Analiza mogućnosti uporabe eskadrile aviona za izviđanje i nadzor

Grgić, Goran

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:870271

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

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Goran Grgić

ANALIZA MOGUĆNOSTI UPORABE ESKADRILE AVIONA ZA IZVIĐANJE I NADZOR

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA MOGUĆNOSTI UPORABE ESKADRILE AVIONA ZA IZVIĐANJE I NADZOR

ANALYSIS OF FIXED WING SQUADRON USING IN RECONNAISSANCE AND SURVEILLANCE MISSIONS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Doris Novak

Student: Goran Grgić, univ. bacc. ing. aeronaut. 0135190439

Zagreb, 2016

SAŽETAK

Eskadrila aviona je postrojba Hrvatskog ratnog zrakoplovstva koja djeluje u sastavu 93. Zrakoplovne baze Zemunik kod Zadra. Opremljena je avionima PC-9M, a zadaća Eskadrile aviona između ostalih je i sudjelovanje u zadaćama za potrebe Obalne straže Republike Hrvatske te sudjelovanje u zadaćama Snaga brzog odgovora odnosno presretanja ciljeva u zraku. Ove dvije zadaće su usko povezane kolegijem „Zrakoplovno izviđanje i nadzor“ te će kroz prizmu izviđanja i nadzora biti analizirane u ovome radu. Rad se bavi analizom dosadašnjeg i postojećeg stanja izvršavanja zadaća sa ciljem pronalaženja mogućih riješenja za unaprijeđenjem kvalitete izvršavanja navedenih zadaća.

KLJUČNE RIJEČI:

Eskadrila aviona; Obalna straža; Snage brzog odgovora; traganje i spašavanje; presretanje ciljeva u zraku; Zrakoplovno izviđanje i nadzor

SUMMARY

Fixed wing squadron is the unit of Croatian air force and is part of 93rd Air force base Zemunik near Zadar. It is equiped with PC-9M aircrafts, and it's task among many others is to participate in Croatian Coast guard missions and missions of Quick response forces which are related to intercepting targets in the air. Those two tasks are close connected with college of „Air reconnaissance and surveillance“ and through this sight will be analized in this work. Work is analizing past and today's methods of missions with task to find possible solutions for improving quality of performing mentioned missions.

KEY WORDS:

Fixed wing squadron; Coast guard; Quick response team; Search and rescue; intercepting targets in the air; Air reconnaissance and surveillance

SADRŽAJ:

1. UVOD…… 1
2. ANALIZA MOGUĆNOSTI AVIONA PC-9M…….. 4
2.1. Zrakoplov PC-9M u sustavu Eskadrile aviona…… 4
2.2. Aerodinamičke karakteristike zrakoplova PC-9M…….. 5
2.3. Aerodinamičke karakteristike zrakoplova PC-9M s aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora…… 8
2.4. Ostale karakteristike zrakoplova PC-9M…….. 9
2.5. Ostale karakteristike zrakoplova PC-9M s aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora…….. 13
3. ANALIZA ESKADRILE AVIONA U FUNKCIJI OBALNE STRAŽE…… 15
3.1. Dosadašnja iskustva Eskadrile aviona…… 17
3.2. Redovni letovi nadzora morske granice RH…… 23
3.3. Evidentiranje ekološke ugroze…… 24
3.4. Traganje i spašavanje na moru…… 26
3.4.1. Specifičnosti letenja za potrebe traganja i spašavanja…….. 28
3.4.2. Vrijeme potrebno za prepoznavanje objekta pretrage…… 29
3.4.3. Daljina uočavanja objekta…… 30
3.4.4. Utjecaj turbulencije na efikasnost pretraživanja…….. 31
3.4.5. Utjecaj vidljivosti na efikasnost pretraživanja…… 33
3.4.6. Utjecaj valovitosti mora na efikasnost pretraživanja…… 37
3.4.7. Utjecaj razvedenosti obale na efikasnost pretraživanja…….. 39
3.4.8. Utjecaj morske struje,godišnjeg doba i temperature mora na efikasnost pretraživanja…… 40
3.5. Metode pretraživanja…… 42
3.5.1. Metoda pretrage proširivanjem kvadrata…… 42
3.5.2. Metoda pretrage paralelnim kursevima…….. 44
3.5.3. Metoda pretrage jednim preletom…… 46
3.5.4. Metoda pretrage pomicanjem zaokreta…….. 48
3.6. Let do zone pretraživanja…… 49

3.7. Osjet vida u zadaćama izviđanja i nadzora…… 57
4. ANALIZA ESKADRILE AVIONA U SUSTAVU SNAGA BRZOG ODGOVORA…… 60
4.1. Teoretske osnove presretanja ciljeva u zraku…….. 60
4.1.1. Presretanje ciljeva u zraku iz pripravnosti na zemlji…….. 61
4.1.2. Presretanje ciljeva u zraku iz zone očekivanja…….. 62
4.1.3. Presretanje ciljeva u zraku iz zone patroliranja…… 63
4.1.4. Presretanje ciljeva u zraku iz slobodnog lova…… 63
4.2. Uloga sustava ZMIN u presretanju ciljeva u zraku…… 64
4.3. Eskadrila aviona u sustavu presretanja ciljeva u zraku…….. 65
4.3.1. Metodologija obuke presretanja ciljeva u zraku na velikim i srednjim visinama…… 67
4.3.2. Metodologija obuke presretanja ciljeva u zraku na malim visinama…… 69
4.3.3. Praćenje presretnutog zrakoplova na slijetanje…….. 70
4.3.4. Eskadrila aviona u odgovoru na stvarnu ugrozu zračnog prostora RH…… 72
5. ZAKLJUČAK…… 75
LITERATURA…… 77
POPIS SLIKA…… 78
POPIS GRAFOVA…… 80
POPIS TABLICA…… 80
POPIS KRATICA…… 81

1. UVOD

Eskadrila aviona sastavni je dio 93. Zrakoplovne baze Zemunik kod Zadra. Od njezina osnutka, osnovna zadaća Eskadrile aviona je selekcija i školovanje vojnih pilota Hrvatskog ratnog zrakoplovstva. Povećane potrebe za proširivanjem spektra zadaća Hrvatskog ratnog zrakoplovstva općenito odrazile su se i na Eskadrilu aviona nametnuvši joj dodatne izazove u svakodnevnom radu kroz zadaće školovanja pripadnika stranih ratnih zrakoplovstava, zadaće simulacije pružanja bliske zračne potpore kopnenim NATO snagama (CAS – Close Air Support), zadaću promocije Hrvatskog ratnog zrakopovstva kroz prezentaciju vještine grupnog akrobatskog letenja, zadaće u sustavu Obalne straže te zadaće u sustavu Snaga brzog odgovora. Teoretsko težište potonje dvije zadaće je kolegij Zrakoplovno izviđanje i nadzor koji je u spomenute zadaće implementiran kroz cjelokupni proces izvršenja zadaće od pripreme do analize. U ovom radu kroz prizmu kolegija „Zrakoplovno izviđanje i nadzor“ biti će analizirane navedene zadaće u postojećem sustavu, njihova provedba u proteklom razdoblju te će biti navedene smjernice za poboljšanje sustava navedenih zadaća u cjelini.

Svrha rada „Analiza mogućnosti uporabe Eskadrile aviona za izviđanje i nadzor“ je kroz analizu dosadašnjeg rada i postojeće sposobnosti Eskadrile aviona u sustavu zrakoplovnog izviđanja i nadzora utvrditi kvalitetu dosadašnjeg izvršenja zadaća te dati prijedloge za povećanje opsega i kvalitete izvršenja postojećih sposobnosti Eskadrile aviona.

Dosadašnja istraživanja se ne bave ovom tematikom već sa istom tangiraju u određenim temama. Rad koji je po svome sastavu najsličniji ovome je priručnik „Eskadrila aviona u sustavu Obalne straže“. Navedeni rad je nastao sa ciljem sažimanja informacija, a koje su nužno potrebne za provedbu zadaća za potrebe OSt. Rad je nastao u vrijeme početka razvijanja sposobnosti pružanja potpore zadaćama OSt od strane Eskadrile aviona te je u to vrijeme predstavljao vrlo korisnu teoretsku bazu za osposobljavanje novih posada EA. Promatrajući rad danas, a s obzirom na proširena teoretsko praktična saznanja od 2007. godine, njegova primjena je izgubila na značaju te se nametnula potreba za novim radom koji će zamijeniti postojeći.

Svrha i ciljevi istraživanja su unaprijeđenje provedbe zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora te unaprijeđenje sustava u cjelini. Analiza dosadašnjeg i postojećeg stanja detektirat

će probleme i nedostatke sustava te na osnovu proširenih teoretskih saznanja pronaći nova riješenja u praktičnoj primjeni. Implementacija novih teoretskih saznanja iz praktičnog iskustva sa postojećom teorijom, usavršavanje metoda izvršenja zadaće, poboljšanje sustava dežurstva doprinijet će izravno kvaliteti provedbe zadaće, sigurnosti leta, povećanju ugleda Eskadrile aviona te u konačnici profesionalnosti općenito.

Poglavlje „Analiza mogućnosti aviona pilatus PC-9M“ bavi se analizom taktičko-tehničkih karakteristika samog aviona kao sredstva kojim se zadaće izviđanja i nadzora provode. Avion PC-9M je avion u prvom redu namijenjen školovanju vojnih pilota. Uloga izvidničkog aviona te činjanica da se u istoj naknadno našao više zbog nužne potrebe, a manje kao produkt pažljivog izbora najboljeg sredstva za provođenje zadaće, otvaraju mjesto za dodatnu analizu upotrebe PC-9M u spomenutim zadaćama. Analiza je podijeljena na analizu aerodinamičkih karakteristika zrakoplova te na analizu sustava zrakopova s aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora.

Poglavlje „Analiza Eskadrile aviona u funkciji Obalne straže“ analizira dosadašnju uporabu zračnih snaga u provođenju zadaća za potrebe Obalne straže. Navedene zadaće se u prvom redu odnose na zadaće traganja i spašavanja koje se ističu svojom složenošću u planiranju i provedbi misije objedinjavajući veliku većinu teoretskih znanja izviđanja i nadzora, a koje se spominju u ovome radu. Iz tog razloga, zadaće traganja i spašavanja su najopsežnije i najdetaljnije analizirane te im je posvećen najveći prostor u radu. Teoretske osnove izviđanja i nadzora koje su obrađene u ovom poglavlju po prvi puta do sada od kada Eskadrila aviona sudjeluje u zadaćama za potrebe OSt RH analizirane su na temelju praktičnih iskustava pilota koji su sudjelovali u zadaćama te kao takve ostaju zabilježene kao početni temelj za osposobljavanje budućih posada zrakoplova koje će sudjelovati u zadaćama OSt. Također, uz analizu dosadašnjeg i postojećeg stanja Eskadrile aviona u funkciji Obalne straže, dane su smijernice za unaprijeđenje cjelokupnog sustava.

Drugo po opsežnosti poglavlje rada „Analiza Eskadrile aviona u sustavu Snaga brzog odgovora“ bavi se analizom sposobnosti presretanja ciljeva u zraku za koju je Eskadrila aviona osposobljena i velikim dijelom uključena. U ovom poglavlju analizirane su teoretske osnove presretanja ciljeva u zraku te na temelju praktičnih saznanja pilota ponuđene su smijernice za unaprijeđenje sustava kako na razini Eskadrile aviona tako i na višim razinama.

U zaključku rada se donose konačna razmatranja funkcije Eskadrile aviona u zadaćama zrakoplovnog izviđanja i nadzora sa sažetcima prijedloga za poboljšanje izvršenja analiziranih zadaća.

2. ANALIZA MOGUĆNOSTI AVIONA PILATUS PC-9M

2.1. Zrakoplov PC-9M u sustavu Eskadrile aviona

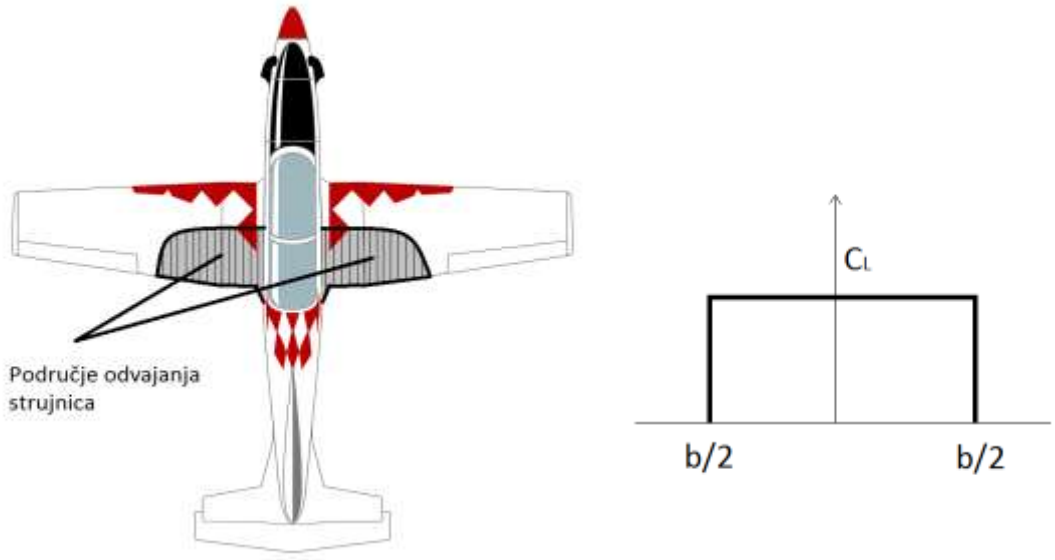
Švicarska tvrtka Pilatus 1982.godine službeno započinje program zamjene trenažnog zrakoplova PC-7. Kao rezultat programa ubrzo se javlja naprednija verzija, zrakoplov PC-9, vizualno ne mnogo različit, tandem dvosjed je dobio nešto prostraniju kabinu sa moderniziranim kokpitom, ali i izbaciva 0-60 pilotska sjedala dokazanog proizvođača „Martin Baker“. Također, poboljšana je i aerodinamika zrakoplova, a novost je bila podtrupna zračna kočnica. U kombinaciji sa turboelisnim motorom PT-6A-62 kanadskog proizvođača „Pratt and Whitney“ dobiven je potpuno novi zrakoplov koji će sljedećih dvadesetak godina, sve do dolaska mlađeg brata PC-21, sloviti kao najbolji zrakoplov u svijetu u klasi turboprop školsko-borbenih zrakoplova.

Nedugo nakon službenog završetka programa PC-9M pobjeđuje na natječajima za nabavku školskog trenažnog zrakoplova u većini zemalja pokraj tadašnje konkurencije Beechcraftovog T-6 Texana i Embraerovog EMB 312.

