

Usporedba vjernosti vizualnih orijentira sa simbolima prikazanim na navigacijskoj karti

Marijanović, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:119:784937>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

USPOREDBA VJERNOSTI VIZUALNIH ORIJENTIRA SA SIMBOLIMA NA
NAVIGACIJSKOJ KARTI

COMPARISON BETWEEN VISUAL LANDMARKS AND THEIR REPRESENTATION ON
NAVIGATION CHART

Mentor: dr.sc. Petar Andrašić

Student: Lovro Marijanović

JMBAG: 0135261355

Zagreb, rujan 2024

USPOREDBA VJERNOSTI VIZUALNIH ORIJENTIRA SA SIMBOLIMA NA NAVIGACIJSKOJ KARTI

SAŽETAK:

Zrakoplovni svijet oduvijek je težio povećanju sigurnosti i preciznosti letova. Ta težnja dovela je do izrade navigacijskih karata, s pomoću kojih su piloti mogli provoditi precizne navigacijske letove. Iako je tehnologija napredovala, karte su ostale neizostavna oprema u pilotskoj kabini. Uzimajući u obzir ključnu ulogu orijentira u osiguravanju ponajprije sigurnih, a zatim preciznih i ugodnih letova, ovaj rad detaljno analizira usklađenost prikaza orijentira na kartama s njihovim stvarnim karakteristikama u zračnom prostoru. Za provedbu istraživanja i prikupljanje fotografija bilo je potrebno izvesti let iznad orijentira. Let je proveden na zrakoplovu PC-9M Hrvatskog ratnog zrakoplovstva. Provedena je fotografska analiza prikupljenih materijala i prikaza odabranih orijentira s prikazima njihovih simbola na VFR karti hrvatske u zračnom prostoru grada Zadra. Kroz ovu analizu, rad istražuje potencijalne ugroze mjera sigurnosti i preciznosti u zrakoplovnoj navigaciji.

KLJUČNE RIJEČI: VFR, navigacija, projekcija, VFR karta, orijentir

COMPARISON BETWEEN VISUAL LANDMARKS AND THEIR REPRESENTATION ON NAVIGATION CHART

SUMMARY:

The aviation world has always aimed to increase flight safety and precision. This aspiration led to the creation of navigation charts, enabling pilots to conduct precise navigation flights. Although technology has advanced, charts have remained an essential tool in the cockpit. Considering the crucial role of landmarks in ensuring safe, precise, and comfortable flights, this paper thoroughly analyzes the compliance of the depiction of landmarks on charts with their actual characteristics in the airspace. To conduct the research and collect photographs, a flight above landmarks was necessary. The flight was carried out on the PC-9M aircraft of the Croatian Air Force. A photographic analysis of the collected materials and representations of selected landmarks with their symbols on the VFR chart of Croatia in the airspace of the city of Zadar was conducted. Through this analysis, the paper explores potential threats to safety and precision measures in aviation navigation.

KEY WORDS: VFR, navigation, projection, VFR chart, landmark

Zagreb, 14. svibnja 2024.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7738

Pristupnik: **Lovro Marijanović (0135261355)**
Studij: **Aeronautika**
Smjer: **Pilot**
Usmjerenje: **Vojni pilot**

Zadatak: **Usporedba vjernosti vizualnih orijentira sa simbolima prikazanim na navigacijskoj karti**

Opis zadatka:

Navesti tipove vođenja zrakoplovne navigacije.
Opisati projekcije i tipovi karata u zrakoplovstvu te definirati vrste i upotreba orijentira u zrakoplovnoj navigaciji.
Analizirati način prikaza orijentira na zrakoplovnim kartama.
Kategorizirati fotografije iz zraka i satelitskih snimki odabranih orijentira.
Usporediti i ocijeniti vjernost odabranih orijentira sa prikazima na navigacijskoj karti.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Petar Andrašić

Sadržaj

1. UVOD	1
2. Načini vođenja zrakoplovne navigacije	2
2.1 Vizualna navigacija	2
2.2 Instrumentalna navigacija.....	3
2.3 Računska navigacija	3
3. Projekcije i vrste karata u zrakoplovstvu.....	4
3.1 Zrakoplovna navigacijska karta	4
3.2 Vrste karata u zrakoplovstvu	4
3.3 Projekcije karata u zrakoplovstvu	5
<i>Gauss-Krügerova projekcija.....</i>	<i>5</i>
4. Vrste i upotreba orijentira u zrakoplovnoj navigaciji	6
4.1 Vrste orijentira.....	6
4.2 Način prikaza orijentira na zrakoplovnim kartama	7
5. Kategorizacija fotografija odabranih orijentira sa prikazom na navigacijskoj karti	13
6. Usporedba odabranih orijentira sa prikazima na navigacijskoj karti	18
6.1 Usporedba prikaza karakterističnih VFR točki.....	18
<i>Zaključak usporedbe karakterističnih VFR točaka</i>	<i>22</i>
6.2. Usporedba prikaza odabranih orijentira	23
<i>Zaključak usporedbe odabranih orijentira.....</i>	<i>26</i>
7. Zaključak	28
Popis slika	29
Popis tablica	30
Bibliografija.....	31
Prilozi.....	31

1. UVOD

Ovaj rad analizira i uspoređuje karakteristike, označavanje i određivanje položaja odabranih orijentira i VFR točki na karti sa njihovim stvarnim karakteristikama, izgledom i položajem u prirodi. Potreba za ovom usporedbom proizlazi iz potrebe za vođenjem točne opće i detaljne orijentacije tijekom vizualnih navigacijskih letova. U radu je jasno naglašena potreba za točnije i opsežnije ucrtavanje objekata i značajnih točki. Nedostatak preciznosti i opsežnosti u izradi navigacijske karte može za posljedicu imati povećanje radnog opterećenja kontrolora leta i pilota što predstavlja ozbiljan sigurnosni rizik

U prvom dijelu rada pojašnjeni su osnovni koncepti zrakoplovne navigacije kako bi stvorili temelj razumijevanja o ovoj disciplini. Navigacija je od ključne važnosti za sigurnost i preciznost letova. Zato su pobliže objašnjene vizualna, računska i instrumentalna navigacija. Drugi dio uključuje pojašnjenje različitih vrsta karata, kartografske projekcije i karakteristike karte. Proučava se kako kartografske projekcije omogućavaju prikaz sferne površine Zemlje na ravnoj karti te kako su te karte ključne za pripremu letova i navigacijske proračune. Također razmatraju se neki od osnovnih elementa karte i njihovu važnost u zrakoplovnoj navigaciji. U trećem dijelu detaljnije je objašnjen koncept orijentira i njihova neizostavna ulogu u procesu vizualne navigacije u zrakoplovstvu. Orijentiri predstavljaju karakteristične referentne točke ili objekte u okolini zrakoplova koje pilot koristi kako bi se orijentirao i uspješno pratio svoju rutu leta. Zatim je analiziran prikaz karakterističnih VFR točaka i odabranih orijentira u zračnom prostoru Zadra.

2. Načini vođenja zrakoplovne navigacije

Kako je definirano u knjizi: D. Novak, Zrakoplovna računska navigacija, Zagreb, 2012.

„Zrakoplovna navigacija je znanstvena disciplina koja s teorijskog i praktičnog stajališta proučava i primjenjuje metode pripreme leta, određivanja pozicija te vođenja zrakoplova tijekom leta od jedne poznate pozicije do druge poznate pozicije na zemljinoj površini u prostorno-vremenskoj dimenziji.“ [1]

Zrakoplovna navigacija može se podijeliti na dvije općenite vrste vođenja navigacije odnosno primjene navigacijskih metoda, ako se u razmatranje uzme način prikupljanja informacija izvan zrakoplova radi određivanja točne pozicije. Vizualna navigacija i računska navigacija. [1].

2.1 Vizualna navigacija

Metoda koja se temelji se na principu određivanja položaja zrakoplova vizualnim pregledom okolnog reljefa i identifikacijom orijentira u okolini, te usporedba istog s prikazom na navigacijskoj karti (slika 1.). Najčešće se koristi kod manjih i sporijih zrakoplova koji lete na nižim visinama. Za uspješan let vizualnom navigacijom potrebno je proučiti rutu, označiti orijentire i rutu na karti [1].

Kako bi se let mogao smatrati letom u vizualnim uvjetima, potrebno je da zadovolji sljedeće uvjete. Let mora zadovoljiti da zrakoplov leti u uvjetima vidljivosti i udaljenosti od oblaka kako je propisano u tablici 1. Pilot tijekom leta mora imati konstantan vizualni kontakt sa tlom. [2]

Tablica 1. Minimumi vidljivosti i udaljenosti od oblaka [2]

Visinski pojas	Klasa zračnog prostora	Vidljivost	Udaljenost od oblaka
Na i iznad visine 3050 m (10 000 ft) iznad razine mora	A, B, C, D, E, F, G	8 km	1500m horizontalno 300m (1000ft) vertikalno
Ispod 3050 m (10 000ft) i iznad 900m (3000ft) iznad razine mora. Ili 300m (1000ft) iznad terena, što je više.	A, B, C, D, E, F, G	5 km	1500m horizontalno 300m (1000ft) vertikalno
Na i ispod 900m (3000ft) iznad razine mora, ili 300m (1000ft) iznad terena, što je više	A, B, C, D, E	5 km	1500m horizontalno 300m (1000ft) vertikalno
	F, G	5 km	Bez oblaka i s vizualnim kontaktom s tlom

2.2 Instrumentalna navigacija

Određivanje pozicije zrakoplova obavlja se prikupljanjem informacija iz radionavigacijskih sredstava s zemlje, zrakoplova i iz svemira. Tako prikupljene informacije obrađuju se u računalima zrakoplova te se prikazuju na instrumentima i prikaznicima u zrakoplovu (slika 1.). Letovi koji se provode instrumentalnom navigacijom su najčešće oni na velikim visinama, u lošim meteorološkim uvjetima, kada je vidljivost smanjena i preoceanski letovi. Instrumentalna navigacija ne isključuje činjenicu da pilot mora savladati i detaljno poznavati vođenje vizualne navigacije [1].

2.3 Računska navigacija

Računska navigacija je zajednički segment vizualne i instrumentalne navigacije određivanjem zadnje poznate pozicije zrakoplova u letu kao što prikazuje slika 1. Iako se vizualna navigacija temelji na postupcima orijentacije u prostoru, a instrumentalna navigacija na osnovu parametara prikazanih na instrumentima. Računsku navigaciju u vizualnoj navigaciji provodi pilot, prije i tijekom leta. U instrumentalnoj navigaciji to provode računala zrakoplova [1].



Slika 1 - Principi primjena navigacijskih metoda za pojedine vrste [1]

3. Projekcije i vrste karata u zrakoplovstvu

Projekcija je način prenošenja sferne površine zemlje na ravnu plohu. Taj prikaz na ravnoj plohi naziva se karta.

3.1 Zrakoplovna navigacijska karta

Kako je definirano od strane Međunarodne kartografske udruge:

„Karta je simbolizirani prikaz geografske stvarnosti koji predstavlja odabrane značajke ili karakteristike, rezultat kreativnog truda njezinog autora u provedbi odabira, i namijenjena je upotrebi kada su prostorne relacije od primarne važnosti“ [3].

