška vodeća u uzrocima izazivanja incidenata i nesreća u avijaciji. Zato su posljednjih godina pomoću mnogobrojnih izvršenih analizi i proučavanja ljudskih pogrešaka te istraživanja, proučavanja i identifikacije događaja i okolnosti koje dovode do pogrešaka u zračnome prometu izrađeni mnogi modeli i načini smanjenja ljudskih pogrešaka. Došlo je do zaključka da je od izuzetne važnosti prilagoditi sve sustave, programe, te cjelokupnu radnu okolinu prema čovjeku, koji se smatra središtem uspješnog sustava. U posljednje se vrijeme teži još dalje od već savršeno pouzdane tehnologije pa se razvijaju dodatni sigurnosni sustavi i postupci koji predstavljaju posljednju liniju obrane od pojavnosti ljudskih pogrešaka i propusta. Međutim, nije sva odgovornost za sprječavanje pojavnosti ljudskih pogrešaka na ergonomiji i dizajnu radne okoline čovjeka, već je dio odgovornosti usmjeren na svakog čovjeka kao pojedinca, odnosno, jedinku sustava. Čovjek je dužan adekvatno se pripremiti i izvršiti sve dužnosti koje prethode i nužne su za uspješno izvršavanje njegova posla.

U rezultatima Case Study analize pogrešaka studenata učinjenih u provedbi vježbi kontrole zračnog prometa na simulatoru BEST dokazana je učestala pojavnost ljudskih pogrešaka, bilo da se radilo o pogreškama uzrokovanim nedostatkom iskustva, pogreškama uzrokovanim nedostatkom koncentracije, ili jednostavno pogreškama u komunikaciji. Iako se analizirala pojavnost pogrešaka u provedbi vježbi kontrole zračnog prometa sa simuliranim prometom, a ne pojavnost pogrešaka u stvarnoj kontroli zračnog prometa, gdje se pogreške

događaju značajno rjeđe zbog neusporedivo većih vještina i iskustva ljudskih resursa, ipak je dokazano koliko je ljudski čimbenik osjetljiv te od kolike je važnosti za siguran i efikasan protok zračnog prometa.

LITERATURA

[1] Martinussen, M., Hunter, D. R.: Aviation Psychology and Human Factors, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2010.

[2] Wise, J. A., Hopkin, V. D., Garland, D. J.: Handbook of Aviation Human Factors Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2010.

[3] https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf (7.1.2017.)

[4] http://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors (8.1.2017.)

[5] Nastavni materijali; Hrvatsko učilišno središte za kontrolu zračnog prometa

[6] http://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_SHELL_Model (8.1.2017.)

[7] Shappell, S., Detwiler, C., Holcomb, K., Hackworth, C., Boquet, A., Wiegmann, D., Cilnic, M.: Human Error and Commercial Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analisys Using HFACS, Washington, 2006.

[8] https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/air_traffic_control_(atc)_related_accidents_and_incidents.a_human_factors_analysis.pdf (11.1.2017.)

[9] Kennedy, C. H., Kay, G. G.: Aeromedical Psychology, Ashgate, 2013.

[10] http://file.scirp.org/pdf/JTTs20110300005_65685953.pdf (11.1.2017.)

[11] http://www.skybrary.aero/index.php/James_Reason_HF_Model (14.1.2017.)

[12] https://image.slidesharecdn.com/airlinatedisasterjune2012-120614044402-phpapp01/95/air-disasters-as-organisational-errors-the-case-of-linate-by-m-catino-18-728.jpg?cb=1340166202 (14.1.2017.)

[13] https://www.faa.gov/about/initiatives/sms/ (15.1.2017.)

[14] http://www.skybrary.aero/index.php/Safety_Planning (15.1.2017.)

[15] https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs900/sms/media/newsletter/safety_assurance.pdf (15.1.2017.)

[16] http://www.skybrary.aero/index.php/Safety_Improvement (16.1.2017.)

[17] http://aviationbenefits.org/social-development/safety-culture/ (16.1.2017.)

[18] http://envirosupply.net/media/wysiwyg/55.png (17.1.2017.)