Praksu ostalih zemalja slijedila je i Hrvatska pa tako Hrvatsko ratno zrakoplovstvo i protuzračna obrana (HRZ i PZO) 1997. godine nabavljaju 17 zrakoplova PC-9M te tri zrakoplova PC-9 prvenstveno za potrebe školovanja budućih pilota HRZ, međutim, zrakoplovi se danas uz školovanje koriste i za potrebe zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora uključujući zadaće traganja i spašavanja kao i nadzor morske granice te za potrebe pružanja potpore kopnenim snagama OSRH. Od uvođenja zrakoplova u uporabu u HRZ i PZO nije zabilježen niti jedan gubitak letjelice ili ozbiljniji incident. Kvaliteta zrakoplova sa aspekta eksploatacije aerodinamike, pogonske grupe, letnih karakteristika i samog održavanja, u pilotskim krugovima, pridaju mu epitet prijeteljski nastrojenog (eng. User's friendly) zrakoplova .

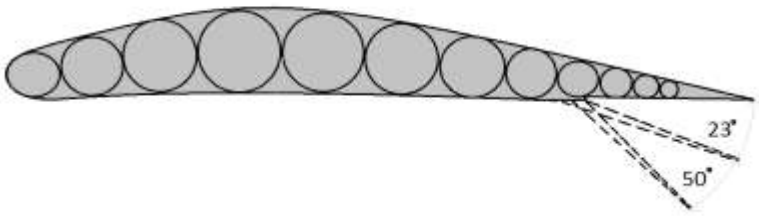
2.2. Aerodinamičke karakteristike zrakoplova PC-9M

Pravokutno krilo kakvo je konstruirano kod PC-9M karakterizira početno odvajanje strujnica u korijenu krila koje se stupnjevito širi prema vrhovima krila (Slika 1). Ovakvo krilo zahvalno je iz razloga što pri malim brzinama relativno rano prije početka prevučenog leta daje jasne znakove prevlačenja zrakoplova koje pilot osjeća kao podrhtavanje palice (eng. buffeting) uslijed odvajanja turbulentnog sloja nastalog na korijenu krila, a koji pogađa horizontalni stabilizator aviona i kormilo dubine. Budući da se zadaće izviđanja i nadzora velikim dijelom izvode pri malim instrumentalnim brzinama zrakoplova onda je jasno kolika je važnost ranog prepoznavanja gubitka uzgona. Zadaće traganja za nestalom osobom se na primjer izvode pri instrumentalnim brzinama od 120-140 čvorova na visinama od svega 300 stopa iznad terena uz istovremeno održavanje kursa, vizualnu pretragu terena, vođenje frazeologije, praćenje navigacijskih instrumenata, izbjegavanje ptica, planiranje cijele misije. U ovakvim uvjetima do greške u tehnici pilotiranja dolazi vrlo lako, pa tako i do neplaniranog smanjenja brzine. Rano prepoznavanje i pravovremeno ispravljanje greške garancija je sigurnosti letenja i temelj održavanja ostalih parametara koji vode ka uspješnom izvršenju zadaće [1] .



Slika1. Odvajanje strujnica na pravokutnom krilu PC-9M [2]

Od rješenja za povećanje uzgona, PC-9M je opremljen jedino razdjelnim zakrilcem koje se izvlači u dvije pozicije (Slika 2). Pozicija „Take off“ (TO) pod kutem od 23 stupnja koja se koristi u fazama uzleta te pozicije „Land“ (LAND) koja se koristi u fazama slijetanja i iznosi 50 stupnjeva. U zadaćama izviđanja odnosno zadaćama traganja i spašavanja jedna od ove dvije pozicije se koristi u iznimnim slučajevima kada je objekt pretrage uočen te je zbog identifikacije potrebno dodatno smanjiti brzinu leta. Prilikom upotrebe zakrilaca u ove svrhe pilot treba biti svjestan ograničenja aviona po G opterećenju, a koje iznosi od 0 do +2 G kada su zakrilca izvučena. Sljedeća praktična primjena zakrilaca je pri smanjenju brzine prilikom nadzora odnosno zadaća otkrivanja i evidentiranja ciljeva u zraku pa je tako moguće za potrebe evidentiranja i praćenja sporoletećih ciljeva smanjiti brzinu zrakoplova do svega 70tak čvorova (Slika 3) [1].



Slika2. Razdjelno zakrilce na zrakoplovu PC-9M [1]



Slika 3. Praćenje zrakoplova Zlin 242 L na slijetanje malom brzinom i izvučenim zakrilcem na položaj 'Take off'

U odnosu na prethodnika, podtrbušna zračna kočnica je novina na PC-9M. Izvlači se hidrauličkim sustavom pod kutem od 70 stupnjeva, a operativna je pri svim brzinama s tim da operativnu efikasnost postiže pri brzinama većim od 160 čvorova. Sa aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora, koristi se u zadaćama presretanja ciljeva u zraku prilikom završnog prilaženja objektu presretanja, a poradi identifikacije (Slika 4) [1].



Slika 4. PC-9M nakon izvršenog presretanja prati zrakoplov ZLIN 242L na slijetanje pri brzini od 80 čvorova

Zbog relativno malih brzina za koje je zrakoplov namijenjen, ukupan otpor zrakoplova nije velik zbog čega nisu primjenjivana posebna rješenja za smanjenje otpora promjenom konstrukcije trupa. Dakle, na spojevima krilo-trup odnosno repne površine-trup pad lokalnog koeficijenta uzgona je značajan kao i porast lokalnog koeficijenta otpora što u konačnici utječe na njihov zbroj. Trup PC-9M nudi dovoljno prostora konstruktorima za nadogradnju odnosno ugradnju dodatnih sustava u sam avion kao što je instalacija naoružanja zrakoplova, dodatna avionika te navigacijski i komunikacijski sustavi. Osim toga, svako krilo je moguće dodatno opremiti sa po tri podvjesne točke [2].

Na kormilo pravca kao i na kormilo visine te krilca ugrađeni su trimeri koji olakšavaju upravljanje zrakoplovom smanjujući silu na upravljačkoj palici pri većim ili manjim brzinama zrakoplova. Konstrukcijski, kormilo visine i kormilo pravca su dodatno opremljeni rogljastom kompenzacijom (Slika 5). Za razliku od svog prethodnika, na PC-9M je dodatno povećana

uzdužna stabilnost ugradnjom dodatne površine između vertikalnog stabilizatora i nadtrupne peraje [1].



Slika 5. Aerodinamička rješenja poboljšanja upravljivosti na kormilu dubine i pravca

2.3. Aerodinamičke karakteristike zrakoplova PC-9M s aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora

Kada se govori o aerodinamičkim karakteristikama zrakoplova onda se analiziraju dvije stvari; upravljivost zrakoplova te stabilnost zrakoplova. Ove dvije stvari moraju biti proporcionalno odmjerene prilikom projektiranja zrakoplova, a omjer ovisi o namjeni samog zrakoplova. Pod pojmom upravljivost zrakoplova, podrazumijeva se željeni odziv zrakoplova oko osi na pomak komandi leta. Na neki način, upravljivosti je suprotna stabilnost. Dakle, što je zrakoplov statički stabilniji, biti će potrebna veća aerodinamička sila kako bi ga se pokrenulo iz ravnotežnog položaja.

Prilikom konstruiranja PC-9M kao i njegovog prethodnika, aerodinamički zahtjevi su bili prilagođeni vojnom školskom zrakoplovu koji će pilotu omogućiti prilagodbu mlaznom borbenom avionu. Dakle, s jedne strane se vodilo računa o tome da se pilot mora prilagoditi ekstremnim uvjetima koji su radna sredina borbenih aviona, a što podrazumijeva velika G opterećenja, veliki spektar izvođenja akrobacija, dok s druge strane školski avion podrazumijeva i obuku neiskusnih pilota koji se relativno rano susreću s vojnim letenjem što

zahtjeva od aviona veću toleranciju na greške pilota kao što su prekoračenje dozvoljenih parametara leta ili tvrđa slijetanja. Iz ovoga se može zaključiti da je kod školskih aviona pa tako i PC-9M odnos upravljivosti i stabilnosti poprilično izbalansiran.

Ako se promatra PC-9M iz aspekta stabilnosti i upravljivosti, a u svrhu zrakoplovnog izviđanja i nadzora, također se može zaključiti da omjer i pravilna izbalansiranost navedenih dviju karakteristika igra važnu ulogu. Tako je na primjer prilikom izviđanja iz zraka i vizualne pretrage terena poželjna karakteristika što veća stabilnost zrakoplova dok je prilikom i nakon otkrivanja objekta pretrage i prilaženja za identifikaciju važna karakteristika velika upravljivost zrakoplova.

Također, kada se govori o aerodinamičkim karakteristikama zrakoplova treba spomenuti i brzinu zrakoplova. Kod PC-9M raspon efikasne brzine je od 70 čvorova do 270 čvorova instrumentalne brzine pri čemu se upravljivost i stabilnost uz pravilno upravljanje zrakoplovom neznatno mijenja. Smanjenje, odnosno povećanje pragova brzine ima smisla isključivo pri zadaćama presretanja ciljeva u zraku ili u svrhu smanjenja vremena reakcije u zadaćama traganja i spašavanja [1].

S obzirom na sve prethodno napisano, možemo zaključiti kako je PC-9M s gledišta aerodinamike iznimno zahvalan za zadaće zrakoplovnog izviđanja i nadzora.

2.4.Ostale karakteristike zrakoplova PC-9M

Prilikom izvršavanja zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora, u prednjoj kabini upravlja zapovjednik zrakoplova dok je u stražnjoj kabini kopilot, najčešće u ulozi navigatora. Poklopac kabine je na prednjoj strani ojačan radi zaštite od udara ptica koje nerijetko stvaraju probleme, posebno tijekom leta na malim visinama u zadaćama traganja i spašavanja. Također, poklopac je opremljen sustavom za odmagljivanje. Prilikom konstrukcije aviona vodilo se računa da kokpit bude rasporedom instrumenata sličan kokpitu suvremenih borbenih aviona (Slika 6), prilagođen pilotu, pregledan, prostran, da nudi sve

potrebne informacije neophodne za let i omogućava jednostavno upravljanje zrakoplovom i njegovim sustavima.



1 - HOTAS komande leta
2 - Ručice trapa i flapsova
3 – G-metar, pomoćni UH, pomoćni visinomjer, navigacijski sat
4 – Indikator napadnog kuta (AoA indicator)
5 – Navigacijski instrumenti
6 – Motorski instrumenti
7 – GPS, radio komunikacijske i navigacijske stanice
8 – Panel upozorbe na opasnost
9 – Prekidači generatora i baterijskog napajanja
10 – Prekidači za pokretanje i gorivne pumpe
11 –Panel osvjetljenja
12 – Panel sustava kisika
13 – Panel sustava klimatizacije
14 – Ručica izbacivog sjedala

Slika 6. Raspored instrumenata i sustava unutar kokpita zrakoplova PC-9M

Sustav upozorbe na opasnost se sastoji od središnjeg sustava upozorbe (CWS-Central Warning System), zvučnog sustava (AWS-Aural Warning System) te sustava instrumenata motora (EIS-Engine Instrument System). Ova tri podsustava omogućavaju pilotu neometano koncentriranje na izvršenje zadaće ili na letne instrumente pravovremeno ga obavještavajući o eventualnom problemu u radu nekog od sustava zrakoplova. Zvučna signalizacija je posebno korisna pri letu na malim brzinama i velikim napadnim kutevima kada postoji povećana opasnost od sloma uzgona zrakoplova ili pak nepravilnom radu s konfiguracijom. Upozorenje za prevučeni let javlja se pet do deset čvorova prije početka sloma uzgona što pilotu daje dovoljno vremena za reakciju .

Upravljačka palica i ručica snage su HOTAS tipa (Hands on throttle and stick) što znači da teoretski pilot može cijeli let izvršiti bez pomicanja ruku sa jedne od komandi leta (Slika 7). To je omogućeno smještanjem prekidača trimera, zračne kočnice, radio predaje, prekidača selektora aktivne radio stanice te prekidača za aktivaciju upravljanja nosnom nogom na navedene dvije ručice.



Slika7. Upravljačka palica i ručica snage HOTAS tipa

Sustav klimatizacije aviona osigurava grijanje i provjetravanje kabine, a pokazao se efikasan u svim atmosferskim uvjetima pri vanjskim temperaturama od -55°C do +50°C što

je ujedno i granična operativna temperatura zrakoplova. Ovaj sustav se kako smo već ranije napisali, osim za klimatizaciju koristi još i za odmagljivanje poklopca kabine.

Sustav opskrbe kisikom omogućuje let posadi na velikim visinama. Sustav se ne sastoji od uređaja za proizvodnju kisika već je kisik u plinovitom stanju pod pritiskom smješten u cilindru koji se nalazi u stražnjem dijelu zrakoplova iza drugog sjedala. Regulator kisika kontrolira pritisak i automatski regulira mješavinu kisik-zrak sve do visine od 30 000 stopa, a u slučaju izvanredne situacije moguće je i ručno prebacivanje smjese na 100% kisik. Prilikom zadaća na malim visinama autonomija spremnika s potrošnjom normalno obogaćene mješavine zrak-kisik iznosi otprilike četiri sata dok je na nejvećoj operativnoj visini zrakoplova to vrijeme za gotovo jedan sat manje.

Pitot statički sustav šalje informacije o statičkom i ukupnom tlaku koji se prikazuju na brzinomjeru/machmetru, visinomjeru/variometru te pomoćnom visinomjeru. Pitot statički sustav električki je grijan kao i indikator napadnog kuta te krakovi elise. Od navigacijskih instrumenata tu su još elektronički pokazivač položaja EADI (Electronic attitude direction indicator), EHSI (Electronic horizontal situation indicator) te radio magnetni pokazivač RMI (Radio magnetic indicator). Ovi instrumenti dobivaju informacije preko sustava pokazivanja položaja i pravca AHRS (Attitude and heading reference system) koji jezapravo žiroskopski davač kutne brzine i pokazivač ubrzanja smješten pri vrhu desnog krila. GPS uređaj proizvođača Bendix King je izrazito pouzdan i precizan, jednostavan za rukovanje, nudi velik broj taktičko navigacijskih mogućnosti, međutim, kao veliki nedostatak pokazalo se nepostojanje mogućnosti pokretnog prikaza mape (eng. Moving map) posebno korisne za brzo orjentiranje korisno pri taktičkim djelovanjima kao što su akcije zrakoplovnog izviđanja i nadzora. Od ostalih instrumenata tu su još pričuvni umjetni horizont, G-metar, magnetni kompas, sat.