U zrakoplovnoj navigaciji karte imaju veliko značenje i nužne su za pripremu leta, navigacijske proračune i orijentaciju tijekom leta. Karta nije jedinstven crtež i ne prikazuje Zemljinu površinu kao što je u stvarnosti, sfera. Taj prikaz poznat je kao globus. Ona je model prikaza površine dobiven matematičkim zakonitostima, te prikaze nazivamo projekcijama.

Osnovni elementi karte su: mjerilo, projekcija, sadržaj i geografski nazivi. Osnovna svojstva koje treba zadovoljiti idealna zrakoplovna karta su:

- Ucrtani svi geografski elementi koji služe ili mogu poslužiti u orijentaciji
- Svi objekti jasno naznačeni
- Mjerilo karte jednako u svim njenim dijelovima
- Vjernost oblika na Zemlji u granicama mjerila karte sačuvana
- Svi kutovi na karti točni i jednaki kutovima na Zemlji
- Ortodroma i loksodroma približno ravne ili ravne linije. [1]

3.2 Vrste karata u zrakoplovstvu

U zrakoplovstvu se koriste različite vrste karata koje su prilagođene potrebama letenja i navigaciji zrakoplova. Ove karte su posebno dizajnirane kako bi pružile informacije pilotima za sigurno upravljanje letom. Neke od ključnih vrsta karata koje se koriste u zrakoplovstvu su:

1. Topografske karte; pružaju detaljan prikaz zemljišta, uključujući reljef, vodene putove, naselja i druge geografske značajke. Piloti koriste topografske karte za navigaciju iznad kopnenih površina.
2. Navigacijske karte (VFR¹ karte); ove karte su posebno dizajnirane za vizualno letenje. One sadrže informacije o zračnim prostorima, aerodromima, navigacijskim točkama, granicama zračnih prostora i ostalim bitnim informacijama za siguran let bez oslanjanja na instrumente.
3. IFR² karte; koriste se za letenje s pomoću instrumenata. Sadrže informacije o procedurama za uzlijetanje i slijetanje, putanjama leta, visini leta, radio-navigacijskim sredstvima i drugim detaljima potrebnim za siguran let.

¹ VFR- Visual Flight Rules, vizualno letenje

² IFR- Instrument Flight Rules, letenje koristeći instrumente

Ostale karte koje služe pilotu u provođen letova na siguran i efikasan način su: meteorološke karte, SID³ i STAR⁴ kartice.

3.3 Projekcije karata u zrakoplovstvu

Sve zrakoplovne karte izrađene su u jednoj od 3 osnovne projekcije kartografske mreže: cilindričnoj, konusnoj ili horizontskoj. Navedene projekcije kasnijim dorađivanjem, dopunjavanjem i izmjenama stvaraju nove modelirane projekcije. Konstruirane su tako da maksimalno iskorištavaju osobine najpotrebnije za namjenu karte.

U zrakoplovstvu su najpoznatije: Mercatorova cilindrična projekcija, Mercatorova kosa projekcija, Lambertova konusna projekcija, Gauss-Krügerova projekcija. Za potrebe ovog rada поближе će biti objašnjena Gauss-Krügerova projekcija.

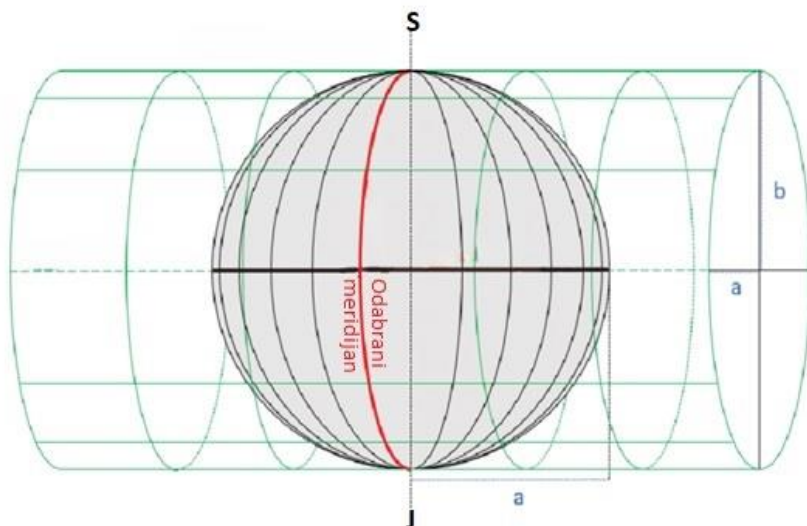
Gauss-Krügerova projekcija

Gauss-Krügerova, (eng. Transverse Mercator) projekcija je vrsta Mercatorove konformne poprečne cilindrične projekcije u kojoj se elipsoid preslikava u ravninu tako da se srednji meridijan zadanog područja preslikava kao pravac i služi kao os x pravokutnog koordinatnog sustava u ravnini (slika 2.), a preslikava se u pravoj duljini ili je linearno mjerilo duž njega konstantno [1]. Meridijani i paralele se preslikavaju kao zakrivljene linije koje se sijeku pod pravim kutom, položaj svake točke u koordinatnom sustavu određen je pravokutnim koordinatama X i Y. Ni u jednoj drugoj projekciji nije moguće manjim brojem koordinatnih sustava obuhvatiti čitavu površinu Zemlje, potpuna je jednoobraznost svih računanja neovisno od koordinatnog sustava. Zbog toga oko 80% zemalja u svijetu koristi ovu projekciju kao službenu za izradu karata [4]. Loksodroma prikazana na karti ovom projekcijom nije ravna linija, što nije prikladno za ucrtavanje ruta leta. Teritorij Republike Hrvatske preslikava se dvama cilindrima položenima na 15 i 18 meridijanu, time se dobiva na točnosti i vjernosti prikaza površine. Stoga se u uvećanom mjerilu npr. 1:500 000 loksodroma prikazuje kao približno ravna linija što je pogodno za ucrtavanje i izradu ruta leta.

Od 2010. službena projekcija u Republici Hrvatskoj je Gauss-Krügerova projekcija s jednim koordinatnim sustavom [1]. Ona se koristi za izradu; VFR karte s preporučenim VFR rutama za Hrvatsku, koju izdaje Hrvatska kontrola zračne plovodbe. Središnji meridijan definiran za tu projekciju je: 016°30`E, mjerilo karte je 1:500 000. Navedena karta dalje će se prikazivati u radu.

³ SID- Standard Instrument Departure

⁴ STAR-Standard Terminal Arrival Route



Slika 2- Gauss-Krügerova poprečna projekcija

4. Vrste i upotreba orijentira u zrakoplovnoj navigaciji

Općom orijentacijom smatramo sposobnost motrenja, razumijevanja i prepoznavanja karakterističnih orijentira kako bi odredili svoju poziciju u odnosu na njih i odredili smjer kretanja [1].

Orijentiri su svi prirodni i umjetni objekti na zemljinoj površini koji su kartografski obrađeni [1]. Određeni uvjeti koje orijentir mora ispunjavati kako bi ga se moglo koristiti u zrakoplovnoj vizualnoj navigaciji jesu:

- Veličina, potrebno je da su uočljivi s većih udaljenosti, odnosno, dovoljno veliki da ih se pravovremeno uočava s obzirom na visinu i brzinu leta
- Karakterističan i nepromjenjiv izgled i oblik, kako ne bi došlo da zamjene istih
- Kontrast u odnosu na okolinu u zadanim godišnjim dobima
- Vertikalno protezanje odnosno „treća dimenzija“ zbog lakšeg uočavanja [1]

4.1 Vrste orijentira

Orijentire prema veličini i obliku dijelimo na: točkaste, dužinske i prostorne.

Točkastim orijentirima se smatraju značajne geografske i demografske odlike koje su relativno manjih dimenzija te se svojim oblikom i kontrastom značajno razlikuju od okolnog terena. Kao što su; naselja i gradovi, izdvojene kuće, markantna križanja, veći i/ili značajniji građevinski objekti, mostovi, brane i slično.

Dužinski orijentiri bi bili svi oni koji su u jednom smjeru dugački ,a u drugom uski. Oni se mogu pratiti duže vrijeme i/ili mogu poslužiti kao gruba procjena smjera u odnosu na strane svijeta; obale, dalekovodna mreža, prometna infrastruktura, rijeke, kanali, kanjoni i tome slično.

Prostorni orijentiri su lako uočljivi s velikih udaljenosti i većih visina, geografske i demografske odlike terena koje zauzimaju značajan dio vidljivog prostora, kao što su; otoci, veliki gradovi, planine i planinski lanci, jezera, mora, udoline i slično.

Odabir orijentira ovisi o visini i brzini leta, pa tako zrakoplov koji leti na većim visinama pri odabiru točkastog orijentira, zapravo uzima prostorni orijentir zrakoplova koji leti na nižim visinama. Odabir orijentira također treba uzimati u obzir; doba dana, godišnje doba, meteorološke uvjete, obilježje prostora, visinu i brzinu leta.






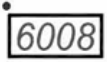

Svrha orijentira u zrakoplovnoj navigaciji jest pomoći pilotima da se lakše orijentiraju i snađu u zračnom prostoru. Dakle, prilikom izrade navigacijskog plana, možemo ih okarakterizirati kao: početna točka rute, završna točka rute, prekretni orijentir i kontrolni orijentir. Navigacijska ruta počinje s početnom točkom rute, a završava, završnom točkom rute, obje točke trebale bi se nalaziti u blizini aerodroma polijetanja odnosno slijetanja. Svaka etapa ima svoj prekretni orijentir iznad kojeg je potrebno zauzeti kurs, visinu i brzinu planiranu za sljedeću etapu, te se kontrolira vrijeme leta po ruti i provodi postupak detaljne orijentacije. Kontrolni orijentir služi za kontrolu leta po pravcu i daljini, iznad njega se provodi postupak detaljne orijentacije i sukladno tome određuju daljnji navigacijski postupci [1].

4.2 Način prikaza orijentira na zrakoplovnim kartama









Orijentiri se na kartama prikazuju kao grafički simboli ili oznake koje prikazuju određene značajke ili karakteristike u okolini. Koriste se karakteristični simboli kako bi se mogli identificirati na prvi pogled. Simboli se razlikuju ovisno o vrsti namjene karte, u ovom radu prikazivat će se simboli koji se koriste na VFR karti s preporučenim VFR rutama za Republiku Hrvatsku izdanu od strane Hrvatske kontrole zračnog prometa. U nastavku poglavlja prikazat će se karakteristični simboli.