[19] http://www.artisys.aero/atc-atm-operational-systems/19-safety-nets.html (19.1.2017.)

[20] https://www.eurocontrol.int/safety-nets (19.1.2017.)

[21] http://www.canadiandatasoft.com/images/Galleries/STCA.jpg (19.1.2017.)

[22] http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:19627/FULLTEXT01.pdf (19.1.2017.)

[23] https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field_tabs/content/documents/nm/safety/safety-functions-in-atc-systems.pdf (19.1.2017.)

[24] http://users.telenet.be/atc-system/apw_html_4032d496.gif (19.1.2017.)

[25] https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/safety/safety-eurocontrol-guidance-material-for-area-proximity-warning.pdf (19.1.2017.)

[26] http://aireform.com/wp-content/uploads/MSAW-General-Monitoring.jpg (19.1.2017.)

[27] http://www.skybrary.aero/index.php/Approach_Path_Monitor (20.1.2017.)

[28] http://aireform.com/wp-content/uploads/MSAW-Approach-Path-Monitoring.jpg (20.1.2017.)

[29] http://www.eurocontrol.int/acas (20.1.2017.)

[30] http://www.hilmerby.com/md80/mdtcas2.jpg (20.1.2017.)

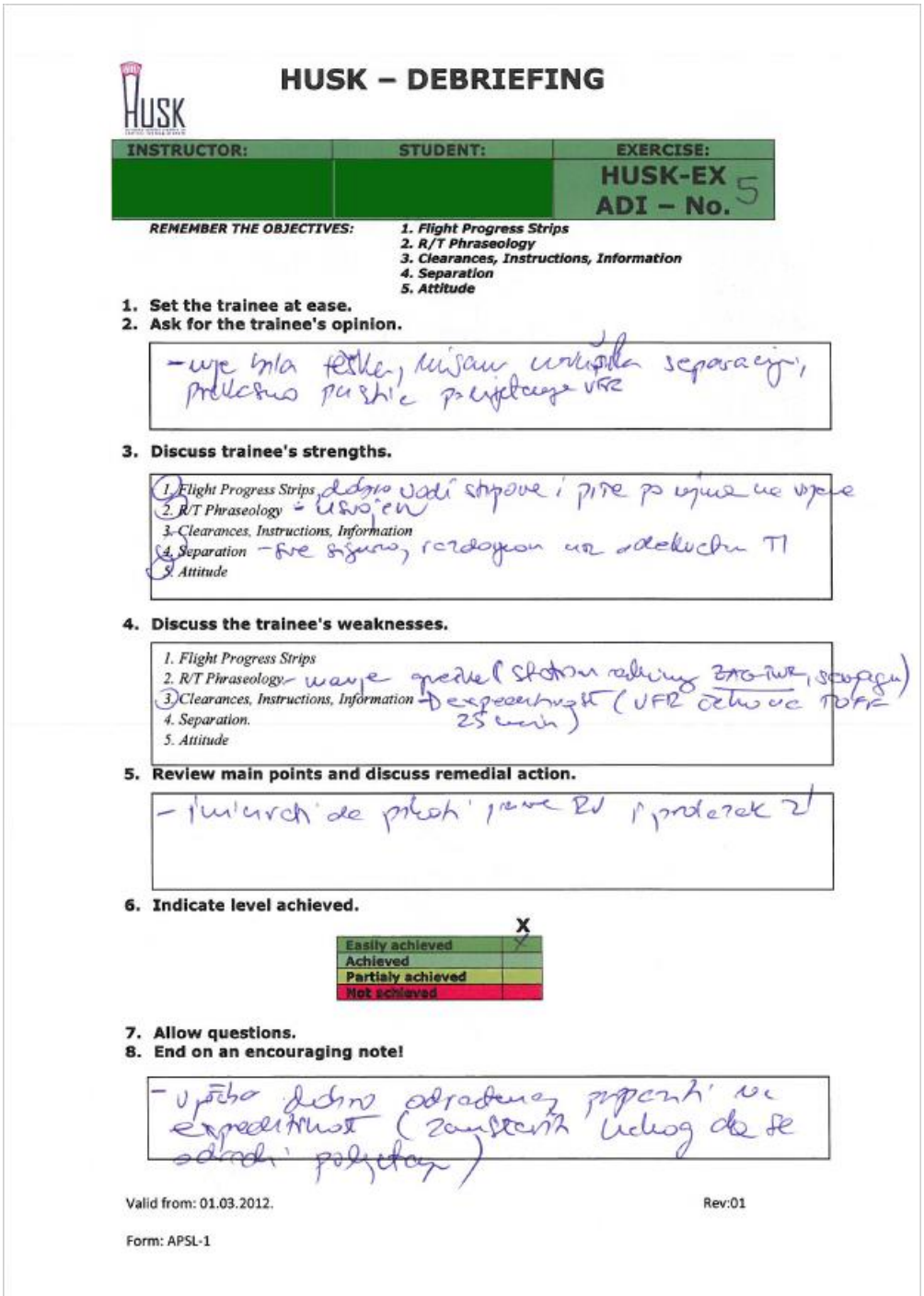
[31] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/TCAS_Volume.jpg (20.1.2017.)