Sustav osvjetljenja zrakoplova sastoji se od unutarnjeg i vanjskog osvjetljenja. Vanjsko osvjetljenje sastoji se od navigacijskih svjetala, pozicijskog svijetla i svijetla protiv sudara (eng. Strobe). Unutarnje osvjetljenje se sastoji od svjetala instrumenata podesive jačine te također podesivih pomoćnih svjetala pilotske kabine. Važno je napomenuti da ovakvo osvjetljenje nije prilagođeno istovremenoj uporabi sustava za noćno gledanje (eng. Night

vision googles) te stoga nije moguće opremanje pilotske kacige infracrvenim sustavima za noćno gledanje, a samim time niti izvršavanje zadaća vizualnog izviđanja i nadzora noću.

Dvije VHF radio stanice i jedna UHF stanica nude pilotu dovoljno ulaznih audio informacija istovremeno. UHF stanica je namijenjena za komunikaciju između zrakoplova u zraku,a korisna se pokazala i za komunikaciju s brodovima u zadaćama traganja i spašavanja na moru. Dva navigacijska prijemnika te prijemnik automatskog pokazivača smjera omogućuju prijam informacija o navigacijskim sredstvima VOR i NDB .

Najveća novina PC-9M u odnosu na svog prethodnika PC-7 je automatsko izbacivo sjedalo CH-11A proizvođača „Martin Baker“ s kojim su opremljene obje kabine. Sam postupak izbacivanja moguće je obaviti zasebno svakim sjedalom ili združenim izbacivanjem odnosno aktivacijom iz zadnje kabine. Željeni način rada se odabire selektiranjem prekidača rada u zadnjoj kabini. Postupak izbacivanja moguće je sigurno obaviti na zemlji pri brzinama većim od 60 čvorova instrumentalne brzine sve do brzine od 400 čvorova i visine 40 000 stopa. Sjedalo je opremljeno paketom za preživljavanje te sustavom kisika za potrebe u nuždi koji snabdijeva pilota kisikom u slučaju iskakanja na velikim visinama. Paket preživljavanja koji koriste piloti Eskadrile aviona prilagođen je mediteranskim odnosno morskim uvjetima preživljavanja, a sadrži i čamac koji je garancija preživljavanja u navedenim uvjetima zimi [1].

2.5. Ostale karakteristike s aspekta zrakoplovnog izviđanja i nadzora

Sustavi zrakoplova, ergonomija kabine, navigacijski i letni instrumenti čimbenici su koji izravno utječu na način upravljanja odnosno eksploataciju zrakoplova. Nakon što je zrakoplov opremljen sustavima koji mu omogućavaju let unutar zadovoljenih sigurnosnih minimuma, oprema se sustavima koji mu omogućavaju eksploataciju unutar područja namjene zrakoplova. PC-9M je u prvom redu namijenjen školovanju vojnih pilota te je za te potrebe stupanj njegove opremljenosti zadovoljavajuć.

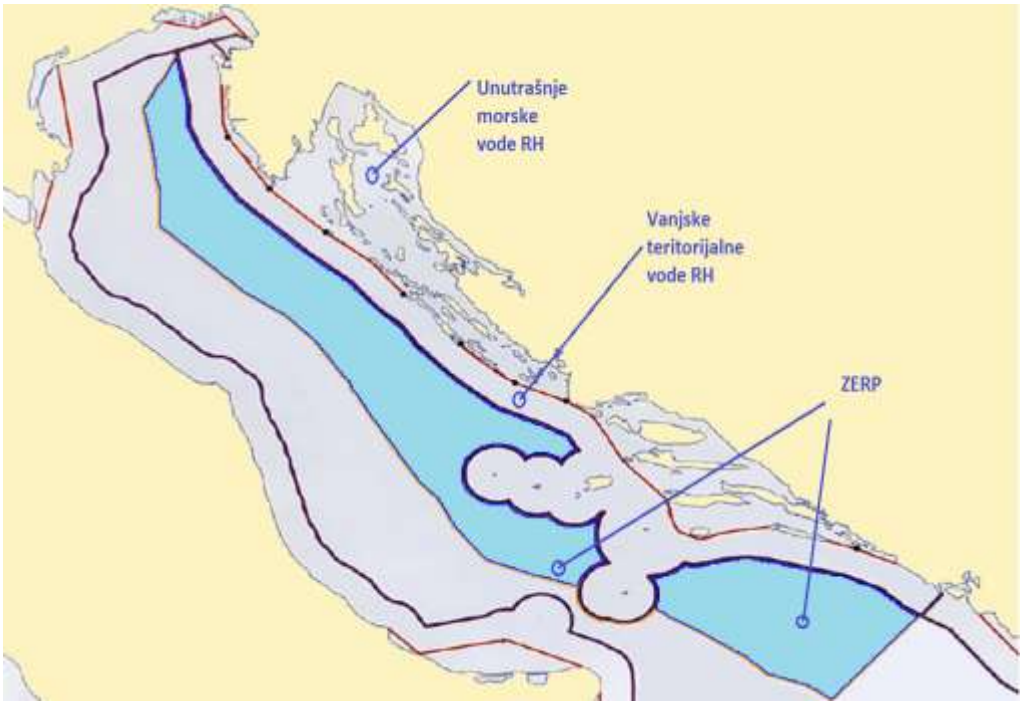
Promatrajući upotrebu ovog zrakoplova u zadaćama zrakoplovnog izviđanja i nadzora i uspoređujući ga sa opremljenosti drugih letjelica koje se koriste u ove svrhe, uočit

će se niz nedostataka. U prvom redu to se odnosi na fotoopremu zrakoplova koja u slučaju PC-9M kakvog koristi Eskadrila aviona ne postoji niti u vidu posebnih kontejnera koji bi se eventualno nosili na podvjesnim točkama kojima je moguće zrakoplov opremiti. Zatim oprema za noćno gledanje i snimanje/fotografiranje, moderniji GPS uređaj sa pokretnom mapom i slično. Od sustava poželjnih za ove vrste zadaća tu su autopilot, dodatni sustav prepoznavanja sloma uzgona, Data link sustav sa mogućnosti razmjene podataka iz drugih zrakoplova i radara itd.

3. ANALIZA ESKADRILE AVIONA U FUNKCIJI OBALNE STRAŽE

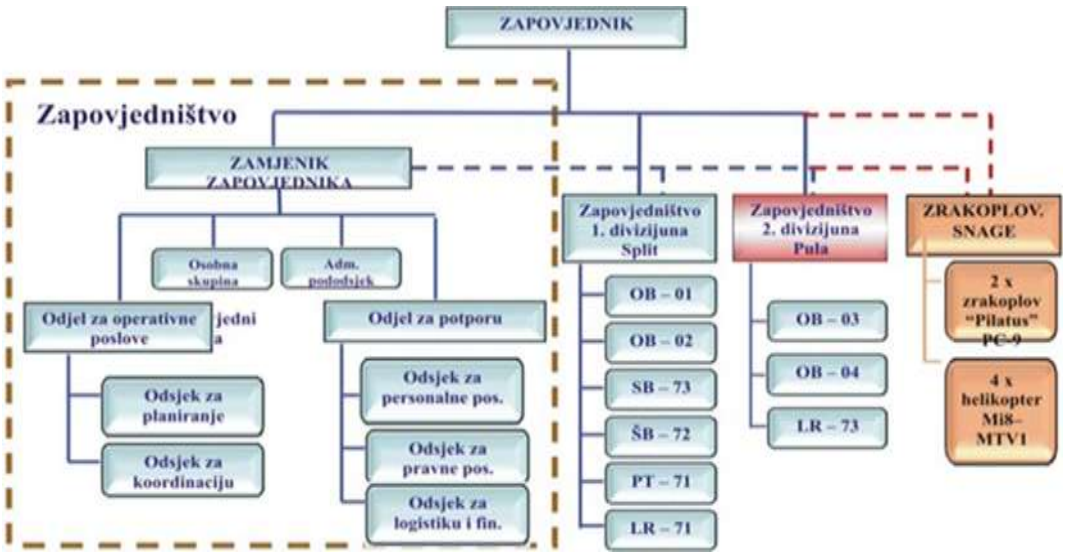
Obalna straža Republike Hrvatske je vojna organizacija sa policijskim ovlastima na moru, a nalazi se u sastavu Hrvatske ratne mornarice. Ustrojena je 2007. godine sa svrhom učinkovitijeg nadzora i zaštite prava i interesa Republike Hrvatske na moru (Slika 8). Temeljem Zakona o Obalnoj straži Republike Hrvatske, ovlasti obalne straže su zaštita suvereniteta i jurisdikcije RH na moru, suzbijanje i sprečavanje terorizma, organiziranog međunarodnog kriminala i širenja oružja za masovno uništenje, suzbijanje piratstva, sigurnost plovidbe, traganje i spašavanje, nadzor morskog ribarstva te zaštita morskog okoliša, prirode i kulturne baštine.

Obalna straža RH sastavljena je od dva divizijuna (Slika 9); 1. divizijun obalne straže u Splitu te 2. divizijun obalne straže u Puli. Oni su direktno podređeni zapovjedniku Obalne straže odnosno Zapovjedništvu Hrvatske ratne mornarice koje pak dalje slijedi liniju zapovjedanja preko Ministarstva obrane do Vrhovnog zapovjednika. Zapovjedništvo Obalne straže nadležno je za planiranje i provedbu zadaća Obalne straže te koordinaciju s drugim nadležnim tijelima [3].



Slika 8. Područje nadležnosti Obalne straže RH [3]

Zrakoplovne snage Ost RH, operativno su podređene zapovjedniku Ost, a sastavljene su od četiri helikoptera MIL Mi-8 te dva aviona Pilatus PC-9M. Letjelice su smještene u letjelištu Divulje te na aerodromu Zemunik, a inače djeluju u sastavu Eskadrile aviona odnosno u sastavu Eskadrile transportnih helikoptera. U Eskadrili aviona nalaze se dvije posade od kojih je prva spremna reagirati na zadaću u vremenskom roku od 30 minuta, dok je kod druge posade to vrijeme 90 minuta. Po potrebi istovremeno se može angažirati i više posada u ovisnosti o raspoloživim resursima Eskadrile. Dokumenti kojima se posade EA vode pri izvršavanju zadaća su „Standardni operativni postupci (SOP) u sustavu nadzora i zaštite unutrašnjih voda, teritorijalnog mora i zaštićenog ribolovno-ekološkog pojasa“, „Program osposobljavanja pilota za potrebe dežurstva Obalne straže“ (prosinac 2007.g) te „Elaborat dežurne posade Eskadrile aviona u sustavu namjenski organiziranih snaga HRZ i PZO za nadzor i zaštitu unutrašnjih morskih voda, teritorijalnog mora i zaštićenog ribolovno-ekološkog pojasa “Služba traganja i spašavanja na moru u RH



Slika 9. Ustroj Obalne straže RH [3]

3.1. Dosadašnja iskustva Eskadrile aviona

Eskadrila aviona u sastavu OSt djeluje od njezinog osnutka 2007. godine i do danas je sudjelovala u brojnim zadaćama traganja i spašavanja, nadzora morske granice, nadzora morskog ribarstva te zaštite okoliša. Veliki broj navedenih zadaća izvršen je uspješno unatoč ograničenim taktičkim mogućnostima, prvenstveno opremom aviona prilagođenom u prvom redu za školovanje pilota pa tek onda izvršavanju namjenskih zadaća. Dakle, sve zadaće zrakoplovnog izviđanja i nadzora pa tako i zadaće za potrebe obalne straže obavljaju se isključivo vizualnom pretragom terena. Relativno slaba opremljenost zrakoplova pokazala se kao glavni nedostatak, a razlog je zašto se zrakoplov i češće ne upotrebljava u zadaćama OSt.

Osposobljavanje pilota Eskadrile aviona za zadaće OSt provodi se najčešće odmah po završetku školovanja pilota s obzirom da za navedene zadaće u ulozi kopilota nije potrebno duže letačko iskustvo. Naime, zadaća kopilota je praćenje i kontrola navigacijskih parametara leta, vizualna pretraga zadanog sektora pretraživanja te fotografiranje objekta pretrage. Pilot zrakoplova, zapovjednik posade OSt ima zadaću vođenja zrakoplova tijekom cijelog leta uz kontrolu svih parametara koji su potrebni da bi se zadaća provela uspješno i sigurno, vođenje komunikacije sa nadležnom kontrolom leta te sa vojnom službom zračnog motrenja i navođenja. Također, pilot ima zadaću vizualne pretrage svog sektora pretraživanja i odgovoran je za pripremu leta te analizu i postupke nakon leta. Iz svega gore napisanog proizlazi da je uloga pilota u zadaćama OSt mnogo složenija te je stoga praksa da se za ovu ulogu školuju iskusniji nastavnici letenja Eskadrile aviona sa dužim letačkim stažem. Uvježbavanje i trenaža posada OSt provodi se redovnim letovima nadzora morske granice (u prosjeku jedan let tjedno) odnosno združenim vježbama sa pomorskim snagama Obalne straže (dva do tri puta godišnje), a vježbe se odnose na traganje i spašavanje osobe u moru, evidentiranje i sprječavanje ekološke ugroze te sprječavanje međunarodnog kriminala.

EA sa avionima PC-9M djeluje isključivo iz Zrakoplovne baze Zemunik pokraj Zadra, a ostale aerodrome koristi samo u slučaju nužde. Geografska pozicija aerodroma osigurava pokrivenost cijele morske površine hrvatskog dijela Jadranskog mora te do sada unatoč nemogućnosti korištenja dodatnih spremnika sa gorivom nije bilo problema pri izvršavanju zadaća čak niti kada je riječ o zadaćama traganja i spašavanja, a koje su po pitanju doleta i

istrajnosti leta najzahtjevnije. Kada je riječ o nadzoru morske granice RH, tada se zadaća planira iz dva leta pa se tako zasebno vrši nadzor Južnog i dijela Srednjeg Jadrana, a zasebno Sjevernog i dijela Srednjeg Jadrana. Prilikom ovakvog nadzora morske granice, u slučaju nailaska na nepredviđenu situaciju koja bi zahtijevala zadržavanje na određenoj poziciji, zadaća bi se najvjerojatnije morala nastaviti dodatnim letom. Dakle, dolet zrakoplova koristeći isključivo interne spremnike s gorivom je zadovoljavajući, međutim, ugradnjom dodatnih podkrilnih spremnika i povećanjem istrajnosti leta, kvaliteta izvršenja zadaća nadzora bi se znatno povećala.

Zadaće za potrebe OSt su se do sada izvršavale isključivo za vidnog dijela dana, a zbog nepostojanja opreme za noćno gledanje, odnosno snimanje i fotografiranje. Navedeni problem produžuje vrijeme reakcije kada se zahtjev za letom dogodi tijekom noći odnosno prekida ili odgađa izvršenje zadaće ukoliko se ona odvija neposredno prije noći.