Tablica 1. prikazuje geografske simbole, tablica 2. hidrografske simbole i tablica 3. demografske simbole koji se koriste za prikaz značajnih točaka u prostoru i ovdje su prikazani na karti. Prijevod naziva sa slike prati niz kojim su prikazani simboli, redom:

















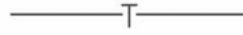
Tablica 2. Geografski simboli s karte

Geografske:	
Izohipsa	
Srednja izohipsa	
Litica	
Planinski prijelaz na visini prikazanoj od srednje razine mora	
Točka oznake visine od srednje razine mora	
Najviša točka od srednje razine mora u Hrvatskoj	
Nacionalni park	

Tablica 3. Hidrografske simboli s karte

Hidrografske:	
Linija obale	
Solana	
Velika rijeka	
Rijeka	
Mala rijeka	
Jezero	
Močvara	
Akvadukt	

Tablica 4. Demografski simboli s karte

Demografske:	
Veliki gradovi	
Gradovi, mjesta, sela	
Dvostruka autocesta s konektorima	
Dvostruka autocesta sa tunelom	
Autocesta	
Autocesta u izgradnji	
Primarna cesta	
Sekundarna cesta	
Cesta u izgradnji	
Most	
Tunel	
Pruga s jednim kolosijekom	
Pruga s dva ili više kolosijeka	
Željeznički most	
Željeznički tunel	
Linija dalekovoda	
Transmisijska linija	

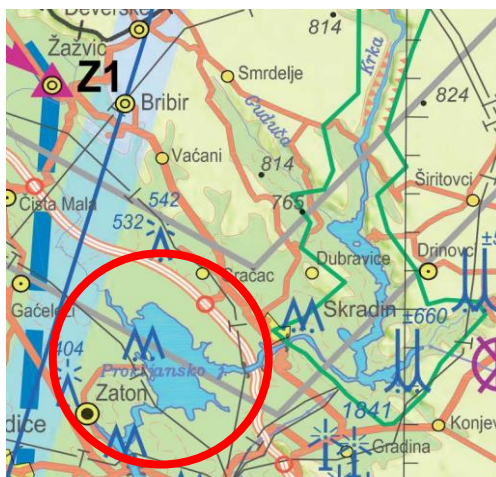
Neki od karakterističnih simbola koji se koriste za provođenje vizualne navigacije su:

- Gradovi i naselja; označavaju se specifičnim žutim oznakama u obliku tlocrta grada ili kruga, ovisno o broju stanovnika. Na ovoj karti nije određen broj stanovnika za svaku specifičnu oznaku, uobičajeno je da se na kartama koriste različiti simboli ovisno o broju stanovnika (tablica 4.). Tako se manja mjesta označavaju prikladnim okruglim simbolom od većih prema manjim, s lijeva na desno (tablica 4.), dok se veće urbane sredine označavaju iscrtavanjem površine u žutoj boji (slika 3.). Iscrtan površinski na slici predstavljen grad Požega dobar prostorni ili točkasti orijentir, ovisno o visini, oznaka većeg mjesta prikazuje mjesto Rešetari dobar točkasti orijentir kao i ostali. Sljedeća oznaka uz mjesto Brestovac i oznaka najmanjeg mjesta koje se prikazuje na karti je uz mjesto Bačin Dol.



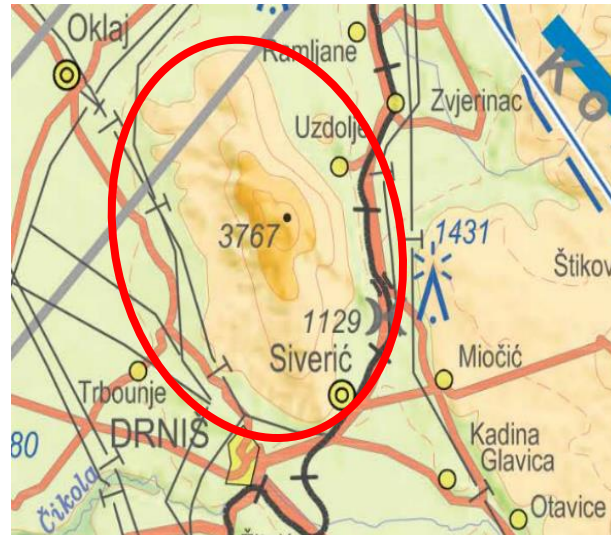
Slika 3. Oznaka gradova i naselja [5]

- Rijeke i vodene površine; označavaju se plavom bojom (tablica 2.), rijeke se iscrtavaju po svom toku, dok se veće vodene površine označavaju prostorno (slika 4.). Na slici prikazana je rijeka Krka (dužinski orijentir) koja se ulijeva u Prokljansko jezero. Idealan prostorni, odnosno točkasti orijentir ovisno o visini.



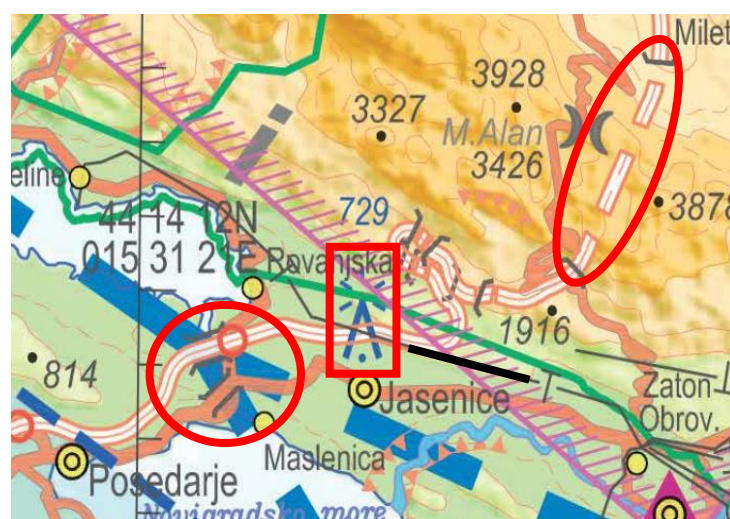
Slika 4. Prikaz Prokljanskog jezera i rijeke Krke [5]

- Planine i brda; se označavaju iscrtavanjem izohipsi između kojih je razmak 500ft i koje prate konturu reljefa i najviših vrhova (tablica 1.). Slika 5. prikazuje planinu Prominu koja može poslužiti kao prostorni odnosno točkasti orijentir ovisno o visini leta. Zelena boja koristi se za visine do 652ft, a nijanse smeđe koriste se za visine iznad 1313ft.



Slika 5. Oznaka planine Promine (3767ft) [5]












- Prometna infrastruktura; označava se crtama u karakterističnim bojama i dizajnima koje prate pružanje autocesta, državnih i lokalnih cesta i željezničkih pruga (tablica 3.). Mostovi i tuneli označavaju se crnom oznakom (tablica 3.) na prometnici kojoj pripadaju (slika 6.). Tako je krugom na slici 6. prikazan simbol mosta iznad Masleničkog kanala. Slika također prikazuje tunel sv. Rok, autocestu A1, te državne ceste u okolici. Crnom linijom uz oznaku T prikazan je dalekovod, a plava oznaka tornja, koja je dodatno naglašena pravokutnikom, prikazuje telekomunikacijski odašiljač signala.



Slika 6. Prikaz autoceste, državne ceste, mosta i tunela [5]

- Infrastruktura zračnog prometa (tablica 4.) kao što su aerodromi, radionavigacijska sredstva i karakteristične točke prikazat će se u tablici. Nove oznake:, VOR⁵, VOR/DME⁶, NDB⁷.

Tablica 5. Simboli infrastrukture zračnog prometa

Infrastruktura zračnog prometa:	
Zračna luka	 SPLIT/Kaštela LDSP 78FT 2550m
Združena civilno-vojna zračna luka	 ZAGREB/ Pleso LDZA 353FT 3252m
Manja zračna luka	 SINJ/Sinj LDSS 979FT 1026m
Zatvorena morska zračna luka	 SPLIT/Resnik LDSR
Zatvorena ili napuštena zračna luka	 UDBINA
Heliodrom	 FIRULE 108FT
Naftna platforma	 ±221 ANAMARIJA-A 135FT
Čvrsta uzletno-sletna staza	
Nepopločena uzletno-sletna staza	
VOR	
VOR/DME	
DME	

⁵ VOR- Very high Frequency Omnidirectional Range System

⁶ VOR/DME- zajedničko mjesto VOR i DME (Distance Measuring Equipment) sredstva

⁷ NDB- Non-Directional Radio Beacon

5. Kategorizacija fotografija odabranih orijentira sa prikazom na navigacijskoj karti

U ovom poglavlju fotografije prikupljene tijekom leta će se analizirati i kategorizirati prema kriterijima koji su kasnije navedeni. Za izradu ovog završnog rada bilo je potrebno organizirati i provesti let prilikom kojega su prikupljene potrebne fotografije. Let je odrađen na avionu PC-9M, koji je organiziran i proveden u koordinaciji s 392. eskadrilom aviona 93. krila Hrvatskog ratnog zrakoplovstva (kasnije u tekstu „HRZ“). Let je proveden na visinama od 1000 ft do 3500 ft u zračnom prostoru TMA⁸ Zadar i CTR⁹ Zadar (kasnije u tekstu „zračni prostor“). Vrijeme polijetanja je bilo 09:10 po lokalnom vremenu, vrijeme je bilo sunčano, ali zbog manjka vjetera vidljivost je bila manja od očekivane. Fotografije su snimljene iz stražnje kabine zrakoplova, višenamjenskom sportskom kamerom proizvođača GoPro, model Hero 5, tijekom preleta odabranih orijentira i VFR točaka. Prilikom odabira rute i orijentira glavni kriterij je bio da su orijentiri lako uočljivi iz zrakoplova te da se uz to često koriste u provedbi letova navigacije u obuci vojnih pilota. Na posljetku najvažnije je bilo da najbolje iskoristimo vrijeme leta koje je bilo na raspolaganju. Iz tog razloga nisu obrađene karakteristične VFR točke O2 i S4.

Način odabira orijentira koji se u tekstu spominju kao „odabrani orijentiri“ bio je da su lako uočljivi iz zrakoplova, da se ističu u svom krajoliku, da se nalaze na najčešćim rutama koje se koriste za uvježbavanje i obuku pilota HRZ-a, neki od odabranih orijentira su od velikog značaja za provedbu letova HRZ-a zbog česte upotrebe, služe kao ulazne točke prema EP¹⁰ ili su dio trenažnih zona te će se u tekstu opisivati kao „značajne“ točke. Generalna avijacija ne koristi nužno iste orijentire sa jednakom svrhom zbog toga će rad pokriti važnost ovih orijentira za provođenje obuke vojnih pilota. Iako se ne može isključiti potreba za istima u generalnoj avijaciji.

Slika 7. u nastavku prikazuje rutu leta, smjer polijetanja bio je 13 iz zračne luke Zadar (označeno crvenom strelicom), smjer jugoistok. Redoslijed fotografiranja orijentira ne prati redoslijed kojim su fotografije kasnije u radu obrađene zbog praktičnosti organizacije rada. Crnim krugovima na karti su označene VFR točke i odabrani orijentiri.