[32] http://www.skybrary.aero/index.php/Terrain_Avoidance_and_Warning_System_(TAWS) (20.1.2017.)

[33] https://www.jal.com/assets/img/flight/safety/equipment/pic_egpws_001_en.jpg (22.1.2017.)

PRILOZI

Prilog 1. Obrazac za praćenje kandidata – aerodromska kontrola zračnog prometa



HUSK – DEBRIEFING

INSTRUCTOR:	STUDENT:	EXERCISE:
		HUSK-EX ADI – No. 5

REMEMBER THE OBJECTIVES:

1. *Flight Progress Strips*
2. *R/T Phraseology*
3. *Clearances, Instructions, Information*
4. *Separation*
5. *Attitude*

1. **Set the trainee at ease.**
2. **Ask for the trainee's opinion.**

– nije bila teška, kršan uvježbala separaciju, prilično puno je letjelica VFR

3. **Discuss trainee's strengths.**

1. *Flight Progress Strips* dobro vodi strpove i pita po potrebi
2. *R/T Phraseology* – usvojen
3. *Clearances, Instructions, Information*
4. *Separation* – dobro sljedeći, razdvojen na odlučnu TT
5. *Attitude*

4. **Discuss the trainee's weaknesses.**

1. *Flight Progress Strips*
2. *R/T Phraseology* – manje greške (status radnje, zatvaranje, skraćen)
3. *Clearances, Instructions, Information* – koncentracija (VFR često na TOFF 25 min)
4. *Separation.*
5. *Attitude*

5. **Review main points and discuss remedial action.**

– ponoviti da pilot prvo RV pa onda ZT

6. **Indicate level achieved.**

	X
Easily achieved	
Achieved	X
Partialy achieved	
Not achieved	

7. **Allow questions.**
8. **End on an encouraging note!**

– uvježba dobro odrađena, popraviti na koncentraciji (zamisliti učenog da se odradi postupak)