Praksa je pokazala da tijekom vremenskih uvjeta pri kojima bi zbog ograničenja zrakoplova, letenje bilo onemogućeno, nema zahtjeva za letovima za potrebe traganja i spašavanja odnosno nadzora morske granice. Razlozi su slična ograničenja ribarskih brodova za obavljanje gospodarskog ribolova odnosno općenito nemogućnost plovidbe na djelu Jadrana koji je pod nadležnosti RH. Dakle, uz u današnje vrijeme vrlo precizne sustave prognoze vremena i općenito meteorološke situacije na moru, pri lošim vremenskim uvjetima i promet na moru se minimalizira te se stoga i broj izvanrednih situacija za koje bi pomoć iz zraka bila potrebna svodi na minimalan broj.

Vizualno pretraživanje morske površine obavlja se od strane oba člana posade gdje svaki od članova pretražuje svoj unaprijed dogovoreni sektor lijevo ili desno od osi zrakoplova. Visina pretraživanja varira od zakonski dozvoljenih 300 stopa iznad terena pa sve do 2000 stopa koliko je praksa pokazala kao gornju graničnu visinu za otkrivanje i prepoznavanje objekata pretrage pri vizualnom pretraživanju. Problematična se pokazala donja granična visina kada je potrebno detaljnije analizirati uočeni objekt bilo da se radi o traženoj osobi u moru ili identifikaciji registarske oznake ili zastave pripadnosti plovila (Slika 10). Kada je u pitanju prilazak brodu poradi očitavanja registarske oznake i oznake pripadnosti ili fotografiranja, isto se vrši prilaženjem sa pramčane strane. Razlog je uobičajeno zadržavanje jata ptica iza broda (Slika 11), a koje mogu rezultirati sudarom (eng.

Bird strike) i možebitno teže posljedice po zrakoplov i posadu. Količina ptica u blizini broda može biti tolika da je prilazak brodu i navedeno očitavanje potpuno onemogućeno. Procedure i načini pretrage propisani su u već navedenom „Programu osposobljavanja pilota za potrebe Obalne straže“, a u praksi se najčešće svode na metode pretrage paralelnim kursevima, kvadratnu metodu ili pretraživanje po ruti. O metodama i načinima pretrage više riječi biti će u sljedećim poglavljima [4] .



Slika 10. Fotografija broda 'Nebeski' sa visine 300 stopa AGL i sa visine 100 stopa AGL



Slika 11. Ribarski brod okružen jatom galebova

U tablici 1 su analizirani podaci o letovima za navedene godine. Redovni letovi nadzora morske granice imaju tendenciju smanjivanja od početka djelovanja Eskadrile aviona u funkciji Obalne straže RH. Broj letova za ove potrebe uglavnom ovisi o razini ugroze od stranih ribarica te sumnje u odvijanje međunarodnog kriminala u području nadležnosti OSt, a usklađen je i sa raspoloživosti resursa Eskadrile aviona. 2015. godina tako bilježi značajan pad redovnih letova nadzora morske granice zbog neplaniranih izvanrednih promjena u ljudskim resursima te povećanim zahtjevima za izvršavanja ostalih zadaća Eskadrile aviona.

Tablica 1. Broj i vrsta izvršenih zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora

	Redovni letovi nadzora morske granice	Traganje i spašavanje	Evidentiranje ekološke ugroze	Sudjelovanje u vježbama OSt	Ostalo
2007.	72	3	2	1	3
2008.	67	11	9	2	2
2009.	95	8	10	2	2
2010.	36	8	7	1	-
2011.	50	3	-	1	-
2012	36	16	2	2	2
2013.	37	2	1	2	4
2014.	37	12	1	3	1
2015.	6	6	1	1	-

Zadaće evidentiranja ekološke ugroze podrazumijevaju pretragu morske površine u potrazi za dojavljenim onečišćenjima naftnim mrljama ili značajnija onečišćenja stranim predmetima na morskoj površini. Od 33 zadaće za ove potrebe, nešto više od 50% (18 zadaća) zadaća je rezultiralo pronalaskom i evidentiranjem traženog onečišćenja ili više njih.

Vježbe OSt svode se na vježbe evidentiranja i sprječavanja ekološke ugroze, vježbe traganja i spašavanja ili vježbe pružanja taktičke potpore brodovima OSt. Broj godišnjih vježbi je konstantan i varira od jedne do tri vježbe. Pod ostalim zadaćama podrazumijevaju se zadaće evidentiranja sumnjivih plovila, zadaće pratnje i taktičkog osiguravanja brodova OSt kao i zadaće provjere ispravnosti sustava i procedura OSt. Kao i kod vježbi OSt, broj zadaća ovakvog tipa je konstantan.

Nešto više od 15% od ukupnog broja zadaća otpada na zadaće za potrebe traganja i spašavanja na moru, ukupno njih 69. Analizirajući ovu brojku potrebno je naglasiti da je u nekim od zadaća izvršeno više letova. Od ukupno 69 zadaća za ove potrebe, samo ih je nekolicina rezultirala pronalaskom objekta pretrage. Kada se govori o uspješnosti pretraga teško je dati konačnu ocjenu uspješnosti istih s obzirom da se za veliki broj objekata pretrage ne može sa sigurnošću konstatirati da li je uopće postojala mogućnost pronalaska traženih

objekata. Naime, u mnogim slučajevima potrage za osobom u moru, za istu se pokazalo da ili nije bila u zoni pretrage ili u zoni pretrage nije bila na morskoj površini.

Simptomatičan podatak kada se govori o zadaćama traganja i spašavanja je znatno povećan broj intervencija u ljetnim mjesecima. Gotovo 90% zadaća traganja i spašavanja izvršeno je u vremenskom periodu od lipnja do rujna, a zadaće su se uglavnom odvijale nakon ljetnih nevera i nakon bure. Navedene meteorološke pojave karakteriziraju izrazito nepovoljni uvjeti plovidbe na moru te nepredvidivost. Uzrok zadaća u zimskim mjesecima uglavnom je bila Bura. S obzirom na navedene podatke te mogućnost relativno precizne prognoze vremena koju omogućavaju današnji prognostički sustavi, nameće se zaključak da bi se moguće intervencije u određenoj mjeri mogle unaprijed predvidjeti, a samim time i racionalizirati sustav dežurstva čime bi se doprinijelo kvaliteti sustava traganja i spašavanja u cjelini.

Promatrajući zadaće traganja i spašavanja sa geografskog aspekta može se zaključiti kako je na Sjevernom Jadranu, u području Kvarnera i Kvarnerića te u Velebitskom kanalu, nešto veću opasnost predstavljala bura dok su nevere bile češći uzrok zadaća traganja i spašavanja na Južnom Jadranu. Zadaće traganja i spašavanja koje su se odvijale na Srednjem Jadranu nisu bile uzrokovane meteorološkim neprilikama već isključivo ljudskim faktorom kao i određen broj zadaća na preostalom dijelu Jadranu.

3.2. Redovni letovi nadzora morske granice

Redovni letovi nadzora morske granice za cilj imaju evidentiranje sumnjivih plovila na moru poradi suzbijanja i spriječavanja terorizma, organiziranog međunarodnog kriminala i širenja oružja za masovno uništenje, suzbijanje piratstva, sigurnost plovidbe, te nadzor morskog ribarstva i zaštita morskog okoliša. Osim navedenoga, zadaće nadzora morske granice izvršavaju se i poradi održavanja trenaže i zadovoljavajućeg stupnja osposobljenosti posada Eskadrile aviona.

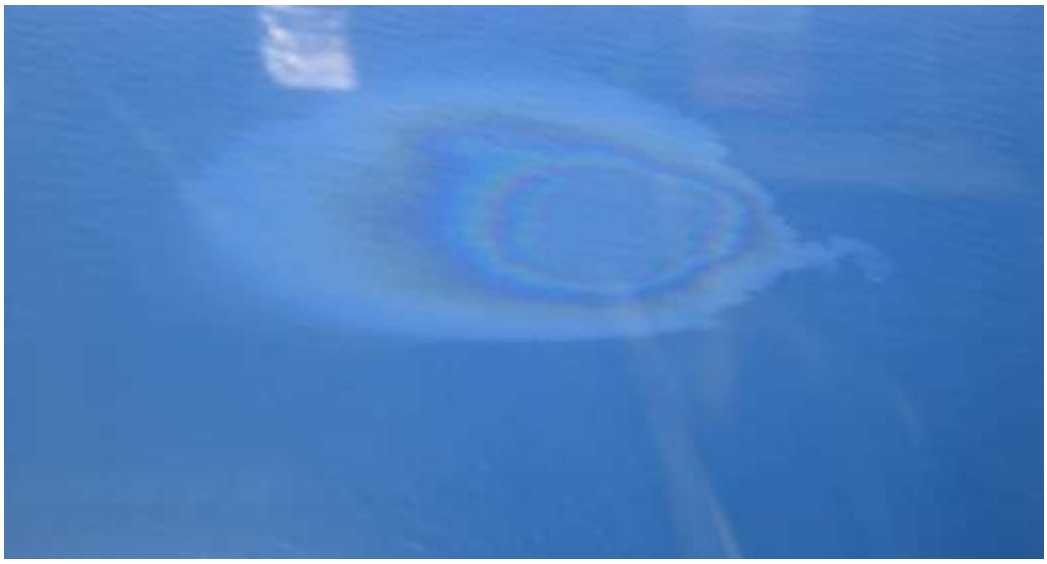
Zbog ograničenog doleta zrakoplova nije moguće izvršiti nadzor cjelokupne granice u jednoj misiji (Slika 12). Stoga se nadzor morske granice RH izvodi kroz dvije misije gdje se u svakoj misiji zasebno vrši nadzor Južnog i dijela Srednjeg Jadrana odnosno Sjevernog i dijela Srednjeg Jadrana gdje se vrši i nadzor plinskih platformi. Letovi se izvode na malim visinama po unaprijed planiranim rutama pod nadzorom sustava zračnog motrenja i navođenja (ZMIN) te u koordinaciji sa ostalim tijelima OSt.



Slika 12. Područja i načelne rute nadzora morske granice i teritorijalnog mora RH [4]

3.3.Evidentiranje ekološke ugroze

Evidentiranje ekološke ugroze vrši se po zapovjedi Zapovjedništva OSt. Onečišćenja koja se evidentiraju najčešće su lako uočljiva iz zraka u obliku naftnih mrlja na morskoj površini koja se od ostale površine razlikuje drugačijim nijansama boje i uobičajeno manjim stupnjem valovitosti mora u području koje je onečišćeno (Slika 13). Naftne mrlje mogu nastati havarijom broda i doticajem goriva, maziva i ulja sa morskom površinom (Slika 14) ili zbog nepažnje no osim ovih vrsta onečišćenja tijekom redovnih zadaća nadzora morske granice mogu se otkriti i onečišćenja na morskoj površini nastala stranim predmetima (slika 15). Razlog otkrivanja ove vrste onečišćenja isključivo zrakoplovnim izviđanjem je nemogućnost detektiranja spomenutih stranih predmeta iz satelita.



Slika 13. Naftna mrlja na morskoj površini uslikana iz zrakoplova PC-9M



Slika 14. Onečišćenje iz broda fotografirano iz zrakoplova PC-9M



Slika 15. Linija onečišćenja stranim predmetima formirana morskom strujom

3.4.Traganje i spašavanje na moru

Preko 90% svih zadaća Eskadrile aviona u okviru zadaća za potrebe OSt spada pod zadaće traganja i spašavanja na moru. One su ujedno vremenski najduže i najzahtjevnije po pitanju taktičke pripreme leta kao i same provedbe. Služba traganja i spašavanja na moru u RH sastoji se od Stožera službe traganja i spašavanja, Nacionalne središnjice za usklađivanje traganja i spašavanja na moru, pod središnjica traganja i spašavanja (lučke kapetanije Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Split, Ploče i Dubrovnik), obalnih promatračkih jedinica (lučke ispostave svih lučkih kapetanija + obalne radio postaje + čuvani svjetionici + motrilačke postaje Hrvatske ratne mornarice), te jedinica traganja i spašavanja (pomorske, zrakoplovne i kopnene jedinice). Osnovne zadaće Nacionalne središnjice za usklađivanje traganja i spašavanja na moru su usklađivanje akcija traganja i spašavanja na moru, obavljanje nadzora pomorskog prometa te kontrola sigurnosti plovidbe te koordiniranje djelovanja u slučaju iznenadnog onečišćenja mora. Područje nadležnosti prostire se od unutrašnjih morskih voda i teritorijalnog mora Republike Hrvatske, koje Nacionalna središnjica nadzire uz pomoć svojih pod središnjica, pa do zone između teritorijalnog mora i područja otvorenog mora do linije razgraničenja sa susjednim državama u Jadranskom moru, a kako je utvrđeno njihovim međusobnim sporazumom i kao takvo prijavljeno Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (IMO). Nacionalna središnjica – MRCC Rijeka, sve pod središnjice (lučke kapetanije) i njihove lučke ispostave, te sve obalne radio postaje (Rijeka radio, Split radio i Dubrovnik radio) održavaju pomorsku radijsku službu bdijenja na međunarodno utvrđenim frekvencijama i kanalima za pogibelj, hitnost i sigurnost, a sve u skladu sa svjetskim pomorskim sustavom pogibelji i sigurnosti. Odlukom Vlade RH osnovana je Koordinacija Vlade Republike Hrvatske za usklađivanje obavljanja poslova nadzora i zaštite unutrašnjih morskih voda, teritorijalnog mora i zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa Republike Hrvatske, u čiji je rad uključeno 8 Ministarstava. Na terenu je osnovano 8 područnih Koordinacija, a zapovjednik svake područne Koordinacije je lučki kapetan. U službu traganja i spašavanja na moru pod nadležnošću Koordinacije uključena su 48 plovila Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture, 38 plovila Ministarstva unutarnjih poslova te zračne jedinice MUP-a i MORH-a. Po potrebi se uključuju tegljačke i ekološke jedinice, te plovila i zrakoplovi u privatnom vlasništvu. Zbog tehničkih ograničenja zrakoplova kada je u pitanju

ovakav oblik zadaće te zbog same činjenice da se radi o vrsti zrakoplova koja nije u mogućnosti slijetati na morsku površinu, Eskadrila aviona obavlja isključivo dio zadaće koji se odnosi na traganje [3].