U tablici 5. tekstualno su prikazane VFR točke i odabrani orijentiri, uz naziv stoji kratki opis. Opširniji opis i analiza nalaze se u poglavlju 6. „Usporedba odabranih orijentira sa prikazima na navigacijskoj karti“ u tablici 7. i u tablici 9. Fotografije snimljene tijekom leta i isječak sa karte prikazat će se u prilogu, a za primjer je dana vizualna usporedba orijentira 1. i 2. u tablici 6.

⁸ TMA- Terminal Control Area

⁹ CTR- Control Zone

¹⁰ EP- Entry Point



Slika 7. Ruta leta [5]

Tablica 6. Popis orijentira

Redni broj	Naziv orijentira	Opis orijentira
1.	E4	Karakteristična VFR točka (44 05 11N, 015 31 57E)
2.	Z1	Karakteristična VFR točka, naselje Žažvić (43 55 46N, 015 48 08E)
3.	W3	Karakteristična VFR točka, naselje Prvić Šepurine (43 44 03N, 015 47 11E)
4.	P2	Karakteristična VFR točka, grad Pirovac (43 48 57N, 015 40 05E)
5.	K2	Karakteristična VFR točka, otok Kornati (43 49 40N, 015 18 04E)
6.	W2	Karakteristična VFR točka, naselje Preko (44 03 40N, 015 11 47E)
7.	R1	Karakteristična VFR točka, naselje Rivanj na o. Rivanj (44 09 18N, 015 02 04E)
8.	V1	Karakteristična VFR točka, grad Vir (43 18 07N, 015 05 03E)
9.	N6	Karakteristična VFR točka naselje Ražanac (44 16 55N, 015 20 51E)
10.	Grad Benkovac	Grad između E4 i Z1, s pripadajućom željezničkom postajom i vojarnom, Lako uočljiv točkasti orijentir
11.	Mačkov kamen	Lako uočljiv točkasti orijentir za navigaciju na malim visinama
12.	Naplatna postaja „Pirovac“	Lako uočljiv točkasti orijentir, pogodan za noćnu navigaciju
13.	Most, Čista Mala	Lako uočljiv točkasti orijentir, iznad kanjona na A1 nakon izlaza „Pirovac“
14.	Prokijansko jezero	Lako uočljiv točkasti, odnosno prostorni orijentir iza Grada Šibenika
15.	Šibenski Most	Lako uočljiv točkasti orijentir iznad rijeke Krke
16.	Otok Vrgada	Lako uočljiv točkasti orijentir južno od o.Pašman
17.	Otok Žut	Markantan prostorni orijentir između o.Pašman i o. Kornati
18.	Otok Levrnaka	Lako uočljiv točkasti orijentir uz K2
19.	Sali	Značajna točka zračnog prostora Zadra, NDB SAL421, lako uočljiv točkasti orijentir
20.	Otok Sestrunj	Lako uočljiv prostorni orijentir uz R1
21.	Most Vir	Lako uočljiv točkasti orijentir koji spaja o. Vir s kopnom
22.	Paški most	Značajan točkasti orijentir koji spaja o. Pag s kopnom
23.	Sukošan	Značajna točka za generalnu avijaciju, lako uočljiv točkasti orijentir
24.	Diklo	Zadarsko naselje, značajna točka za generalnu avijaciju

Tablica 7. Prikaz orijentira za vizualnu usporedbu

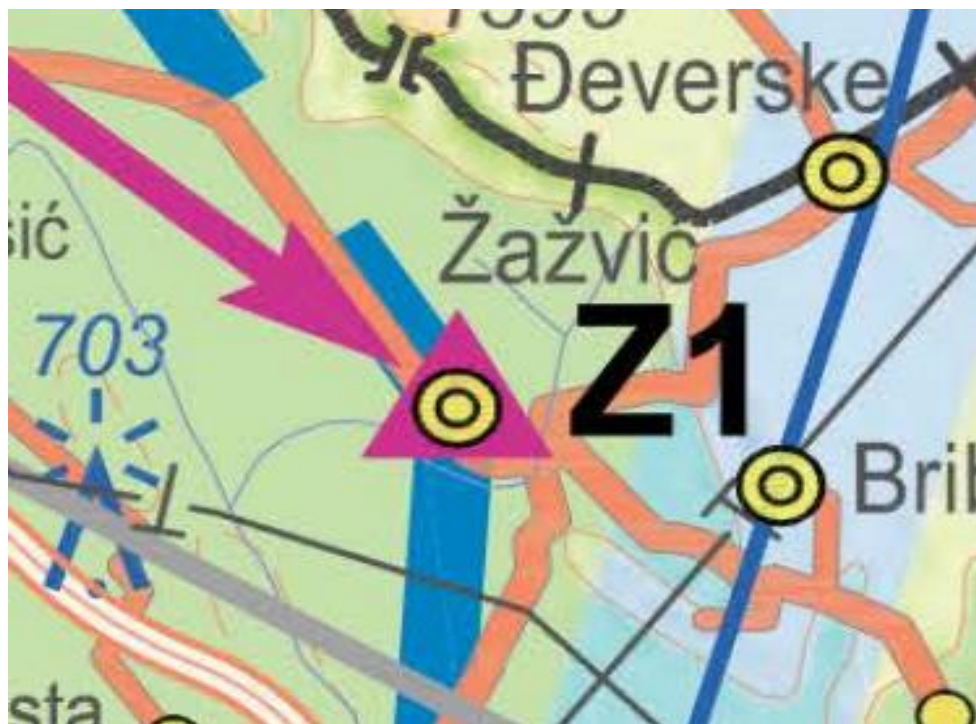
1.



Slika 8. Prikaz karakteristične VFR točke E4

Slika 9 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka E4, označeno crveno

2.



Slika 10. Prikaz karakteristične VFR točke Z1



Slika 11 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka Z1, označeno crveno

6. Usporedba odabranih orijentira sa prikazima na navigacijskoj karti

U prijašnjem poglavlju prikazane su fotografije skupljene za vrijeme leta, uz njih prikazan je isječak s karte koji odgovara njihovom položaju.

Ovo poglavlje pobliže će pojasniti svaku od usporedba fotografija. Usporedba je subjektivna i osim kriterija za ocjenjivanje uzima u obzir i subjektivan dojam tijekom leta. Svaki pilot izabrat će orijentir za svoj navigacijski let po vlastitom nahođenju, odnosno sam će odrediti važnost orijentira i izabrat će sebi lakše uočljive. Kriteriji po kojima će se zaključivati kvaliteta vjernosti prikazanih orijentira su:

1. prikaz na karti
2. pravilnost prikaza na karti s obzirom na oblik orijentira
3. uočljivost orijentira tijekom leta
4. mogućnost preciznog određivanja pozicije izabranog orijentira s obzirom na prikaz na karti
5. vidljivost orijentira s obzirom na doba dana (pokrivenost prostora umjetnom rasvjetom)

Usporedba također uzima u obzir visinu leta na kojoj su fotografije snimljene. Odabir orijentira i uočljivost istog uzimaju u obzir visinu na kojoj se navigacijski let provodi. Ova usporedba zato neće moći poslužiti kao kriterij kvalitete prikaza orijentira za letove na većim visinama.

Parovi slika dalje u tekstu i u prilogu prikazivat će se pod svojim rednim brojem, jednakim kao u tablici 6.

6.1 Usporedba prikaza karakterističnih VFR točki

Karakteristične VFR točke zasebno će se obrađivati (tablica 7.) jer su unaprijed određene u zračnom prostoru i opisane su koordinatama WGS-84. Iako su definirane kao točke za vizualnu navigaciju, one imaju ključnu ulogu u olakšavanju orijentacije u zračnom prostoru Zadra. Ove točke često služe kao glavni orijentiri za pilote tijekom letova, omogućavajući im precizno praćenje i pozicioniranje u zračnom prostoru. Navigacija koristeći VFR točke pomaže pilotima održavati sigurnost i preciznost u letenju te doprinosi učinkovitijem upravljanju zračnim prometom.

Tablica 8. Usporedba VFR točaka

Redni broj	Prikaz na karti	Pravilnost prikaza na karti s obzirom na oblik orijentira	Uočljivost orijentira tijekom leta	Mogućnost preciznog određivanja pozicije izabranog orijentira s obzirom na prikaz na karti	Vidljivost orijentira s obzirom na doba dana
1.	+	Ne može se odrediti.	Ukoliko pilot nije unaprijed upoznat sa područjem u kojem se nalazi točka, neće biti u mogućnosti odrediti točnu poziciju.	Moguće je grubo određivanje pozicije točke. Oznaka na karti zauzima veliko područje koje nema lako uočljivih objekata u okolici ucrtanih na karti.	Orijentir nije vidljiv noću.
2.	+	Ne može se odrediti.	Točka je integrirana u naselje koje je lako uočljivo, zbog infrastrukture cesta jugoistočno u blizini mjesta i reljefa terena.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno. Uz prethodnu pripremu.	Orijentir je vidljiv noću.
3.	+	Ne može se odrediti.	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta, izdvojeno otočno naselje Šepurine na o. Prvić na obali u blizini grada Vodice.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
4.	+	Ne može se odrediti.	Orijentir je integriran u naselje Pirovac na obali s karakterističnim zaljevom. Na južnoj strani u blizini Vranskog jezera	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.

5.	+	Ne može se odrediti.	Ukoliko pilot nije upoznat sa pozicijom točke, neće je moći uočiti tijekom leta.	S obzirom na prikaz na karti, određivanje precizne pozicije je gotovo ne moguće, zbog nedostatka lako uočljivih objekata koji su ucrtani na karti.	Orijentir nije vidljiv noću.
6.	+	Ne može se odrediti.	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta, pristanište za trajekte, između mjesta Preko i mjesta Kali na o. Ugljanu	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
7.	+	Ne može se odrediti.	Otok između o.Sestrunj i o.Ugljan, jedino naselje na zapadnoj strani otoka koje je lako uočljivo.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je slabo vidljiv noću.
8.	+	Ne može se odrediti.	Lako uočljivi orijentir, točka je integrirana u jedino naselje na otoku Viru	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
9.	+	Ne može se odrediti.	Lako uočljiv orijentir, integriran u naselje karakteristične okoline. Sa sjeverne strane kamenjari, a s južne strane pašnjaci i livade. Preko puta kanala nalazi se mjesto Starigrad i Nacionalni park Paklenica	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno. Uz prethodnu pripremu	Orijentir je vidljiv noću.

Simbol + i -; označuju pozitivan ili negativan odgovor u stupcu prikaz na karti.

U nastavku teksta prikazani su rezultati usporedbe iz tablice 7.

Zaključak usporedbe karakterističnih VFR točaka

VFR točke u zračnom prostoru imaju ključnu ulogu u olakšavanju vizualne navigacije tijekom leta. Međutim, kao što je prikazano u tablici 7., nije svaka VFR točka jednako korisna kao orijentir. Orijentiri poput 1. i 5. izdvajaju se kao primjeri gdje nedostatak značajnih objekata u njihovoj okolini čini njihovo prepoznavanje tijekom leta izazovnim, pa čak i nemogućim. Brojčano prikazani rezultati usporedbe nalaze se u tablici 8.