Valid from: 01.03.2012. Rev:01

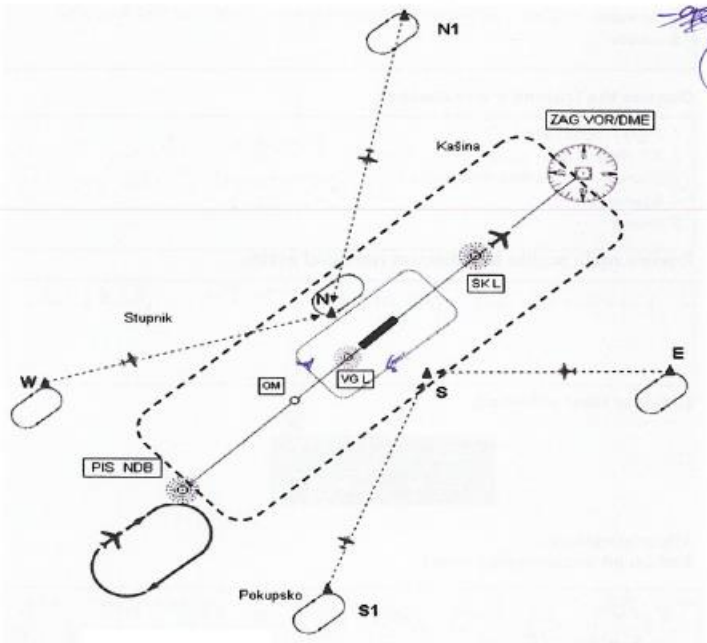
Form: APSL-1

HUSK – DEBRIEFING

Appendix – detailed analysis of exercise – aircraft by aircraft

	ACFT	DI	ST	TX	CLR	T/L(TGL/LA)	RV	TFC/WT	OTHER
1	9A DAS	✓				L ✓ (17)		exp. Wxrt. →	
2	CTN 416	✓	✓	✓	✓	T ✓ (08)			120.7 ✓
3	CAT OG	✓				L radar		LA ✓	ATC ✓ (21)
4	9A DBR	·	·	✓	✓	T ✓ (27)			RDR ✓
5	9A OEH	✓				L ✓ (24)		exp via C	RV (navo pilot)
6	9A DEF	✓				T ✓		follow NOE ✓	L ✓ (26)
7	SWR 452	OHV				L ✓ (18)	RV	navo pilot	RV navo pilot
8									