Za razliku od većine drugih zadaća unutar okvira Ost i van nje, zadaće traganja i spašavanja kao konačni rezultat mogu imati spašen ljudski život ili više njih, stoga važnost taktičkih postupaka posade pri planiranju i izvršenju zadaće kao i usklađenost cijelog sustava mora biti besprijekorna. Osim traganja za nestalim osobama, akcije traganja i spašavanja paralelno mogu biti usmjerene pretrazi morske površine ili uzobalnog područja u cilju pronalaska dijelova nestalih zrakoplova, dijelova plovila, opreme koja je sastavni dio plovila ili čitavih plovila. Teoretska priprema i obučenost posade prije dobivanja poziva za zadaću direktno utječe na pravodobno polijetanje umanjujući na taj način vrijeme reakcije. Preciznost u izračunu i pridržavanju proračunatih elemenata leta na ruti, korištenje navigacijskih sredstava na kopnu te vođenje računske i radionavigacije, poznavanje postupaka i načina pretrage utječu na to hoće li objekt pretrage odnosno osoba u moru biti pronađeni. U narednim poglavljima traganja i spašavanja na moru biti će obrađena problematika otkrivanja i evidentiranja objekta pretrage matematičkim metodama te čimbenici koji utječu na isto. S obzirom da je traganje i spašavanje najkompleksnija zadaća među ostalim opisanim zadaćama, a koje se tiču Eskadrile aviona u funkciji obalne straže, opisane metode i teoretska znanja primjenjivi su i na zadaće evidentiranja ekološke ugroze odnosno nadzora morske granice RH.

3.4.1.Specifičnosti letenja za potrebe traganja i spašavanja

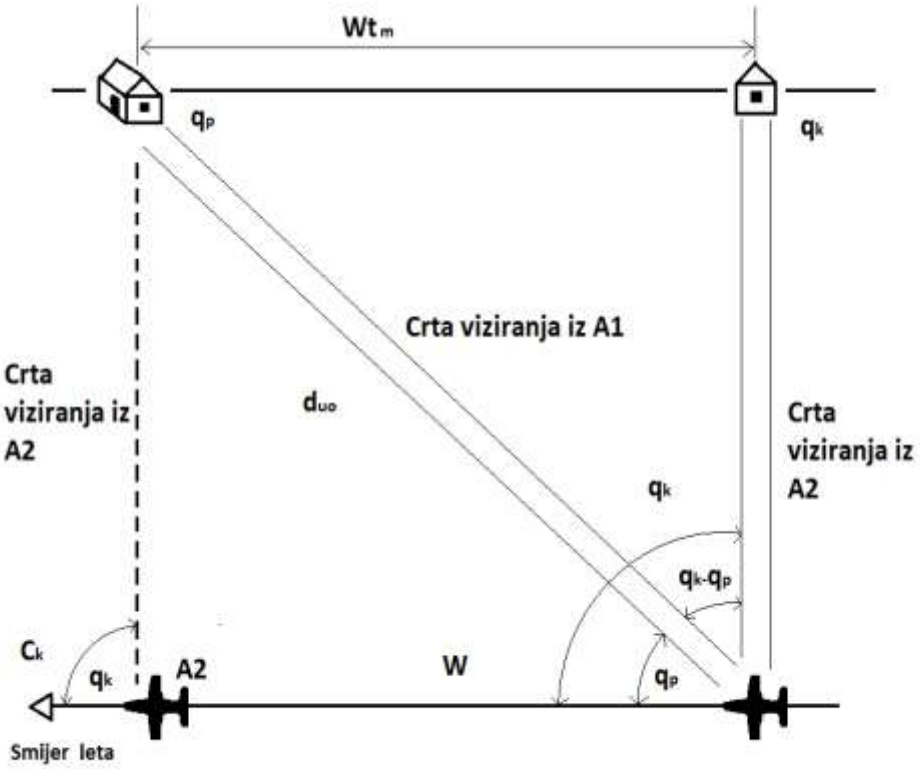
Pretraga morske površine ili uzobalnog područja je vrlo složena zadaća budući da se u načelu takvi letovi obavljaju na maloj visini s nizom specifičnosti koje otegotno utječu na vođenje zrakoplova. Prilikom pretrage terena rad i postupci posade usmjereni su na pronalaženje objekta pretrage odnosno osobe oslanjajući se na vlastite fiziološke parametre oka, sposobnost zapažanja i utreniranost. Osim navedenih parametara, važnu ulogu u tome hoće li objekt pretrage biti uočen, ima sam objekt pretrage, da li je u kretanju ili ne, visina pretrage, udaljenost od objekta, vidljivost, doba dana, položaj sunca u odnosu na smijer leta i vizualno traženje, valovitost i boja mora, vegetacija uzobalnog pojasa itd. Uključivanjem navedenih parametara u kompleksne psiho-senzorne procese kao što su pozornost, iskustvo, predodžba, pamćenje, interes, logičko razmišljanje ili emocionalno stanje pilota, dobivamo efikasan aparat koji će nam omogućiti da objekt pretrage bude uočen.

Pod uspješno realiziranom zadaćom traganja i spašavanja podrazumijeva se uočen objekt pretrage bilo da se radi o osobi ili predmetu. Osim izravnog uočavanja objekta pretrage, mogu biti uočeni i drugi objekti povezani sa objektom pretrage koji nas mogu voditi ka konačnom pronalaženju cilja. Ukoliko je objekt pretrage zrakoplov, na morskoj površini je moguće uočiti samo dijelove zrakoplova kao što su dijelovi stajnog trapa, veći komadi oplate lakših materijala ili platneni dijelovi zrakoplova, papirnati materijali ili prsluci za spašavanje jarkih boja žutih ili crvenih nijansi. Ukoliko je objekt pretrage plovilo, specifični predmeti koji ostaju na površini nakon potonuća ili prevrtanja mogu biti platneni dijelovi jedara najčešće svijetlih boja, tapecirane površine za sjedenje, drveni pramčani poklopci i poklopci prostora motora, vesla, pajoli (podnice), plastični spremnici goriva najčešće crvene boje, cijeli frižideri, kašete od stiropora također svjetlijih boja ili plastične kašete tamnijih boja, razni konopi i tkanine, kolutasti prsluci za spašavanje crveno-bijele boje ili narančasti prsluci za spašavanje novijeg tipa. Osim navedenih predmeta, prevrtanje i potonuće broda ili aviona nerijetko karakterizira istjecanje goriva iz spremnika koje izbija na morsku površinu iznad mjesta potonuća, a uočljivo je ukoliko valovitost mora nije velika.

3.4.2.Vrijeme potrebno za prepoznavanje objekta pretrage

Vrijeme motrenja objekta (t_m) je trajanje vremena prilikom kojeg se objekt pretrage nalazi u vidnom polju pilota prilikom leta zrakoplova (Slika 16). Ono ovisi o daljini uočavanja objekta (d_{uo}), početnom kursnom kutu viziranja (q_p), krajnjem kursnom kutu viziranja (q_k) te putnoj brzini zrakoplova (W). Vrijeme potrebno za raspoznavanje objekta pretrage ovisi o osposobljenosti posade, meteorološkim uvjetima i preglednosti iz kabine, a iskustvo je pokazalo da se kreće od 3 do 8 sekundi [5].

Kursni kut viziranja je kut što ga zatvara os zrakoplova sa crtom viziranja na objekt pretrage, a može biti početni kut viziranja (q_p) odnosno kut između crte kursa (C_k) i crte viziranja u trenutku uočavanja objekta (točka A1) ili krajnji kursni kut viziranja (q_k) odnosno kut što ga zatvara crta kursa (C_k) sa crtom viziranja u trenutku kada objekt zbog fizičkih ograničenja pilota ili ograničenosti pregleda kabine više nije u mogućosti pratiti objekt pretrage (točka A2) [5].



Slika 16. Vrijeme motrenja objekta [5]

Iz slike proizlazi matematički model za izračunavanje vremena motrenja;

$$\mathrm{tm} = \frac{\mathrm{duo} - \mathrm{Hcot\ qk}}{W}$$

Gdje je:

t_m - raspoloživo vrijeme motrenja objekta izraženo u sekundama

d_{uo} - daljina uočavanja objekta izražena u metrima

q_p - početni kut viziranja

q_k - krajnji kut viziranja

W - putna brzina zrakoplova

Iz matematičkog izraza može se zaključiti da smanjenje brzine leta odnosno povećanje visine leta pozitivno utječe na krajnji ishod jednadžbe odnosno produljuje vrijeme promatranja objekta pretrage [5] .

3.4.3. Daljina uočavanja objekta

Daljina uočavanja je kosa udaljenost između oka pilota i objekta djelovanja. Postoji matematički model proračuna daljine uočavanja, međutim, u praksi se pokazao mnogo efikasnijim proračun daljine uočavanja (d_{uo}) objekta napamet pomoću unaprijed pripremljene matematički dobivene tablice (Tablica 2) [5].

Tablica 2. Proračun daljine uočavanja (d_{uo}) objekta napamet [5]

α°	65°	45°	30°	20°	15°	10°
d_{uo}	1.1 H	1.5 H	2 H	3 H	4 H	5 H

U tablici 3 u prvom redu vidi se kut viziranja izražen u stupnjevima, a u drugom redu daljina uočavanja objekta izražena u odnosu na visinu leta. Pilot za vrijeme leta procjenjuje kut viziranja uspoređujući položaj objekta u odnosu na referentne točke na krilu. Odredivši kut viziranja, množi odgovarajući koeficijent iz tablice 2 ili 3 (ovisno traži li udaljenost do objekta ili horizontalnu udaljenost do objekta) sa visinom leta očitanom sa brzinomjera ili machmetra zrakoplova te dobiva traženi podatak.

Tablica 3. Određivanje horizontalne udaljenosti od objekta (d_h) napamet [5]

α°	65°	45°	25°	15°	10°
d_h	0.5 H	1 H	2 H	4 H	6 H

3.4.4. Utjecaj turbulencija na efikasnost pretraživanja

Prilikom letenja u turbulentnoj atmosferi dolazi do vibracija cijelog zrakoplova koje se preko sjedala prenose do pilota negativno se odražavajući na njegovu radnu sposobnost, odvlače mu pažnju, ometaju vestibularis, smanjuju vidne sposobnosti i pojedine njegove dijelove dovode u međusobnu rezonanciju negativno utječući na funkcioniranje organizma u cjelini. Osim navedenih negativnih utjecaja na samog pilota, turbulentna atmosfera utječe na sam zrakoplov izbacujući ga iz ravnotežnog položaja što otežava upravljanje istim, dovodi do vibracije instrumenata otežavajući očitavanje.

Turbulencije koje se odražavaju na zrakoplov su izravno povezane sa stanjem atmosfere te karakteristikama samog zrakoplova. Zbog relativno velikog odnosa površine krila i težine zrakoplova, PC-9M je za razliku od većine drugih vojnih školskih zrakoplova nešto podložniji utjecaju turbulencija. Frekvencija vibracija je proporcionalna brzini leta, a

amplituda vibracija je obrnuto proporcionalna opterećenju krila zrakoplova. Veličina turbulencija u letu očituje se u promjenama sinusoidnih ubrzanja odnosno G sile pa tako ona u slabo i umjereno turbulentnoj atmosferi iznosi od 0.1G do 2G dok pri vrlo jakim turbulencijama te vrijednosti mogu porasti i do 4G [5] . Vrijednost od 4G uzima se u praksi kao granična vrijednost pri upravljanju zrakoplovom zbog naglog smanjenja radne sposobnosti pilota.

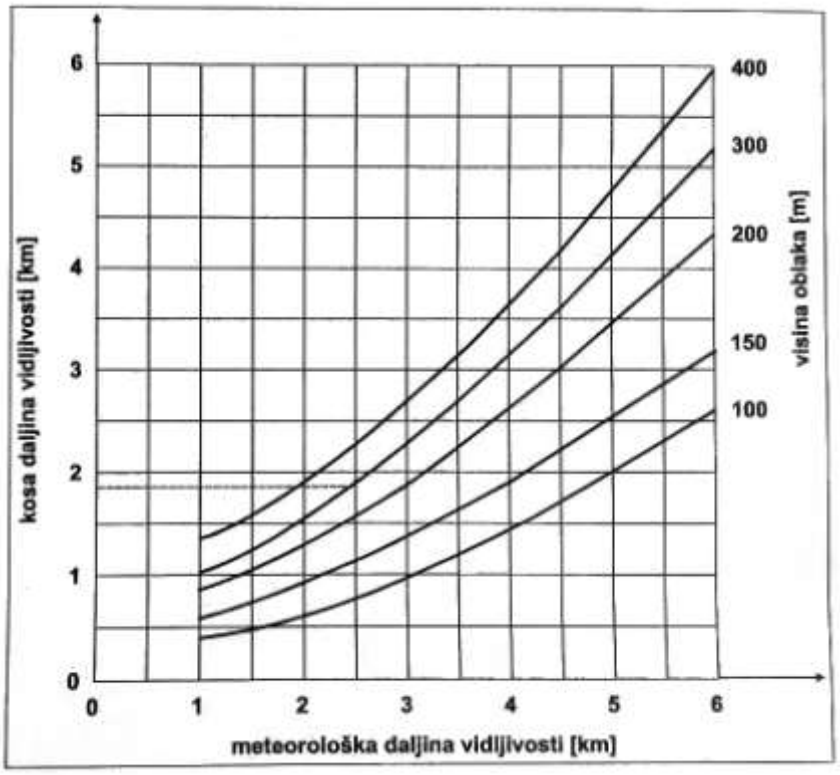
Već u uvjetima slabe turbulencije kod pilota se javljaju reakcije na iste u obliku statičke napetosti mišića u želji za ne mijenjanjem položaja tijela u odnosu na os leta zrakoplova. Osim toga, one uzrokuju negativne osjećaje povećavajući zamor pilota i smanjujući radnu sposobnost. Pojačavanjem vibracija dolazi do rezonancije pojedinih dijelova tijela. U praksi se pokazalo da najveći utjecaj na radnu sposobnost pilota imaju vibracije frekvencije do 12Hz. One veličine 2-4Hz utječu na trbušne organe uzrokujući morsku bolest, vibracije frekvencija 6-10Hz utječu na vestibularni sustav pilota izazivajući mučninu i prostornu dezorijentaciju, vibracije frekvencije 4-10Hz iskrivljuju govor, a poseban utjecaj imaju vibracije frekvencije od 8-10Hz koje utječu na oštrinu vida. U ovim slučajevima oštrina vida se smanjuje za 50-60% što uvelike umanjuje preciznost očitavanja instrumenata kao i prepoznavanje objekata pretrage [5] .

Prilikom pretrage terena u zadaćama traganja i spašavanja olakotna okolnost je samo okružje provedbe zadaće odnosno letenje iznad morske površine gdje nema velike razlike u temperaturi površine terena i zračne mase iznad morske površine te stoga nije izražena pojava izrazito turbulentne atmosfere koja bi onemogućila izvršenje zadaće ili znatno umanjila efikasnost iste. Nešto značajnija pojava turbulentne atmosfere događa se na prijelazu more-kopno, izraženije na stranama kopna ili otoka zaklonjenim od vjetra odnosno pri nisponim strujanjima zračne mase. Najzahtjevnije zadaće po pitanju turbulentne atmosfere su one koje se izvode u uvjetima izrazito vjetrovitog vremena, posebno sjevernih vjetrova u uzobalnim kanalima. Poznato je da je samo jedna zadaća Eskadrile aviona za potrebe zrakoplovnog izviđanja i nadzora bila prekinuta zbog turbulencija, no turbulencije su zasigurno znatno utjecale na kvalitetu samog izvršenja pojedinih zadaća.