Rezultati usporedbe:

Tablica 9. Rezultati usporedbe karakterističnih VFR točaka

	Ukupan broj orijentira	Broj pozitivno ocjenjenih orijentira prema zadanom kriteriju	Postotak
Broj prikazanih orijentira na karti	9	9	100%
Broj lako uočljivih orijentira	9	7	77%
Broj orijentira s mogućnošću preciznog pozicioniranja	9	7	77%
Broj orijentira vidljiv noću	9	6	66%

Osim toga što je orijentir 1. teško, gotovo i nemoguće za identificirati posljedično tome i točno odrediti njegov položaj. On služi kao fix kruga čekanja što dodatno ukazuje na potrebu za preciznim identificiranjem. Ukoliko pilot ne može odrediti točnu lokaciju točke, a kontrola leta ga uputi da se uključi u holding na toj točki, može doći do značajne ugroze za ostali zračni promet. Važno je istaknuti da piloti moraju unaprijed biti upoznati s lokacijom ovih orijentira kako bi ih mogli pouzdano identificirati. Bez prethodnog znanja o njihovoj poziciji, oslanjanje na takve orijentire može biti rizično i nepouzdan. Stoga, pravilno obučeni piloti trebaju temeljito proučiti kartu i VFR točke prije nego što krenu na let kako bi osigurali sigurnu i preciznu vizualnu navigaciju.

6.2. Usporedba prikaza odabranih orijentira

Izabrani orijentiri za usporedbu u ovom poglavlju predstavljaju neke od značajnih referentnih točaka u zračnom prostoru Zadra, ranije objašnjeno u poglavlju 5 „Kategorizacija fotografija odabranih orijentira sa prikazom na navigacijskoj karti“. Orijentiri su odabrani s obzirom na njihovu vidljivost, kontrast u odnosu na okolinu i sposobnost prepoznavanja tijekom dnevnih i noćnih letova. Također su odabrani zbog njihove mogućnosti korištenja za vizualnu navigaciju.

U nastavku poglavlja (tablica 10.) uspoređivat ćemo ove izabrane orijentire po već objašnjenom kriteriju kako bismo bolje razumjeli njihove karakteristike i doprinos sigurnosti i preciznosti u vizualnoj navigaciji. Ovaj pregled će nam pomoći da bolje razumijemo kako piloti koriste ove orijentire za usmjeravanje, praćenje i određivanje položaja i navigaciju tijekom letova.

Tablica 10. Usporedba odabranih orijentira

Redni broj	Prikaz na karti	Pravilnost prikaza na karti s obzirom na oblik orijentira	Uočljivost orijentira tijekom leta	Mogućnost preciznog određivanja pozicije izabranog orijentira s obzirom na prikaz na karti	Vidljivost orijentira s obzirom na doba dana
10.	+	Grad je precizno ucrtan s obzirom na tlocrt.	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta, grad sa ranžirnim kolodvorom i istaknutim vojnim objektima. Može poslužiti kao prostorni odnosno točkasti orijentir ovisno o visini leta	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno uz prethodnu pripremu.	Orijentir je vidljiv noću.
11.	-	Ne može se odrediti.	Istančan kameni oblik na vrhu brda uz željezničku prugu, tunnel i malo mjesto. Među pilotima poznat kao „Podmornica“. Često korišten orijentir na malim visinama.	Orijentir nije prikazan na karti, što onemogućuje ocjenu po ovom kriteriju.	Orijentir nije vidljiv noću.

12.	+	Precizno ucrtan simbol	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta, istaknuta prometna petlja na autocesti A1. Nastavak ceste vodi prema mjestu Pirovcu.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
13.	-	Ne može se odrediti.	Most iznad kanjona na autocesti A1, južno od naplatne postaje Pirovac. Ističe se u krajoliku, iznimno lako uočljiv.	Orijentir nije prikazan na karti, što onemogućuje ocjenu po ovom kriteriju.	Orijentir nije vidljiv noću.
14.	+	S obzirom na oblik jezera i priljev rijeke Krke, precizno ucrtan simbol na karti.	Izvrstan prostorni orijentir, lako uočljiv, karakterističnog izgleda. U blizini grada Šibenika	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir nije vidljiv noću.
15.	+	Pravilno ucrtan simbol.	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta. Lako uočljiva arhitektura koja se ističe u krajoliku	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je slabo vidljiv noću.
16.	+	Pravilno ucrtan geografski oblik.	Orijentir je lako uočljiv tijekom leta. Otok koji se često koristi kao orijentir u obuci. Prvi veći otok južno od o.Pašman	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno uz prethodnu pripremu	Orijentir nije vidljiv noću.

17.	+	Pravilno ucrtan geografski oblik.	Lako uočljivi orijentir, sa većih visina i sa većih udaljenosti. Iznimno važan orijentir u zračnom prostoru Zadra za obuku vojnih pilota, središte trenažne zone. Može poslužiti kao dužinski i prostorni orijentir.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir nije vidljiv noću.
18.	+	Pravilno ucrtan geografski oblik.	Lako uočljiv orijentir. Otok karakterističnog oblika smješten uz o.Kornati, služi kao izvrsna vodilja za pronalazak K2.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir nije vidljiv noću.
19.	+	Pravilno ucrtan simbol.	Lako uočljiv orijentir. Veće mjesto smješteno na obali o.Dugi Otok, najjužnije naseljeno mjesto na otoku, karakteristično zbog položaja NDB sredstva.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
20.	+	Pravilno ucrtan geografski oblik.	Lako uočljiv orijentir. Otok koji se često koristi kao dužinski ili prostorni orijentir. Nalazi se uz o.Rivanj na kojem se nalazi R1	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno. Uz prethodnu pripremu	Orijentir nije vidljiv noću.

21.	+	Pravilno ucrtan simbol.	Lako uočljiv orijentir. Jedini most koji spaja o.Vir sa kopnom. Položen u pravcu prilaza za stazu 13.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir nije vidljiv noću.
22.	+	Pravilno ucrtan simbol.	Lako uočljiv orijentir. Jedini most koji spaja o.Pag sa kopnom.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir nije vidljiv noću.
23.	+	Pravilno ucrtan geografski oblik.	Lako uočljiv orijentir. Karakterističnog izgleda pomorske luke, koristi se kao točka ulaza za EP za stazu 31 u vojnoj avijaciji.	Određivanje pozicije moguće je izvesti precizno.	Orijentir je vidljiv noću.
24.	-	Ne može se odrediti.	Lako uočljiv orijentir. Sjeverno naselje Zadra, koristi se kao ulazna točka za EP za stazu 13 u vojnoj avijaciji.	Određivanje pozicije nije moguće izvesti koristeći isključivo kartu, potrebno je prethodno znanje o položaju naselja, jer nije prikazano na VFR karti.	Orijentir je vidljiv noću.

Zaključak usporedbe odabranih orijentira

Analizom prethodnih podataka, može se primijetiti da je većina orijentira koji su prikladni za vizualnu navigaciju jasno označena na karti. Za određene orijentire potrebna je prethodna priprema zbog mogućnosti zamjene istih sa okolnim objektima, otocima i naseljima. Međutim, važno je istaknuti iznimke, orijentire 13. i 24. koji nisu jasno naznačeni na karti. Orijentir 24. ima iznimno važnu ulogu za vojnu avijaciju u zračnom prostoru Zadra. Koristi se kao ulazna točka za EP za stazu 13, jednako se za EP za stazu 31 koristi orijentir 23. koji je jasno naznačen na karti. Brojčano prikazani rezultati ove usporedbe prikazani su u nastavku u tablici 10.

Rezultati usporedbe:

Tablica 11. Rezultati usporedbe odabranih orijentira

	Ukupan broj orijentira	Broj pozitivno ocjenjenih orijentira prema zadanom kriteriju	Postotak
Broj prikazanih orijentira na karti	14	11	78%
Broj orijentira kojima se ne može odrediti točnost prikaza simbola	14	3	21%
Broj lako uočljivih orijentira	14	14	100%
Broj orijentira s mogućnošću preciznog pozicioniranja	14	11	78%
Broj orijentira vidljiv noću	14	5	36%

Unatoč činjenici da je karta u uporabi od 18. svibnja 2023. godine [5] i da su podaci ažurirani, otkriveni su nedostaci koji uključuju izostanak orijentira 13. Iako ovaj orijentir nije od presudne važnosti za provođene letove. Orijentir 13. je markantan most, lako uočljiv u svom krajoliku i dio je autoceste, sa svim tim karakteristikama bilo bi potrebno označiti ga na karti. Izostanak orijentira 24., koji predstavlja naselje u sklopu petog najvećeg grada Hrvatske [6] i služi kao jedna od najvažnijih točaka za vojnu avijaciju kao što je prethodno objašnjeno, jer se koristi kao ulazna točka za EP za stazu 13. Trenutno predstavlja ozbiljan problem u vođenju ne samo vojne već i civilne obuke pilota. Kontrolorima leta u zračnom prostoru Zadra uobičajeno je usmjeravanje vojnih zrakoplova na orijentire 23. i 24. s time na umu moguće je da usmjere avion generalne avijacije na istu točku, pilot bez prethodne pripreme i uz korištenje karte neće moći precizno odrediti poziciju orijentira 24., naselja Diklo te će tražiti pomoć kontrola. Time se povećava radno opterećenje pilota, a posljedično i kontrolora. Ovaj nedostatak smanjuje razinu sigurnosti i učinkovitosti u zračnim operacijama jer pilotima nedostaje ključna referenca za navigaciju i pozicioniranje u tom području.

Stoga je od iznimne važnosti da se ovi orijentiri pravilno ucrtaju na kartu kako bi se osigurala točna vizualna navigacija, poboljšala sigurnost letenja i povećala učinkovitost zračnih operacija.

Podatak o zračnoj učinkovitosti za zračni prostor Zadra nije poznat i u radu se nigdje ne navodi, no donosi se pretpostavka o smanjenoj učinkovitosti s obzirom na nedostatak ključne točke za provođenje zračnih operacija vojne, a moguće i generalne avijacije.

7. Zaključak

Ovaj rad istražio je neke od ključnih aspekata zrakoplovne navigacije, fokusirajući se na vizualnoj navigaciju i analizi odabranih orijentira u zračnom prostoru Zadra. Vizualna navigacija i računska navigacija predstavljaju temeljne načine određivanja pozicije zrakoplova, svaka s vlastitim karakteristikama i izazovima. Uz to, kartografske projekcije imaju značajnu ulogu u zrakoplovnoj navigaciji, pružajući pilotima potrebne informacije o prostoru. Projekcija, kao način prenošenja sferne površine Zemlje na ravnu plohu, zahtijeva pažljivo planiranje i izradu karata kako bi se očuvala vjernost oblika i kutova. Orijehtiri kao osnovni elementi za precizno pozicioniranje i siguran let u zračnom prostoru, zahtijevaju pravilno označavanje i ažuriranje na kartama. Uz to, ključno je znati odabrati adekvatan orijentir za svoj navigacijski let.