Any special occurrence description/drawing

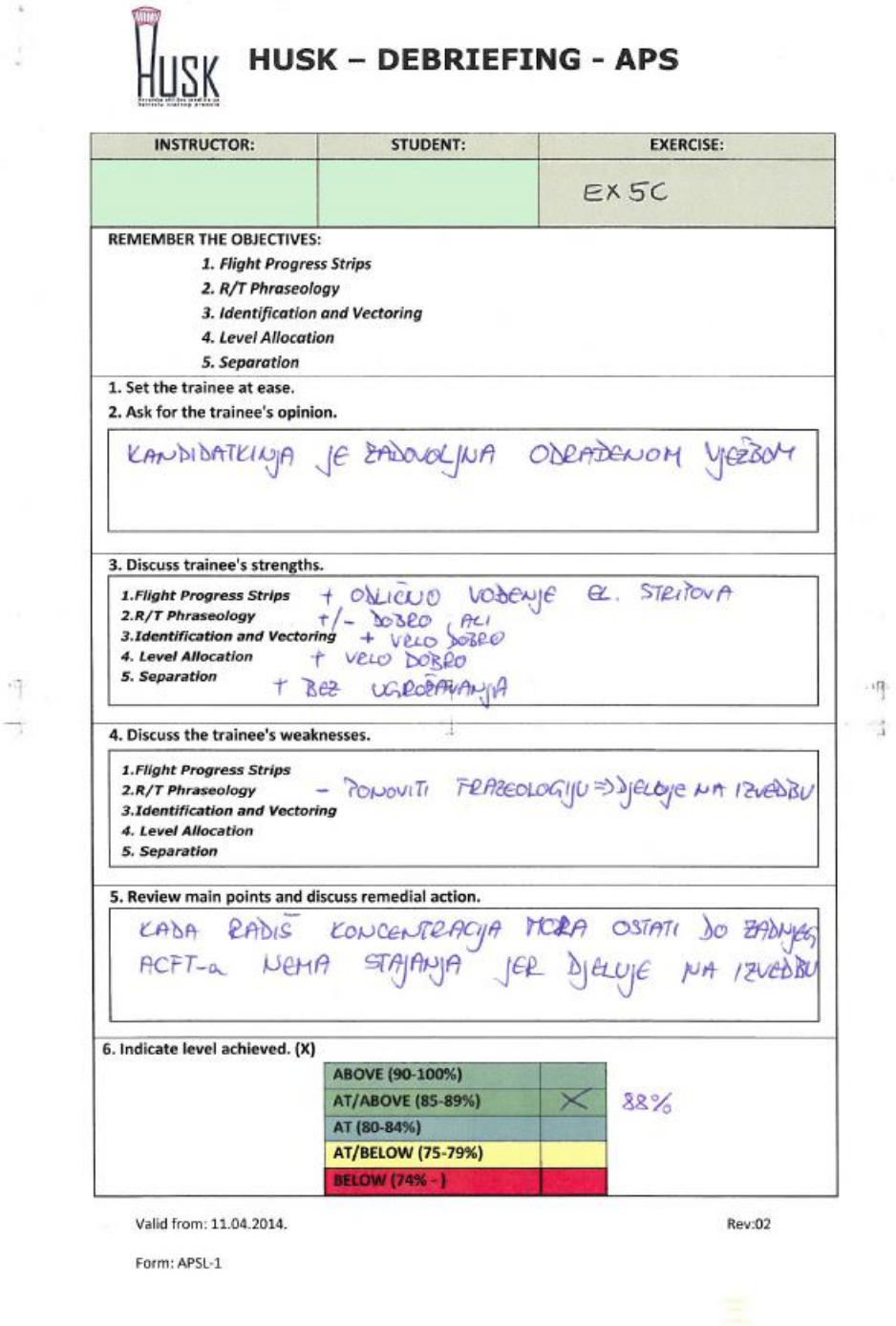


Date:
Signature:

Valid from: 01.03.2012. Rev:01

Form: APSL-1

Prilog 2. Obrazac za praćenje kandidata – prilazna kontrola zračnog prometa



HUSK – DEBRIEFING - APS

INSTRUCTOR:	STUDENT:	EXERCISE:
		EX 5C

REMEMBER THE OBJECTIVES:

1. *Flight Progress Strips*
2. *R/T Phraseology*
3. *Identification and Vectoring*
4. *Level Allocation*
5. *Separation*

1. Set the trainee at ease.
2. Ask for the trainee's opinion.

KANDIDATKINJA JE ZADOVOLJNA ODRAĐENOM VJEŽBOM

3. Discuss trainee's strengths.

1.Flight Progress Strips	+ ODLIČNO VOĐENJE EL. STRIPOVA
2.R/T Phraseology	+/- DOBRO, ALI
3.Identification and Vectoring	+ VELO DOBRO
4. Level Allocation	+ VELO DOBRO
5. Separation	+ BEZ UGROŽAVANJA

4. Discuss the trainee's weaknesses.

1.Flight Progress Strips	
2.R/T Phraseology	- PONOVITI FRAZEOLOGIJU ⇒ DJELUJE NA IZVEDBU
3.Identification and Vectoring	
4. Level Allocation	
5. Separation	

5. Review main points and discuss remedial action.

KADA RADIŠ KONCENTRACIJA MORA OSTATI DO ZADNJEG ACFT-a NEMA STAJANJA JER DJELUJE NA IZVEDBU

6. Indicate level achieved. (X)

ABOVE (90-100%)	
AT/ABOVE (85-89%)	X
AT (80-84%)	
AT/BELOW (75-79%)	
BELOW (74% -)	