3.4.5.Utjecaj vidljivosti na efikasnost pretraživanja

Kosa vidljivost predstavlja najvažniji čimbenik pri prosudbi vidlljivosti prilikom zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora. Kosa vidljivost podrazumijeva udaljenost oka pilota od objekta pretrage prilikom njegovog uočavanja, raspoznavanja ili stapanja sa okolinom odnosno nestanka iz vida. Također, kosa vidljivost se definira i još kao udaljenost na putanji planiranja s koje je pilot u mogućnosti uočiti uzletno-sletnu stazu. Meteorološka daljina vidljivosti je najveća daljina na kojoj se u vidnom dijelu dana izjednačavaju kontrasti između predmeta i pozadine, tj. predmet se prestaje vidjeti [5].

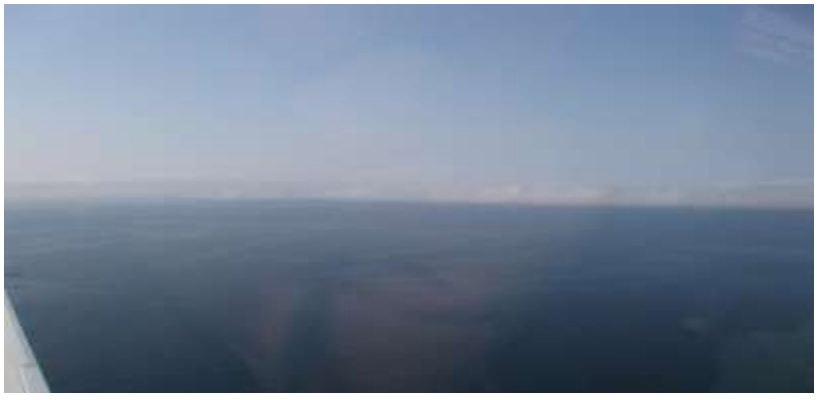
Oblačnost viša od 2000 stopa ne utječe znatnije na traženje objekata budući da se zadaće traganja i spašavanja kao i nadzora morske granice izvode na navedenim ili manjim visinama izuzevši dolazak ili odlazak u zonu pretrage. Navedene visine donje baze oblaka najčešće se događaju pri stratusnoj ili kumulusnoj naoblaci. Slučajeve kumulonimbusa i nimbostratusa nećemo proučavati budući da u takvim uvjetima zbog padalina meteorološka daljina vidljivosti najčešće ne zadovoljava propisane minimume za PC-9M. Na slici možemo vidjeti primjer gdje je meteorološka daljina vidljivosti 2.5km, visina oblaka 300m, a kosa vidljivost 1.8km (Grafikon 1).



Grafikon 1. Utjecaj oblačnosti na daljinu vidljivosti

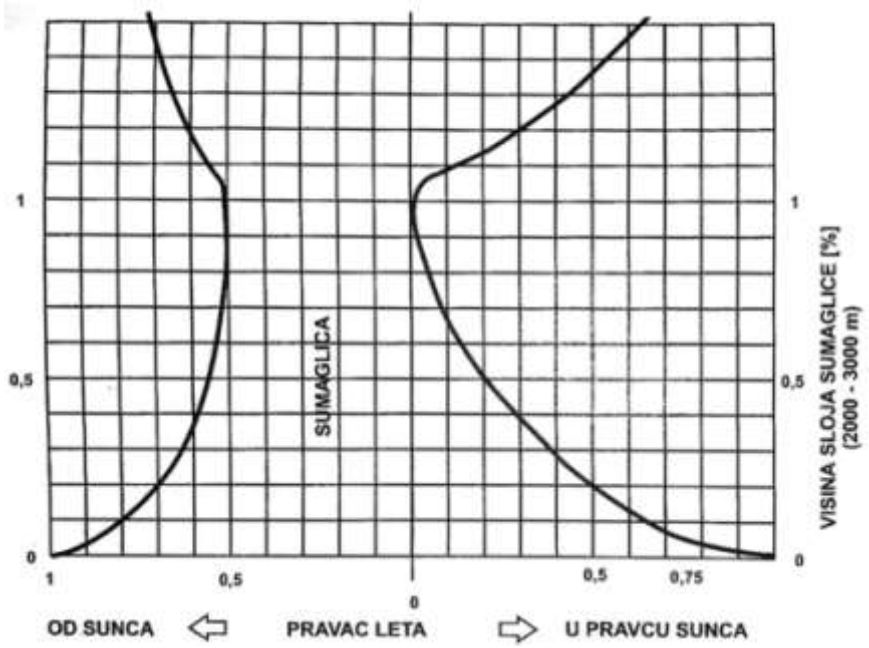
Izvor: [5]

Magla je meteorološka pojava u prizemnom sloju troposfere, prizemni oblak vodenih kapljica ili ledenih kristala koji su toliko sitni i lagani da uspijevaju lebdjeti u zraku (Slika 17). Magla smanjuje vodoravnu vidljivost ispod 1 km što je manje od propisanih minimuma za VFR letenje zrakoplovom PC-9M stoga letenje u uvjetima magle ne samo da nije efikasno nego je i zabranjeno.



Slika 17. Fronta magle na otvorenom moru

Za razliku od magle, sumaglicu karakterizira vidljivost veća od 1km što ipak može dozvoljavati letenje za potrebe zrakoplovnog izviđanja i nadzora (Slika 18). Prilikom leta u uvjetima sumaglice treba voditi računa smjeru leta prilikom pretrage odnosno o položaju sunca u odnosu na pravac gledanja pa je tako kosa vidljivost mnogo bolja kada nam je sunce iza leđa nego kada letimo prema suncu (Grafikon 2). Sumaglica je karakteristična za otvoreno more u uvjetima statične atmosfere bez vjetra gdje je i inače otežana orijentacija zbog nedostatka orijentira čak i pri vrlo dobroj meteorološkoj daljini vidljivosti te stoga letenju u takvim uvjetima treba pridavati posebnu dozu opreza.



Grafikon 2. Određivanje kose daljine vidljivosti pri sumaglici; Izvor: [5]



Slika 18. Obala otoka Visa u magli te otok Jabuka u izmaglici

Vizualna pretraga terena u svitanje i sumrak karakterizira otežano uočavanje objekata pretrage zbog smanjene prirodne osvijetljenosti morske površine. Olakotna okolnost u sumrak i svitanje su najčešće relativno povoljni meteorološki uvjeti koji osiguravaju mirnu površinu mora koja stoga utječe na lakše uočavanje kontrasta površine mora i objekta pretrage. Za vidnog dijela dana princip kod vizualnog pretraživanja terena je prilagoditi putanju zrakoplova pretraživanju tako da vrijeme pretraživanja prilikom kojeg je moguća pozicija objekta pretrage između sunca i oka pilota bude svedeno na minimum. Pojednostavljeno, izbjegava se tražiti objekt pretrage istovremeno gledajući u kurseve prema suncu. Razlog je refleksija sunčevih zraka od morske površine koja uvelike smanjuje ili potpuno onemogućava uočavanje objekta pretrage. U sumrak i zoru situacija je suprotna; sunce na horizontu je dovoljno nisko i slabog intenziteta tako da refleksije nema ili je svedena na minimum pa je uočavanje objekta pretrage na toj strani zbog uočavanja kontrasta olakšano, dok je horizont dijagonalno suprotan položaju sunca stopljen sa morskom površinom te istovremeno taman u toj mjeri da otežava uočavanje kontrasta između objekta pretrage i morske površine posebno kada se radi o predmetima tamnije boje.

3.4.6. Utjecaj valovitosti mora na efikasnost pretraživanja

Jadransko more je relativno malo more zatvorenog oblika te se zbog privjetrišta i kraćeg trajanja vjetra zbog prestanka ili promjene smjera ne mogu razviti valovi već su oni prigušeni; manji, ali strmiji. Najveći valovi visine 9 ili više metara mogući su na krajnjem jugu za vrijeme južnih vjetrova ili na krajnjem sjeveru. U uvjetima kada nastaju ovakvi valovi, izviđanje i nadzor su nemogući zbog ograničenja aviona [6]. Kada je riječ o pretrazi morske površine probleme stvaraju i mnogo manji valovi, ovisno o njihovoj veličini ili prirodi nastanka (Burski val ili val nastao utjecajem Juga). Valovitost mora definira se Douglasovom skalom, a može se povezati i sa mnogo poznatijom Beaufortovom ljestvicom koja služi za ocjenjivanje jakosti vjetra prema njegovim učincima (Tablica 4).

Efikasnost vizualnog pretraživanja morske površine obrnuto je proporcionalna valovitosti mora pa je tako objekt pretrage odnosno osobu u moru najlakše uočiti ako je more potpuno mirno. Pojačavanjem vjetra i povećavanjem visine valova efikasnost se postepeno smanjuje sve do jačine vjetra od približno 15 čvorova (4-5Bf) kada efikasnost naglo opada zbog pojave loma vala i stvaranja morske pjene (Slika 19). Daljnjim pojačavanjem vjetra i valovitosti mora (6Bf), uočavanje nestale osobe u more je vrlo teško, a pri jakosti vjetra od 30 čvorova (7Bf) ili više čak i uočavanje manjih plovila postaje izuzetno otežano [7] .



Slika 19. Stvaranje pjene na vrhovima valova (Beaufort force 4); Izvor: [7]

Oblik vala i njegova fizionomija su također čimbenici koji utječu na efikasnost kod pretrage. Naime, valovi nastali vjetrovima koje karakterizira mahovitost su u pravilu kratki i strmi. Kod takvih valova lom se događa ranije, a količina pjene koja otežava uočavanje osobe u moru je veća. Također, karakteristika takvih valova pri vrlo snažnom vjetru je stvaranje „morske prašine“ koja otežavajući disanje osobi u moru smanjuje vjerojatnost preživljavanja. Ovakvi valovi karakteristični su za vjetrove iz prvog i drugog kvadranta, najčešće Buru i Tramontanu. S obzirom da se navedeni vjetrovi obično javljaju u uvjetima anticiklonalnog povišenog polja tlaka zraka, to znači da će istovremeno za vrijeme pretrage morske površine prevladavati sunčano vrijeme što je dodatna otegotna okolnost budući da je refleksija sunčevih zraka od morsku površinu zbog loma vala i pjene sada nekoliko puta izraženija [6] .

Valove Juga karakterizira izduženost budući da je vjetar konstantne jakosti sa umjerenim tempom jačanja. Lom vala stoga počinje pri nešto manjoj snazi vjetra za razliku od Bure i Tramontane, a oblačnost sa kojom je najčešće popraćeno, olakšava pretragu morske površine.

Složenu fizionomiju vala stvara i tzv „ukrižano more“ koje nastaje ako se uz postojeće valove pojave novi valovi kojima se smjer napredovanja razlikuje . Na Jadranu je to obično kad Južina prijeđe na Lebić. Ljeti se to događa i kad Buru ujutro i prije podne smjeni Maestral, ili pak ako Južinu prijepodne i ujutro smjeni Maestral. Tada na otvorenom dijelu mora i prostranijim međuotočnim i priobalnim akvatorijima, kao što su more zapadno od Istre, Kvarner i Kvarnerić, Virsko more, Murtersko more, vanjski kanali i Dubrovačko primorje, nastane „ukrižano more“. Karakterizira ga lom valova u nedefiniranim smjerovima i pojava morske pjene koja na pretraživanje utječe na isti način kao što je to slučaj kod Bure ili Tramontane [6] .

Razvedenost obale i smjer njezina protezanja također utječe na veličinu vala koji će vjetar formirati. Da bi se val razvio potrebno je određeno vremensko trajanje vjetra, ali i dovoljno prostrana morska površina. Otvoreno more i more Južnog Jadrana pogodnije je za razvijanje većih valova zbog svoga prostranstva. Srednji i Sjeverni Jadran razvedeniji je otocima između kojih je mnoštvo kanala. Kako su otoci na međusobno malim udaljenostima,

val koji nastane u takvim kanalima je mnogo manji od onoga nastalog na Južnom Jadranu. Iznimka su veće morske površine Kvarnera i Zapadna obala Istre.

Tablica 4 . Međusobna zavisnost Beaufortove i Douglasove ljestvice [8]

BRZINA						**VISINA VALOVA**	
		Km/h	**m/s**	**kn**	**mph**	**m**	**ft**
0 Bf	Tišina	< 1	0 – 0.2	< 1	< 1	-	-
1 Bf	Lahor	1 - 5	0.3 – 1.5	1 – 3	1 – 3	0.1 (0.1)	0.25 (0.25)
2 Bf	Povjetarac	6 - 11	1.6 – 3.3	4 – 6	4 – 7	0.2 (0.3)	0.5 (1)
3 Bf	Slabi	12 - 19	3.4 – 5.4	7 – 10	8 – 12	0.6 (1)	2 (3)
4 Bf	Umjereni	20 - 28	5.5 – 7.9	11 – 16	13 – 18	1 (1.5)	3.5 (5)
5 Bf	Umjereno jaki	29 - 38	8 – 10.7	17 - 21	19 – 24	2 (2.5)	6 (8.5)
6 Bf	Jaki	39 - 49	10.8 – 13.8	22 – 27	25 – 31	3 (4)	9.5 (13)
7 Bf	Žestoki	50 - 61	13.9 – 17.1	28 – 33	32 – 38	4 (5.5)	13.5 (19)
8 Bf	Olujni	62 - 74	17.2 – 20.7	34 – 40	39 – 46	5.5 (7.5)	18 (25)
9 Bf	Jaki olujni	75 - 88	20.8 – 24.4	41 – 47	47 – 54	7 (10)	23 (32)
10 Bf	Orkanski	89 - 102	24.5 – 28.4	48 – 55	55 – 63	9 (12.5)	29 (41)
11 Bf	Jaki orkanski	103 - 117	28.5 – 32.6	56 – 63	64 – 72	11.5 (16)	37 (52)
12 Bf	Orkan	>118	>32.7	>64	> 73	14 (-)	45 (-)

3.4.7. Utjecaj razvedenosti obale na efikasnost pretraživanja

Hrvatska sa svojih 1185 otoka, otočića, hridi i grebena ima drugu najrazvedeniju morsku obalu u Europi. Ukupna dužina Hrvatske obalne crte je 4398 km. Od toga na otoke otpada 3573 km, na otočiće 717 km, te na hridi i grebene 107 km. Otoci su od kopna i međusobno odijeljeni kanalima i većim ili manjim unutrašnjim morima [9].