Analiza odabranih orijentira otkrila je važne nedostatke u označavanju istih na navigacijskim kartama, posebno ističući problem izostanka mogućnosti identificiranja položaja nekih od karakterističnih VFR točaka, kao što su 1. i 5 opisani u tablici 5., a prikazani i označeni na slici 10. Nedostatak tih orijentira, poput onih označenih kao 13. i 24., opisani u tablici 5., a prikazani i označeni na slici 10. S naglaskom na orijentir 24., što predstavlja ozbiljan izazov za sigurnost i učinkovitost letenja u zračnom prostoru Zadra kao što je detaljno objašnjeno u radu

Osvrtom na ovaj rad i analizu podataka shvaćamo potrebu i apeliramo na konstantna i precizna ažuriranja karata koje se koriste u zrakoplovstvu. Također, idealna bi bila suradnja između kartografa i pilota koji lete i poznaju područje koje se obrađuje. Međusobnim ukazivanjem na potrebu ucrtavanja određenih objekata i elemenata povećala bi se preciznost izrade karata. Ne smijemo umanjiti činjenicu da zračni prostor nadziru kontrolori leta, koji će nam, iako su potrebni podaci o ključnim lokacijama na karti neprecizno ili nikako upisani, uvijek pokazati pravi put. Tehnologije koje su danas dostupne također olakšavaju date okolnosti leta i pojednostavljaju svaku fazu leta. S time na umu i dalje se ističe važnost kvalitetne obuke, obrazovanja pilota i ostalih sudionika u zračnim operacijama.

Za daljnji napredak i nadogradnju ovog rada predlažem sljedeće;

Za bolje razumijevanje referentne karte za VFR letove, smatram da bi bilo idealno proširiti geografsko područje istraživanja u svrhu otkrivanja nedosljednosti u ostalim zračnim prostorima.

Uz prikazane usporedbe moguće je provesti analizu koja uključuje satelitske snimke, snimke istih orijentira s različitih visina, snimke s različitim zasićenjem svjetlosti odnosno u različito doba dana i također u različitim godišnjim dobima. Spomenuta analiza bila bi preciznija i autoritativnija.

Popis slika

Slika 1 - Principi primjena navigacijskih metoda za pojedine vrste [1]	3
Slika 2- Gauss-Krügerova poprečna projekcija.....	6
Slika 3. Oznaka gradova i naselja [3].....	10
Slika 4.Prikaz Prokljanskog jezera i rijeke Krke [3]	10
Slika 5. Oznaka planine Promine (3767ft) [3]	11
Slika 6.Prikaz autoceste, državne ceste, mosta i tunela [3]	11
Slika 7.Ruta leta [3].....	14
Slika 8. Prikaz karakteristične VFR točke E4.....	16
Slika 9 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka E4, označeno crveno	16
Slika 10. Prikaz karakteristične VFR točke Z1	17
Slika 11 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka Z1, označeno crveno	17
Slika 12. Prikaz karakteristične VFR točke W3	31
Slika 13. Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka W3, označeno crveno	31
Slika 14.Prikaz karakteristične VFR točke P2.....	32
Slika 15 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka P2, označeno crveno	32
Slika 16. Prikaz karakteristične VFR točke W2	33
Slika 17 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka W2, označeno crveno	33
Slika 18 Prikaz karakteristične VFR točke R1.....	34
Slika 19 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka R1, označeno crveno	34
Slika 20. Prikaz karakteristične VFR točke V1.....	35
Slika 21 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka V1, označeno crveno	35
Slika 22. Prikaz karakteristične VFR točke N6	36
Slika 23. Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka N6, označeno crveno	36
Slika 24. Prikaz grad Benkovac	37
Slika 25. Fotografija iz zraka, Grad Benkovac.....	37
Slika 26. Prikaz Mačkov kamen, označeno crvenim X.....	38
Slika 27. Fotografija iz zraka, Mačkov Kamen	38
Slika 28. Prikaz naplatne postaje "Pirovac"	39
Slika 29. Fotografija iz zraka, naplatna postaja "Pirovac".....	39
Slika 30. Prikaz mosta A1 kod Čista Mala, označeno crvenim X	40
Slika 31. Fotografija iz zraka, most A1, Čista Mala.....	40
Slika 32. Prikaz Prokljanskog jezera	41
Slika 33. Fotografija iz zraka, Prokljansko jezero	41
Slika 34. Prikaz Šibenski most	42
Slika 35. Fotografija iz zraka, Šibenski most	42
Slika 36. Prikaz o.Vrgada.....	43
Slika 37. Fotografija iz zraka, o.Vrgada.....	43
Slika 38. Prikaz o.Žut.....	44
Slika 39. Fotografija iz zraka, o.Žut.....	44
Slika 40. Prikaz o.Levrnaka.....	45
Slika 41. Fotografija iz zraka, o.Levrnaka	45
Slika 42. Prikaz mjesta Sali, NDB.....	46
Slika 43. Fotografija iz zraka, mjesto Sali.....	46
Slika 44. Prikaz o.Sestrunj	47
Slika 45. Fotografija iz zraka, o.Sestrunj	47
Slika 46. Prikaz mosta Vir.....	48

<i>Slika 47. Fotografija iz zraka, Most Vir</i>	<i>48</i>
<i>Slika 48. Prikaz Paški most</i>	<i>49</i>
<i>Slika 49. Fotografija iz zraka, Paški most</i>	<i>49</i>
<i>Slika 50. Prikaz mjesta Sukošan</i>	<i>50</i>
<i>Slika 51. Fotografija iz zraka, mjesta Sukošan</i>	<i>50</i>
<i>Slika 52. Prikaz naselja Diklo, označeno crvenim okvirom</i>	<i>51</i>
<i>Slika 53. Fotografija iz zraka, mjesto Diklo, označeno crveno</i>	<i>51</i>

Popis tablica

Tablica 1. Minimumi vidljivosti i udaljenosti od oblaka [2].....	2
Tablica 2. Geografski simboli s karte.....	8
Tablica 3. Hidrografske simboli s karte	8
Tablica 4. Demografski simboli s karte.....	9
Tablica 5. Simboli infrastrukture zračnog prometa.....	12
Tablica 6. Popis orijentira.....	15
Tablica 7. Prikaz orijentira za vizualnu usporedbu.....	16
Tablica 8. Usporedba VFR točaka.....	20
Tablica 9. Rezultati usporedbe karakterističnih VFR točaka	22
Tablica 10. Usporedba odabranih orijentira	23
Tablica 11. Rezultati usporedbe odabranih orijentira.....	27

Bibliografija

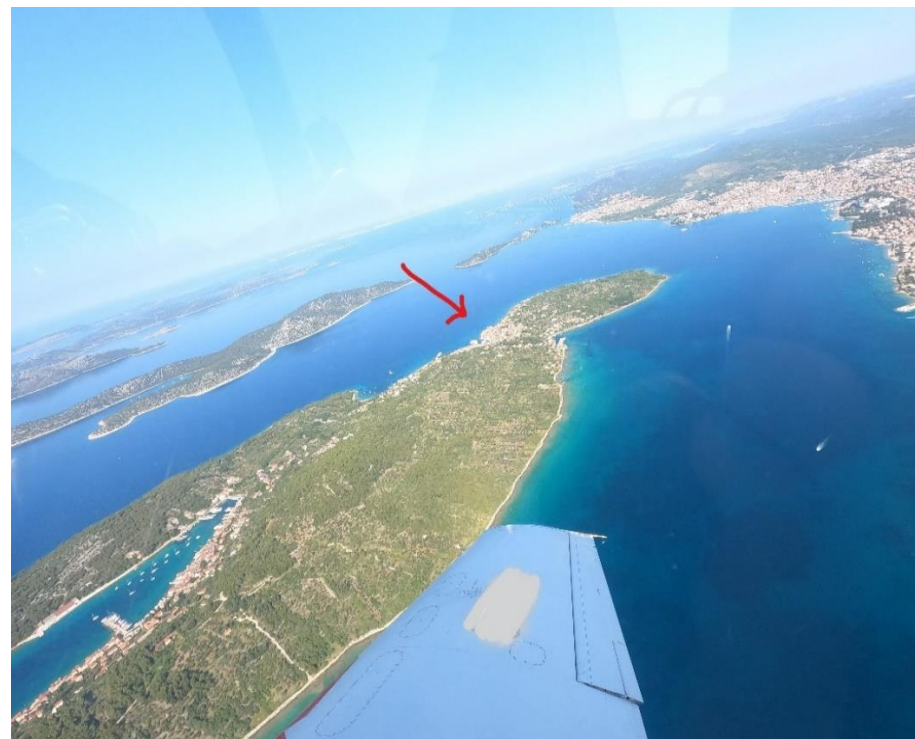
- [1] D. Novak, Zrakoplovna računska navigacija, Zagreb, 2012.
- [2] »European Union Aviation Safety Agency,« 15 2 2023. [Mrežno]. Available: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/easy-access-rules-standardised-european?page=2&kw=Visual%20flight%20rules>. [Pokušaj pristupa 12 rujan 2024].
- [3] I. C. A. S. P. 2003-2011, » International Cartographic Association.,« 2003. [Mrežno]. Available: <https://icaci.org/mission/>. [Pokušaj pristupa 15 Kolovoz 2023].
- [4] M. Lapaine, Gauss-Krügerova projekcija kao dvostruko preslikavanje, Zagreb: Geodetski list, 2021.
- [5] H. k. z. plovidbe, »crocontrol.hr,« 19 svibanj 2022. [Mrežno]. Available: https://www.crocontrol.hr/UserDocsImages/AIS%20produkti/VFR_prirucnik/index.html. [Pokušaj pristupa 1 Rujan 2023].
- [6] D. z. z. statistiku, »dzs.gov.hr,« [Mrežno]. Available: https://podaci.dzs.hr/media/rqybclnx/popis_2021-stanovnistvo_po_naseljima.xlsx. [Pokušaj pristupa 3 rujan 2023].
- [7] W. G. S.-. 1984, »skybrary.aero,« 2002. [Mrežno]. Available: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5854.pdf>. [Pokušaj pristupa 15 Kolovoz 2023].

Prilozi

3.



Slika 12. Prikaz karakteristične VFR točke W3

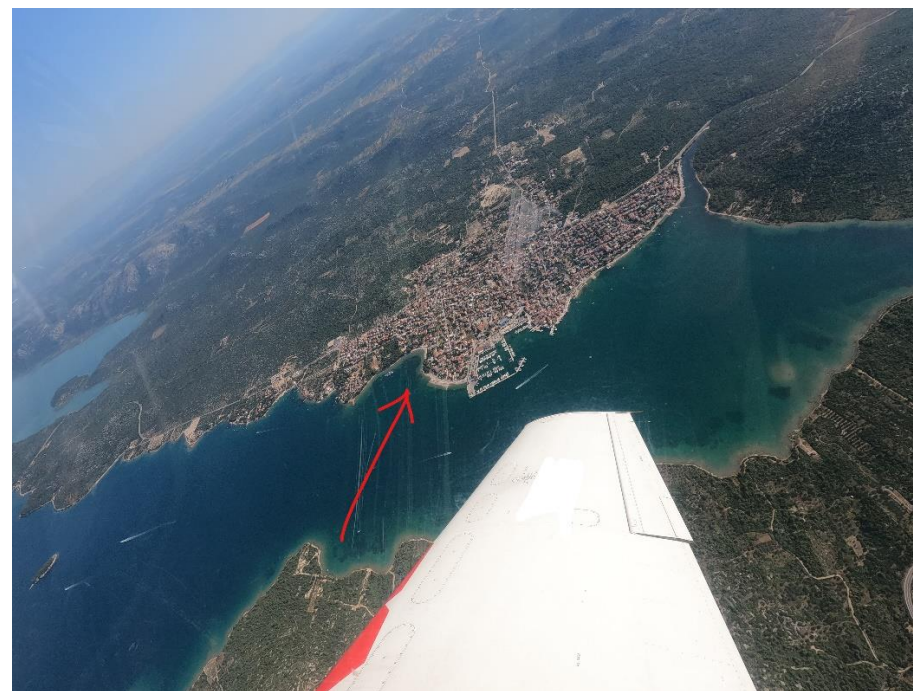


Slika 13. Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka W3, označeno crveno

4.