88%

Valid from: 11.04.2014. Rev:02

Form: APSL-1

HUSK – DEBRIEFING - APS

7. Allow questions.

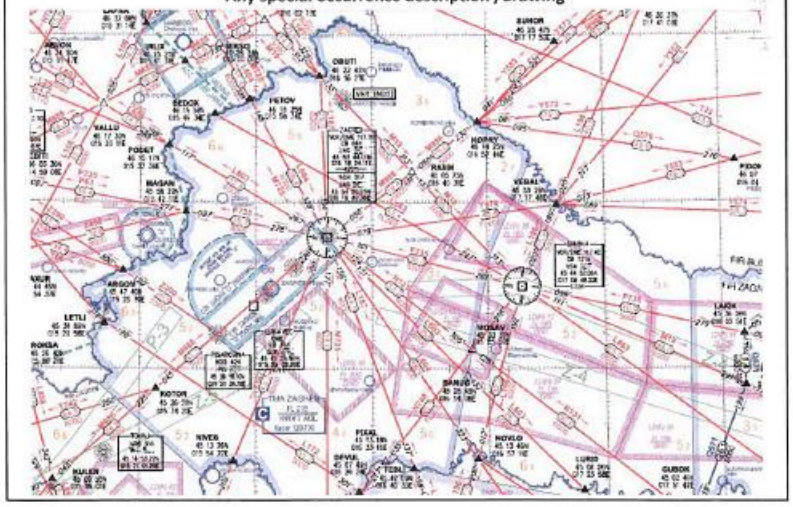
BEZ PITANJA

8. End on an encouraging note!

Detailed analysis of exercise – aircraft by aircraft

	ACFT	ID	CLRN	LEVEL A.	VECT.	FNL.APP	SPD	OTH
1	DLH 4300	+	+					
2	CTN 320	+	+					+
3	AUA 110	+	+/-			+ I		+
4	QTE 848	+	+			+ I		+
5	9A WED	+						+
6	CTN 664	+	+					
7	CTN 345	+	+/-			+ I		
8	CTN 671	+	+			+ I		+

Any special occurrence description /drawing



Date:_____ Signature _____

Valid from: 11.04.2014. Rev:02

Form: APSL-1

POPIS SLIKA

Slika 1. Čimbenici koji utječu na čovjeka [3] 3
Slika 2. Najčešći uzroci nesreća i incidenata [5] 5
Slika 3. SHELL model [7] 6
Slika 4. Klasifikacija ljudskih pogrešaka [5] 9
Slika 5. Okolnosti koje dovode do pogrešaka u kontroli zračnog prometa [5] 12
Slika 6. Model švicarskog sira [12] 16
Slika 7. Kultura sigurnosti [18] 20
Slika 8. Short Term Conflict Alert [21] 22
Slika 9. Area Proximity Warning [25] 23
Slika 10. Minimum Safe Altitude Warning [28] 24
Slika 11. Approach Path Monitor [30] 25
Slika 12. Airborne Collision Avoidance System [23] 27
Slika 13. Airborne Collision Avoidance System prikaznik [31] 27
Slika 14. Zaštićeni prostor oko zrakoplova opremljenog ACAS II sustavom [33] 28
Slika 15. Načelo rada GPWS sustava [36] 29
Slika 16. Učestalost pogrešaka u prvoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 32
Slika 17. Učestalost pogrešaka u drugoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 33
Slika 18. Učestalost pogrešaka u trećoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 34
Slika 19. Učestalost pogrešaka u četvrtoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 35
Slika 20. Učestalost pogrešaka u petoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 36
Slika 21. Učestalost pogrešaka u šestoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 37
Slika 22. Učestalost pogrešaka u ispitnoj vježbi aerodromske kontrole zračnog prometa 38
Slika 23. Ukupna učestalost pogrešaka u vježbama aerodromske kontrole zračnog prometa 40
Slika 24. Učestalost pogrešaka u prvoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 41
Slika 25. Učestalost pogrešaka u drugoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 42
Slika 26. Učestalost pogrešaka u trećoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 43
Slika 27. Učestalost pogrešaka u četvrtoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 44
Slika 28. Učestalost pogrešaka u petoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 45
Slika 29. Učestalost pogrešaka u šestoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 46
Slika 30. Učestalost pogrešaka u ispitnoj vježbi prilazne kontrole zračnog prometa 47
Slika 31. Ukupna učestalost pogrešaka u vježbama prilazne kontrole zračnog prometa 49

POPIS TABLICA

Tablica 1. Točan broj pojedinih pogrešaka napravljenih u vježbama aerodromske kontrole zračnog prometa.……..…....39
Tablica 2. Točan broj pojedinih pogrešaka napravljenih u vježbama prilazne kontrole zračnog prometa.……..……...….48

METAPODACI

Naslov rada: Analiza ljudske pogreške u kontroli zračnog prometa

Student: Andrej Pakšec

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Naslov na drugom jeziku (engleski): Analysis of human error in air traffic control

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Anita Domitrović predsjednik
- doc. dr. sc. Biljana Juričić mentor
- v. pred. Ivana Francetić član
- izv. prof. dr. sc. Doris Novak zamjena

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

Zavod: Zavod za aeronautiku

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Aeronautika

Datum obrane završnog rada: 07.03.2017.

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 ljudske pogreške u kontroli zračnog prometa**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 24.2.2017

(potpis)