Zahtjevnost pa i način pretrage ovisit će o tome u kojem od navedenih područja se zadaća obavlja. Unutrašnja mora i kanali kao i područje otvorenog mora uz obalu vanjskih otoka manje su zahtjevni za pretragu zbog mogućnosti izbora orijentira kod pretrage i postojanja stalne reference ukoliko postoji vizualni kontakt sa obalom što je slučaj u velikoj većini zadaća. Orijentiri kao referentne točke olakšavaju pilotu navigaciju u zoni pretrage i omogućavaju koncentriranje na izvršavanje taktičkih postupaka pretrage. Kada se pretraga vrši na otvorenom moru najčešće pilot nema vizualni kontakt sa obalom što otežava navigaciju i upravljanje zrakoplovom pa samim time usložnjava obavljanje cijele zadaće. Više o ovoj problematici biti će rečeno pri obradi metoda pretraživanja u sljedećim poglavljima.

3.4.8. Utjecaj morske struje, godišnjeg doba i temperature mora na efikasnost pretraživanja

Morske struje su vodoravna gibanja vodene mase unutar nekog mora ili oceana. Mogu biti stalne i imati utjecaj na veća oceanska područja, povremene i periodične te utjecati na stanja manjih mora i kanala kao što je to slučaj u Jadranskom moru. Uzrokovane su rotacijom Zemljine kugle, utjecajem vjetrova, riječnih sljevova, razlikom saliniteta i temperature te privlačnim silama Mjeseca. Kada govorimo o strujama u hrvatskom dijelu Jadranskog mora one se načelno kreću u smjeru Jugoistok-sjeverozapad da bi se na Sjevernom djelu Jadrana i dalje uz talijansku obalu taj smjer suprotno promijenio. Na jakost struje, osim čimbenika koji utječu na njihovo nastajanje, utječe i reljef morskoga dna u kombinaciji sa razvedenosti i smjerom pružanja otoka, pa su tako morska strujanja izraženija na plićim predjelima u uskim kanalima između otoka i obale. Pilotima je to najbolje predočiti uz vizualiziranje strujanja u Venturijevoj cijevi dobro poznatoj i u pomorstvu. Morske struje u Jadranu dostižu brzine i do pet čvorova, međutim, njihova brzina se uglavnom kreće do dva čvora. Utjecaj morske struje na efikasnost pretraživanja očituje se u pomicanju objekta pretrage na morskoj površini. Ako se za primjer uzme pretraga paralelnim kursevima u zoni oblika kvadrata površine 25 četvornih milja, prilikom umjereno jake struje koja pomiče objekt pretrage brzinom dva i pol čvora, tada se matematičkim putem uvrštavajući varijable u formulu put/brzina/vrijeme dolazi do zaključka da će se objekt pomaknuti za put od 190

metara u smjeru morske struje. Pod pretpostavku se uzima najnepogodnija inačica položaja objekta pretrage gdje je potrebno pet minuta od prvog do sljedećeg najbližeg preleta cilja paralelnim kursem. Iz svega prethodno napisanoga može se zaključiti da jednom kada je zona pretrage pravilno definirana morska struja nema utjecaj na objekt pretrage u toj mjeri da može utjecati na uspješnost izvršenja zadaće, ali isto tako se s obzirom na brzinu morske struje može zaključiti da uvelike utječe na samo područje definiranja zone pretrage.

Godišnja doba utječu na promjene klimatskih čimbenika. Kada se govori o zadaćama traganja i spašavanja, one su učestalije u ljetnim mjesecima, a razlog tome su, osim pojačanih aktivnosti na moru, meteorološke pojave specifične za ljetne mjesece kao što su nevere. Zimi opasnost od nevera zamjenjuje opasnost uzrokovana jakom Burom. Kada se govori o zadaćama evidentiranja ekološke ugroze i nadzora morske granice RH, tada se ne može primijetiti povezanost klimatskih čimbenika i načina i broja izvršenja zadaća.

Temperatura mora je izravno povezana sa klimatskim čimbenicima odnosno godišnjim dobom. Temperatura mora nema izravnog utjecaja na način izvršenja zadaća međutim važno je spomenuti da su uvjeti preživljavanja osobe u moru u prvom redu definirani temperaturom. Temperature Jadranskog mora tijekom zime kreću se od 15 stupnjeva na otvorenom moru krajnjeg juga do 10tak stupnjeva na krajnjem sjeveru. U unutarnjim kanalima i morima kao što su Velebitski kanal i Novigradsko more temperature su i niže [9]. U ljetnim mjesecima te su temperature mnogo više i kreću se uvelike iznad temperatura koje su kritične za preživljavanje. Utjecaj temperature mora na ljudski organizam može se vidjeti u tablici 5.

Tablica 5. Utjecaj temperature mora na ljudski organizam [10]

Temperatura mora	Gubitak svijesti	Smrt
0°C	Do 15 minuta	OD 15 do 30 minuta
10°C	Od 30 do 60 minuta	Od 1 do 2 sata
15.5°C	Od 2 do 4 sata	Od 6 do 9 sati
21°C	Od 3 do 7 sati	Neograničeno
26.5°C	Od 18 do 24 sata	Neograničeno

3.5.Metode pretraživanja

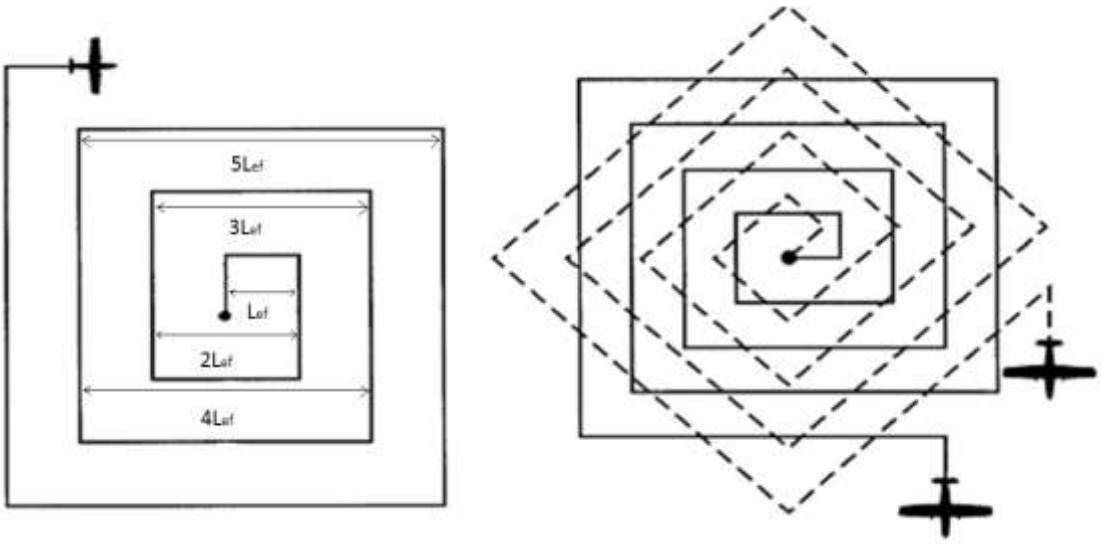
Karakteristike objekta pretrage, veličina, oblik i karakteristike područja u kojem se traga, vremenski uvjeti, vrijeme reakcije, raspoloživo vrijeme traganja, čimbenici su koji utječu na skup taktičkih postupaka koje posada zrakoplova primjenjuje prilikom pretrage morske površine ili uskog obalnog pojasa s ciljem pronalaženja objekta pretrage. Te skupove postupaka nazivamo metodama pretraživanja, a zajedničko im je to što svaka metoda primijenjena u određenim taktičkim uvjetima garantira najveću mogućnost pronalaska objekta pretrage uz najmanji mogući utrošak vremena i resursa. Posada zrakoplova odgovorna je za izbor metode pretrage, a ponekad je moguće u jednoj zadaći primijeniti dvije različite metode pretrage. Najčešće primjenjivane metode su metoda kvadrata, metoda paralelnih kurseva i metoda pretrage jednim preletom. Rijetko se još primjenjuje metoda pretrage pomicanjem zaokreta, metoda pretrage s pomoću dva zaokreta za 180° ili metoda pretrage s pomoću dva zaokreta za 270°.

3.5.1. Metoda pretrage proširivanjem kvadrata

Pretraga morske površine metodom proširivanja kvadrata radi se onda kada je poznata ili približno poznata pozicija objekta pretrage. Objekt pretrage u ovakvim slučajevima najčešće je osoba u moru pa je stoga i visina pretrage u načelu od 300 stopa do 800 stopa iznad morske površine, ovisno o vremenskim uvjetima i stanju mora. Dolaskom iznad zadane moguće pozicije objekta pretrage pilot započinje s manevrom usmjeravajući avion u vjetar. Nakon prijeđenog puta koji je jednak efektivnoj širini pojasa pretraživanja kurs se mijenja za 90 stupnjeva te se prelazi isti put nakon čega se ponovno mijenja kurs u istu stranu za istu vrijednost dok se sljedeći puta duljina prijeđenog puta povećava za vrijednost jedne efektivne širine pojasa pretraživanja. Nakon slljedeće promjene smjera, duljina puta se ponovno povećava za istu vrijednost te se područje pretrage na taj način širi od središta prema vani koncentričnim kvadratima. Pravilnim izborom dužine stranica

pravokutnika, koja se u praksi definira vremenom leta u određenom kursu, osigurava se sveobuhvatnost pretrage na području unutar opisanih kvadrata.

Pretraživanje morske površine avionom PC-9M metodom kvadrata izvodi se održavanjem instrumentalne brzine 120 čvorova dok efektivna širina pojasa pretraživanja sa visine od 300 stopa iznosi 300 metara. Ranije je navedeno da je iz praktičnih razloga efektivnu širinu pojasa pretraživanja potrebno izražavati vremenskim intervalom što za navedenu brzinu iznosi približno pet sekundi (Slika 20) [5] .



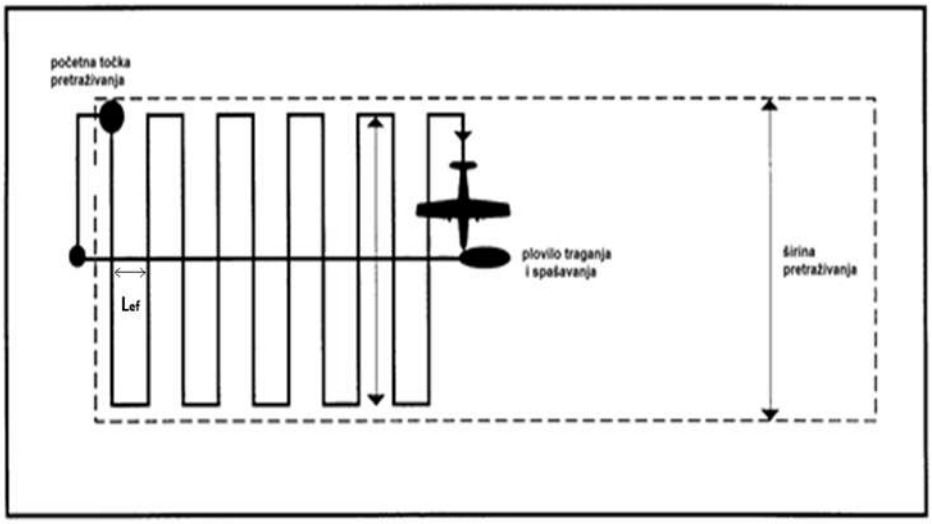
Slika 20. Metoda pretrage proširivanjem kvadrata (eng. Expanding square) [5]

Kod primjene ove metode pretraživanja u praksi iznimno je bitno precizno održavanje parametara leta; brzine i kursa kao i konstantan i identičan nagib prilikom izvođenja zaokreta. Otegotna okolnost koja utječe na preciznost opisivanja kvadrata je vjetar, a njegov utjecaj na pravilnost koncentričnog opisivanja kvadrata se djelomično kompenzira početkom manevra u vjetar ili niz vjetar. Ovisno o jačini vjetra, pilot odlučuje u skladu sa vlastitom obučenosti hoće li i u kojoj mjeri parirati bočnu komponentu vjetra na ostalim stranicama kvadrata. Dodatna otegotna okolnost prilikom pretrage ovom metodom je otežano vizualno određivanje stvarne pozicije s obzirom da se ovakve pretrage uobičajeno izvode na pozicijama udaljenim od kopna odnosno zemaljskih orijentira što kao posljedicu ima dodatnu

psihološku težinu leta za pilota. Iz ovog razloga poželjno je da se u području pretrage nalazi statično plovilo ili plovilo konstantnog pravca plovidbe i brzine.

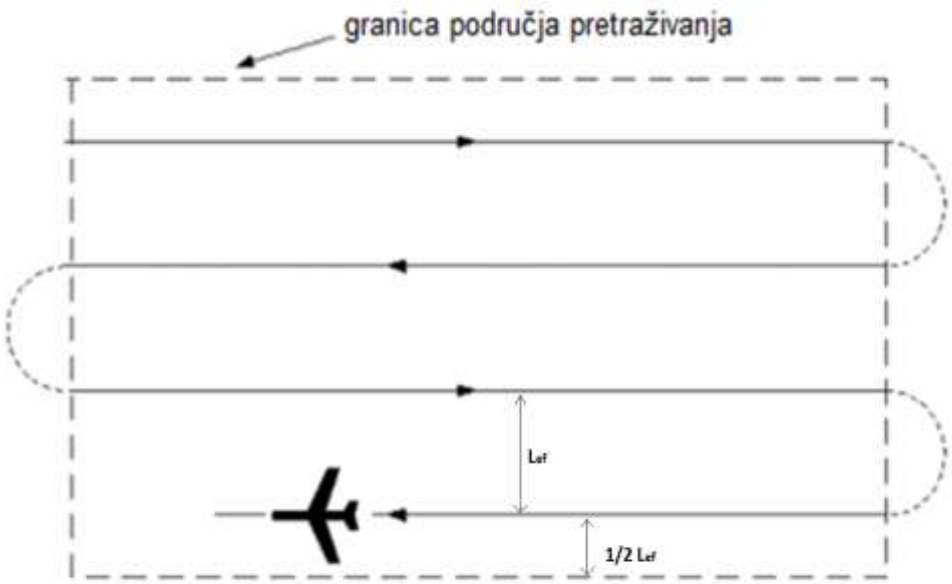
3.5.2.Metoda pretrage paralelnim kursevima

Ova metoda pretraživanja se koristi onda kada je potrebno pretražiti veće područje odnosno kada nije poznata točna pozicija objekta pretrage već se sumnja na šire područje. Također, ova metoda se primjenjuje i kada je od početka pretrage prošao duži vremenski period te se sumnja na njegovo značajnije dislociranje zbog vremenskih uvjeta i stanja mora. Ukoliko je zbog ograničenog doleta i istrajnosti leta nemoguće pretražiti željeno područje, moguće je to učiniti koristeći više aviona istovremeno pri čemu svaki avion pretražuje svoj sektor pretraživanja unutar cjelokupnog planiranog područja. Također, pretraživanje ovom metodom moguće je vršiti i u koordinaciji sa brodom (Slika 21) [5].