Slika 14. Prikaz karakteristične VFR točke P2

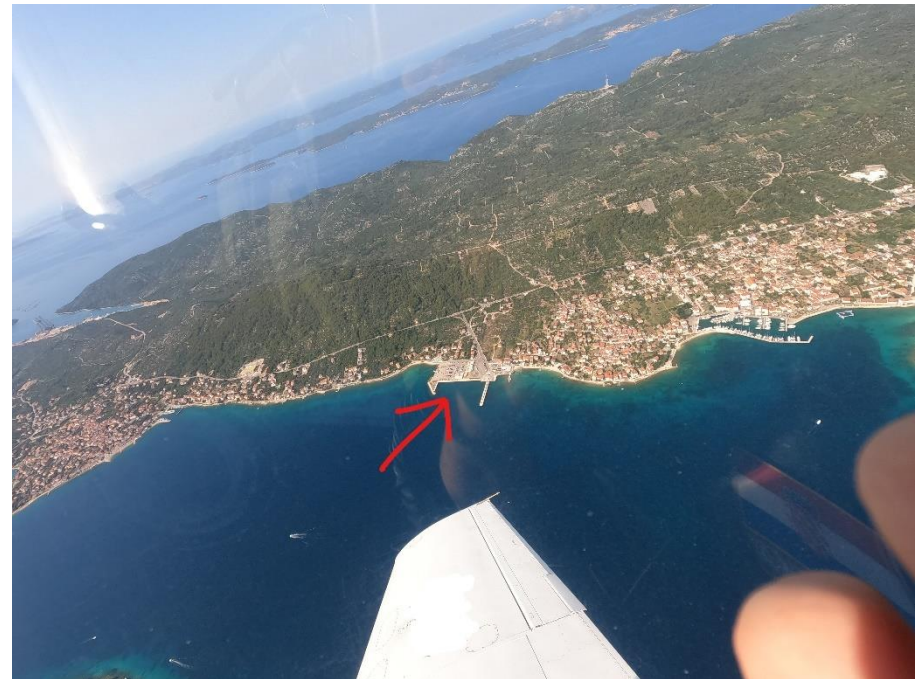


Slika 15. Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka P2, označeno crveno

6.



Slika 16. Prikaz karakteristične VFR točke W2



Slika 17 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka W2, označeno crveno

7.



Slika 18 Prikaz karakteristične VFR točke R1

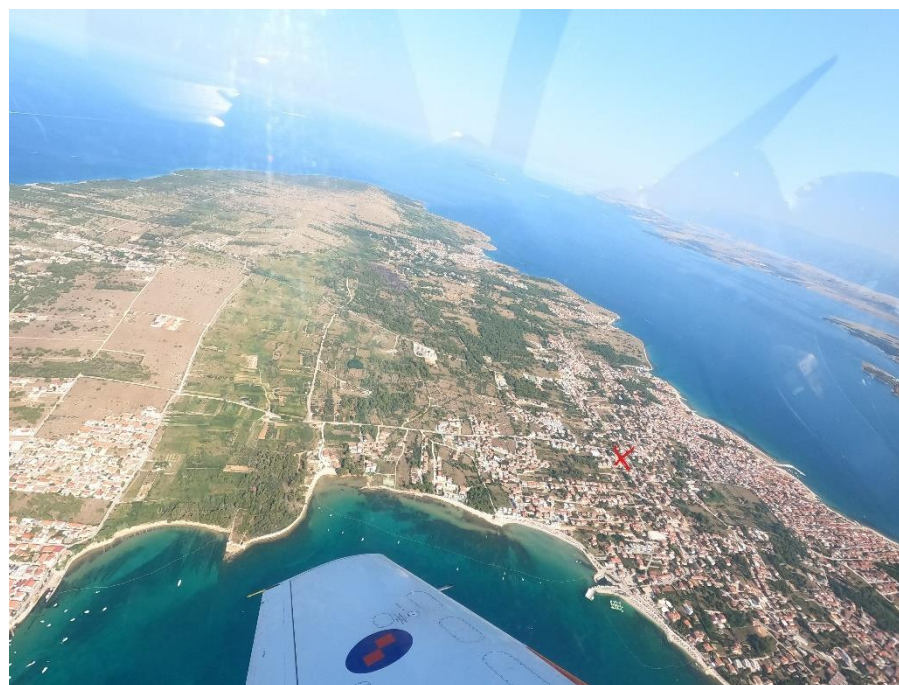


Slika 19 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka R1, označeno crveno

8.



Slika 20. Prikaz karakteristične VFR točke V1

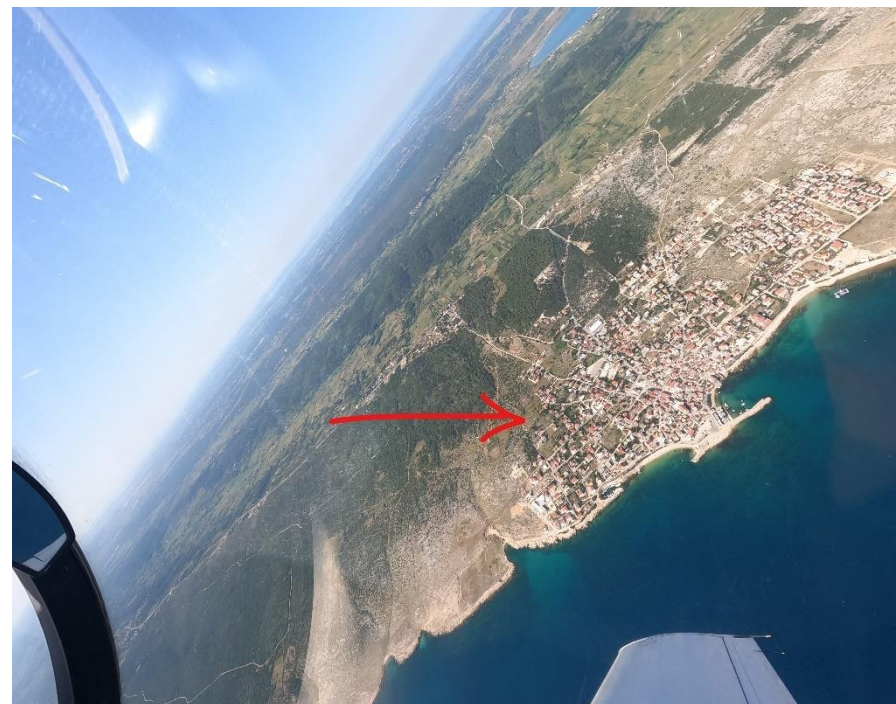


Slika 21 Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka V1, označeno crveno

9.



Slika 22. Prikaz karakteristične VFR točke N6



Slika 23. Fotografija iz zraka, karakteristična VFR točka N6, označeno crveno

10.



Slika 24. Prikaz grad Benkovac



Slika 25. Fotografija iz zraka, Grad Benkovac

11.

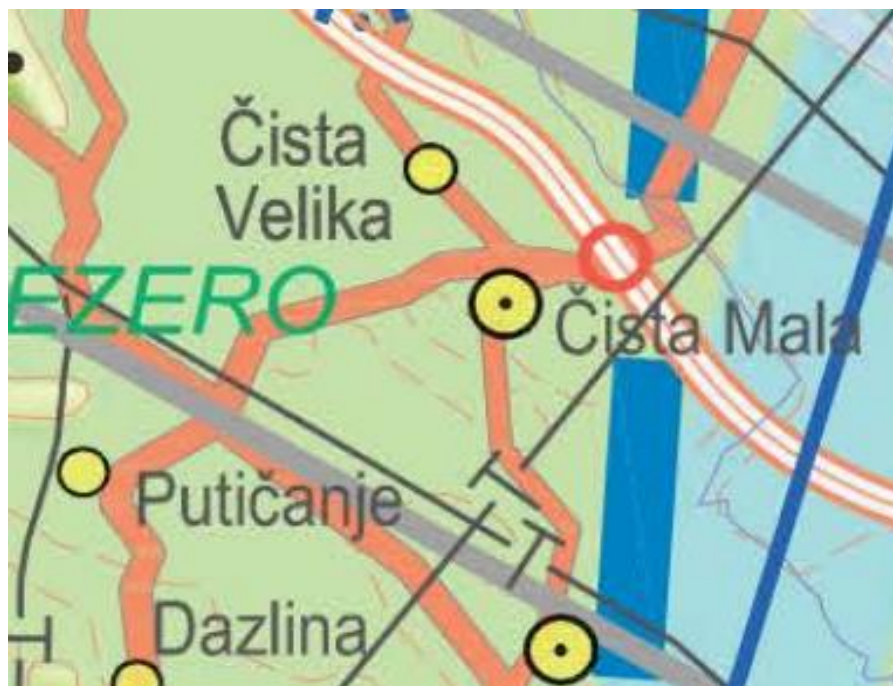


Slika 26. Prikaz Mačkov kamen, označeno crvenim X



Slika 27. Fotografija iz zraka, Mačkov Kamen

12.



Slika 28. Prikaz naplatne postaje "Pirovac"



Slika 29. Fotografija iz zraka, naplatna postaja "Pirovac"

13.



Slika 30. Prikaz mosta A1 kod Čista Mala, označeno crvenim X



Slika 31. Fotografija iz zraka, most A1, Čista Mala

14.

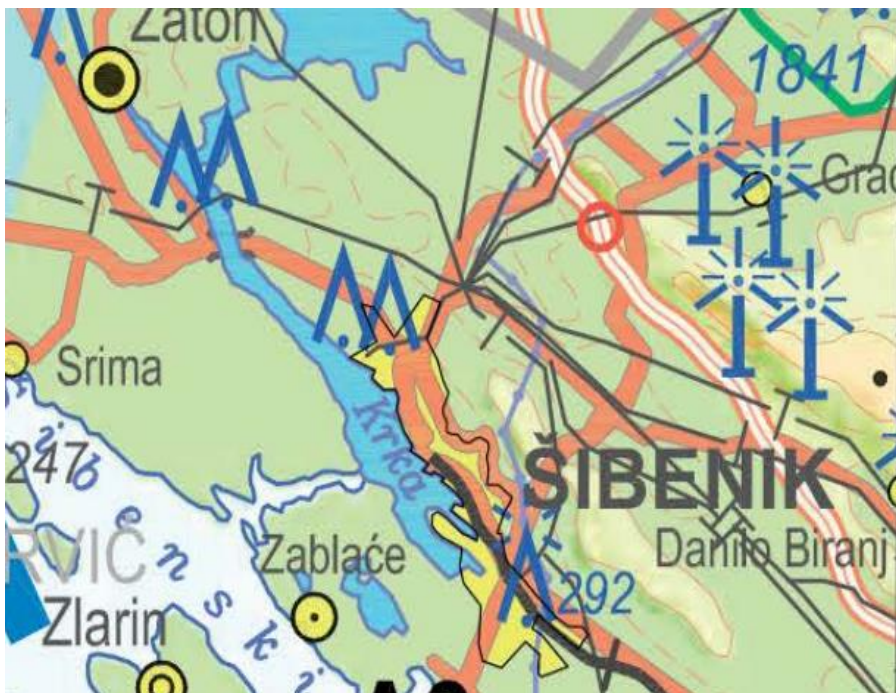


Slika 32. Prikaz Prokijanskog jezera



Slika 33. Fotografija iz zraka, Prokijansko jezero

15.



Slika 34. Prikaz Šibenski most



Slika 35. Fotografija iz zraka, Šibenski most

16.



Slika 36. Prikaz o.Vrgada



Slika 37. Fotografija iz zraka, o.Vrgada

17.



Slika 38. Prikaz o.Žut



Slika 39. Fotografija iz zraka, o.Žut

18.



Slika 40. Prikaz o.Levrnaka

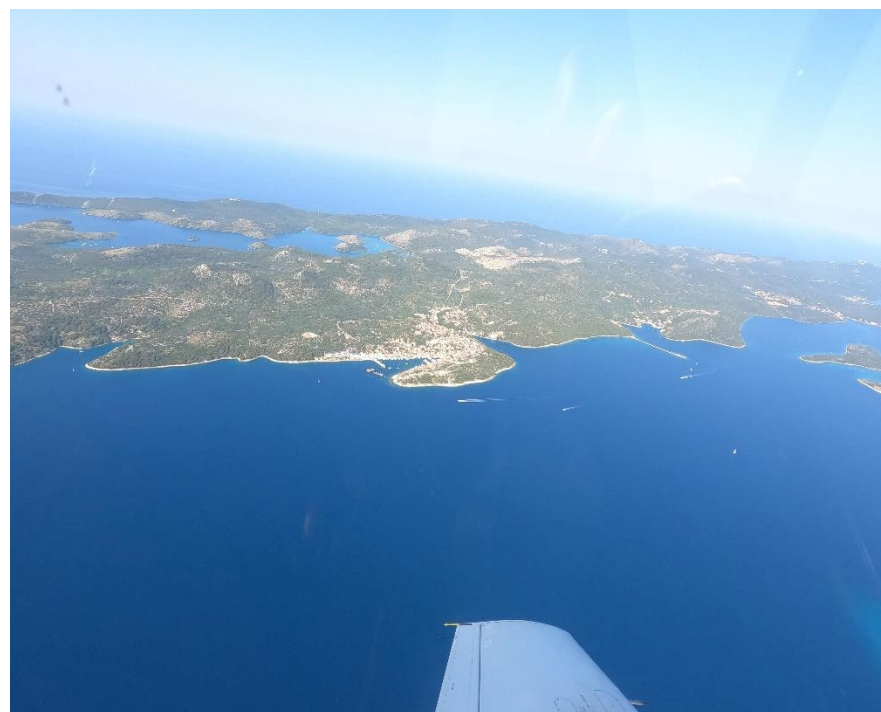


Slika 41. Fotografija iz zraka, o.Levrnaka

19.



Slika 42. Prikaz mjesta Sali, NDB



Slika 43. Fotografija iz zraka, mjesto Sali

20.

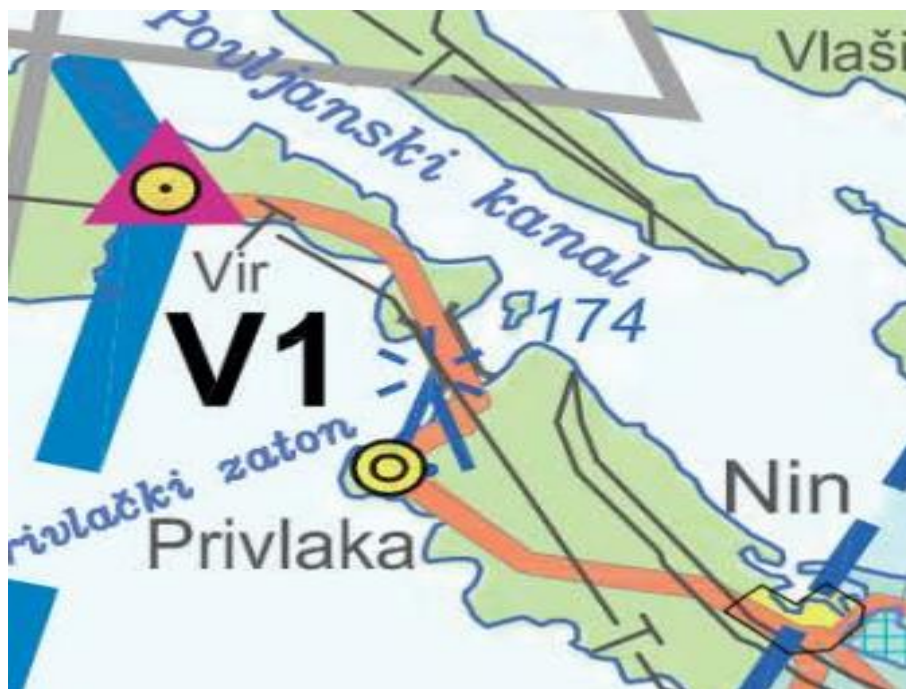


Slika 44. Prikaz o.Sestrunj



Slika 45. Fotografija iz zraka, o.Sestrunj

21.



Slika 46. Prikaz mosta Vir



Slika 47. Fotografija iz zraka, Most Vir

22.



Slika 48. Prikaz Paški most

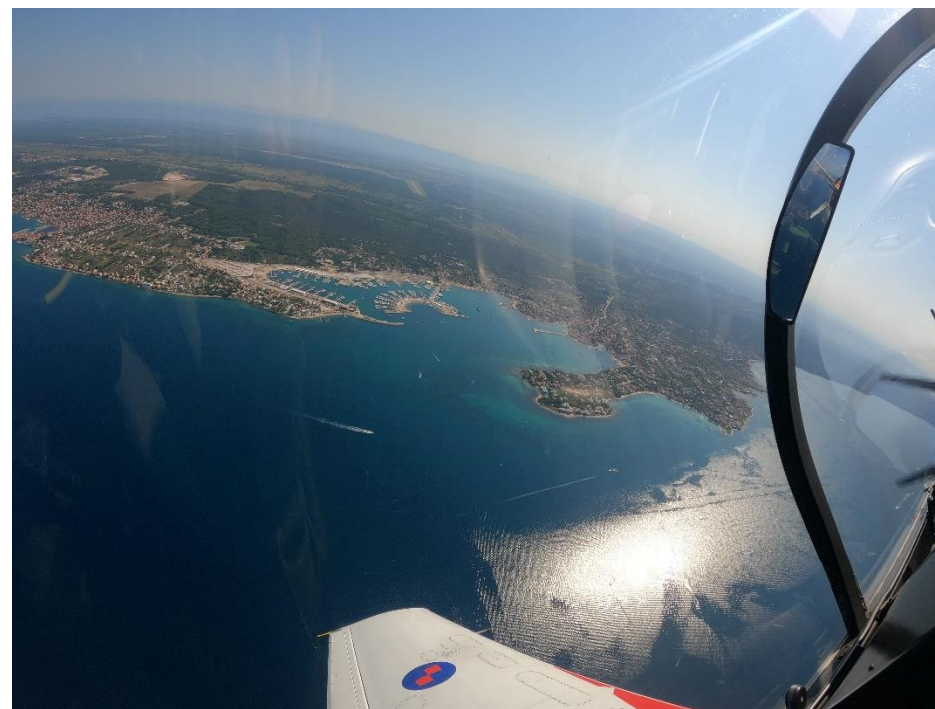


Slika 49. Fotografija iz zraka, Paški most

23.



Slika 50. Prikaz mjesta Sukošan

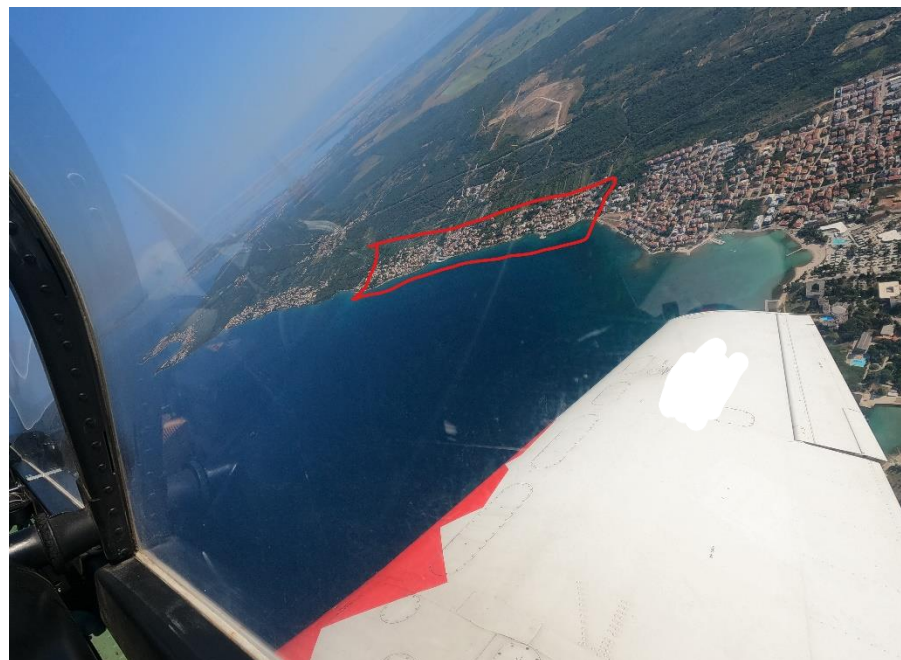


Slika 51. Fotografija iz zraka, mjesta Sukošan

24.



Slika 52. Prikaz naselja Diklo, označeno crvenim okvirom



Slika 53. Fotografija iz zraka, mjesto Diklo, označeno crveno

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ završni rad _____
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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/diplomskog rada pod naslovom ___“Usporedba vjernosti vizualnih orijentira sa simbolima na navigacijskoj karti” , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, ___28.8.2024.____

__Lovro Marijanović__



(ime i prezime, potpis)