Slika 21. Zajedničko pretraživanje zone metodom paralelnih kurseva zrakoplova i broda [5]

Ovisno o objektu pretrage i uvjetima, pilot prilagođava visinu pretrage. Po dolasku u zonu započinje sa održavanjem pravocrtnog leta održavajući konstantan kurs leta. Po dolasku do ruba planirane zone pretrage pilot usmjerava zrakoplov u kurs suprotan prethodnom te nastavlja ponovno do kraja zone nakon čega ponavlja radnju dok ne pretraži cijelo planirano područje. Pilot i kopilot svaki motre morsku površinu u svom dogovorenom sektoru lijevo ili desno od osi zrakoplova. Poželjno je da je oblik zone pretraživanja pravokutnog oblika te da se početni kurs pretrage izabere uz vjetar ili niz vjetar kako bi se smanjio njegov utjecaj na održavanje pravilnih linija i pravilnog razmaka između istih (Slika 22).



Slika 22. Metoda pretrage paralelnim kursevima [5]

Kod pretrage ovom metodom zrakoplovom PC-9M, instrumentalna brzina iznosi 120 čvorova dok se zaokreti na krajevima zona vrše sa nagibom 60-70 stupnjeva i opterećenjem 2-3 G što osigurava razmak između linija pretraživanja od maksimalno 300m. Prednost ove metode pretraživanja u odnosu na kvadratnu metodu je jednostavnost održavanja pravocrtnog leta zbog mnogo manjeg broja promjene smjerova tijekom pretrage. Osim toga,

pri pravilnom izboru kursa pretrage, utjecaj vjetra je mnogo manji budući da za cijelo vrijeme pretrage imamo isključivo čeonu ili leđnu komponentu, a koja ne utječe na održavanje kursa leta što predstavlja osnovni problem prilikom vizualnog pretraživanja. Također, relativno mali broj promjena smjera leta tijekom pretrage omogućava pilotu lakše orijentiranje prema udaljenim referentnim točkama na otocima ili kopnu. Sve navedeno umanjuje psihofizičko zamaranje pilota u letu i povećava vjerojatnost uočavanja objekta pretrage.

3.5.3. Metoda pretrage jednim preletom

Ova metoda se primjenjuje kada se sumnja da se objekt pretrage nalazi u uskom linijskom području ne širem od efektivne širine pojasa pretraživanja. Na primjer, traga se za osobom u Velebitskom kanalu za vremena jakog burskog vjetra. Ukoliko ne postoje svježe informacije o poziciji nestanka osobe što je uglavnom slučaj zbog potrebnog vremena angažiranja zračnih snaga, najvjerojatnija pozicija osobe zbog valova i pritom nastale morske struje biti će uski pojas uz otoke na zapadnoj strani kanala. S obzirom da je objekt pretrage najčešće osoba u moru, visina pretrage se snižava sve do minimalno dozvoljenih 300 stopa. U ovakvim situacijama prije početka traganja nekom od metoda, prvo se vrši linijski prelet i pretraživanje uzobalnog pojasa. Uski kanali, uvale i zatvorenija mora kakvima obiluje hrvatska strana Jadranskog mora često pružaju mogućnost izbora ove metode pretrage. Otegotna okolnost pretraživanja uzobalnog pojasa je otežano raspoznavanje objekata u moru koji se nalaze u uskom uzobalnom pojasu zbog loma vala od stijene te formiranja morske pjene. Prilikom potrage za osobom ovom metodom pretrage valja voditi računa da je korisno pretražiti i kameniti obalni pojas. Iskustvo je pokazalo da se osobe koje su preživjele havariju plovila i domogle se obale znaju zadržati u navedenom pojasu na kojem su relativno lako uočljive (Slika 23).

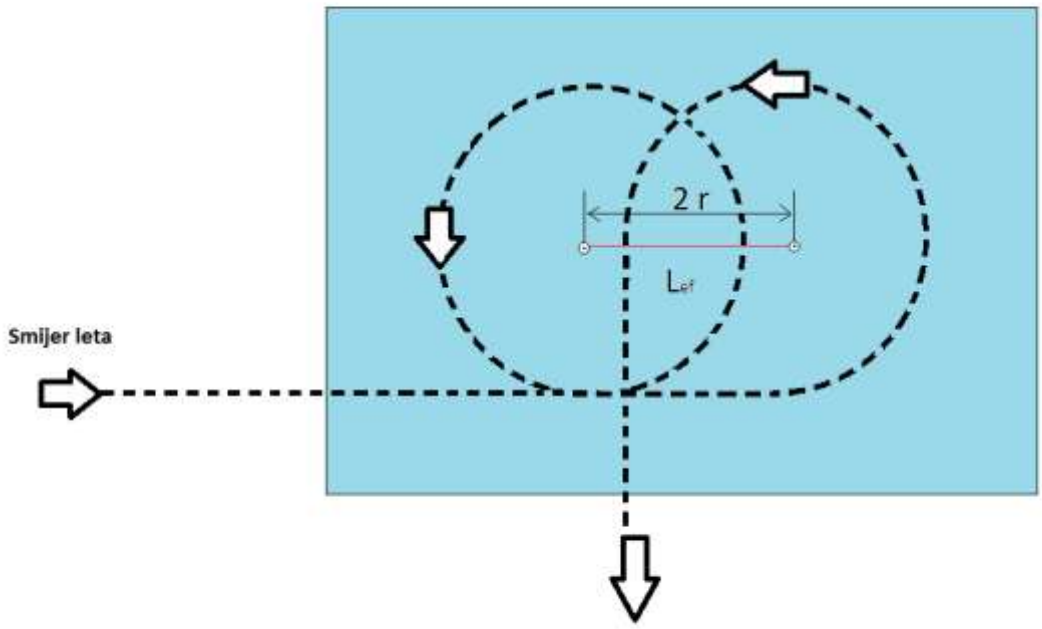


Slika 23. Brod u havariji te osoba na stijenama uočeni pretragom uskog uzobalnog pojasa jednim preletom

Osim pretrage uzobalnog pojasa, ova metoda prikladna je i za traganje za objektima na dužim rutama. Na primjer, kada zadaća traganja za osobom u moru ne definira točnu ili približno točnu poziciju osobe u moru već je poznata samo ruta kretanja broda na kojem se osoba nalazila i duži vremenski period mogućeg nestanka osobe. S obzirom da je ruta plovidbe broda najsumnjivije područje gdje bi se osoba u moru prvo mogla nalaziti, prvo se prelet izvodi po navedenoj putanji. Nakon toga se, ovisno o ostalim uvjetima, vrše preleti paralelno sa prvim preletom koji se podudara sa rutom plovidbe broda ili se izabire prikladnija metoda pretrage.

3.5.4. Metoda pretrage pomicanjem zaokreta

Ova metoda pretraživanja prikladna je iz razloga što je ukupno vrijeme zadržavanja u planiranoj zoni dva puta kraće negoli je to slučaj prilikom pretrage zone metodom paralelnih kurseva [5]. Ova metoda se upotrebljava prilikom pretrage širokom područja i onda kada je objekt pretrage većih dimenzija. Prikladna primjena ove metode u praksi je prilikom pretraživanja morske površine u potrazi za naftnim onečišćenjima. Visina pretrage obično iznosi 1000 stopa pa na više, brzina je jednaka brzini krstarenja odnosno 210 čvorova. Zaokret se izvodi nagibom 30 stupnjeva što osigurava radijus zaokreta od približno 2 kilometra. Na ovaj način moguće efikasno je pretražiti veliku površinu zone pretraživanja. Prednost je i ta što pilot cijelo vrijeme vidi zonu pretraživanja, a svaku točku područja vidjet će iz više različitih kuteva što je izrazito bitno pri traženju naftnih mrlja na morskoj površini s obzirom da uočavanje istih ovisi o kutu i smjeru gledanja u odnosu na Sunce (Slika 24).



Slika 24. traženje objekta djelovanja pomicanjem zaokreta [5]

3.6. Let do zone pretraživanja

Ovisno o prirodi zadaće za potrebe OSt prilagođava se let do područja izvršenja zadaće. Kada je riječ o zadaćama nadzora morske granice, visina leta i brzina je definirana krstarećom brzinom i visinama od 300 stopa iznad morske površine do 2000 stopa, ovisno o meteorološkim uvjetima i gustoći te vrsti prometa koji se nadzire. Na ovaj način kako je već prethodno opisano, nadzor cjelokupne morske granice RH izvršava se kroz dvije zadaće.

Kada je riječ o zadaćama traganja i spašavanja uključujući zadaće evidentiranja ekološke ugroze, tada se visina leta i brzina prilagođavaju mogućnosti dugotrajnog traženja objekta pretrage. To znači da će zrakoplov prvo penjati do određene visine, nakon čega slijedi horizontalan let i snižavanje prema području pretrage. Pažljivim odabirom brzine leta, visine i trenutka početka snižavanja dobiva se na uštedi goriva čime se povećava vrijeme pretrage u zoni, a samim time i povećavanje mogućnosti uspješnog pronalaska objekta pretrage. Važno je napomenuti da postoje zadaće OSt kod kojih je hitnost odnosno vrijeme reakcije prioritet što znači da prilikom takvih zadaća spomenuti proračun visine i brzine nije potreban već se do područja pretrage leti najvećom mogućom brzinom.

Teoretski, za svaku pojedinu udaljenost od Zračne luke Zemunik, odnosno za svaku zadaću traganja i spašavanja (niti jedna se ne odvija na istoj poziciji) bilo bi potrebno zasebno prije leta izračunati brzinu i visinu leta prema zoni kao i trenutak početka snižavanja. Da bi se pojednostavnilo navedeno planiranje leta prema zoni pretrage, a u cilju povećanja efikasnosti iste, područje nadležnosti Ost podijeljeno je u tri zone koje se u obliku koncentričnih kružnica šire sa ishodištem u Zračnoj luci Zemunik (Slika 25). Za svaku zonu definirana je najbolja opcija leta do zone uzimajući uštedu goriva kao prioritet iz već spomenutog razloga.

Očitavanjem grafikona iz Manuala PC-9M napravljene su tablice sa parametrima vremena leta, potrošnje goriva i udaljenosti do središta zone iz kojih se jednostavno može očitati najbolja opcija leta do zone. U tablicama su analizirani slučajevi leta na visinama 5000 stopa, 10000 stopa, 15000 stopa, 20000 stopa i 25000 stopa pri temperaturama od -20°C, 0°C i 20°C. Potrošnja goriva kao i vrijeme leta analizirani su za uvjete penjanja na visinu,

horizontalnog leta te snižavanja do središta zone na visinu od 2000 stopa. Nakon očitavanja svih vrijednosti očitane vrijednosti su zbrojene čime su dobivene ukupne vrijednosti potrošnje goriva i vremena za pojedinu zonu, a na osnovu čega se može zaključiti koja opcija je u taktičkom smislu povoljnija.



Slika 25. Podjela područja nadležnosti u tri zone iz praktičnih razloga

Tablice 6. i 7. Parametri leta za let do ZONE 2 I ZONE 3 na visini od 5000 stopa [11]

5000 stopa / 82.5 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HORIZONTALAN LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**80**	**1281,6**	**150**	**1511,6**
	0	**80**	**1217,143**	**144**	**1441,143**
	20	**120**	**1245,6**	**138**	**1503,6**
Potrošeno gorivo	**-20**	**6**	**108,7023**	**4,2**	**118,9023**
	0	**6**	**107,5758**	**4,2**	**117,7758**
	20	**7**	**104,8485**	**4**	**115,8485**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**3**	**71,2**	**8,3**	**82,5**
	0	**3,2**	**71**	**8,3**	**82,5**
	20	**5**	**69,2**	**8,3**	**82,5**

5000 stopa / 140 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**80**	**2316,6**	**150**	**2546,6**
	0	**80**	**2202,857**	**144**	**2426,857**
	20	**120**	**2280,6**	**138**	**2538,6**
Potrošeno gorivo	**-20**	**6**	**196,4885**	**4,2**	**206,6885**
	0	**6**	**194,697**	**4,2**	**204,897**
	20	**7**	**191,9697**	**4**	**202,9697**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**3**	**128,7**	**8,3**	**140**
	0	**3,2**	**128,5**	**8,3**	**140**
	20	**5**	**126,7**	**8,3**	**140**

Tablice 8. I 9. Parametri leta za let do ZONE 2 i ZONE 3 na visini od 10000 stopa [11]

10000 stopa / 82.5 Nm					
	ISA	PENJANJE	HOR. LET	SNIŽAVANJE	UKUPNO
Vrijeme leta do zone	-20	168	1011,429	288	1467,429
	0	176	960,5455	272	1408,545
	20	256	900	252	1408
Potrošeno gorivo	-20	11	77,63158	7,6	96,23158
	0	12	77,23684	7,4	96,63684
	20	14	71,42857	6,8	92,22857
Prijeđena udaljenost	-20	6,5	59	17	82,5
	0	7,3	58,7	16,5	82,5
	20	11,5	55	16	82,5

10000 stopa / 140 Nm					
	ISA	PENJANJE	HOR. LET	SNIŽAVANJE	UKUPNO
Vrijeme leta do zone	-20	168	1997,143	288	2453,143
	0	176	1901,455	272	2349,455
	20	256	1840,909	252	2348,909
Potrošeno gorivo	-20	11	153,2895	7,6	171,8895
	0	12	152,8947	7,4	172,2947
	20	14	146,1039	6,8	166,9039
Prijeđena udaljenost	-20	6,5	116,5	17	140
	0	7,3	116,2	16,5	140
	20	11,5	112,5	16	140

Tablice 10. i 11. Parametri leta za let do ZONE 2 i ZONE 3 na visini od 15000 stopa [11]

15000 stopa / 82.5 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**252**	**855**	**408**	**1515**
	0	**280**	**792**	**392**	**1464**
	20	**416**	**680,5714**	**372**	**1468,571**
Potrošeno gorivo	**-20**	**16**	**53,37079**	**10,1**	**79,47079**
	0	**17**	**51,91011**	**10**	**78,91011**
	20	**21**	**44,11111**	**9,4**	**74,51111**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**10**	**47,5**	**25**	**82,5**
	0	**11,8**	**46,2**	**24,5**	**82,5**
	20	**18,3**	**39,7**	**24,5**	**82,5**

15000 stopa / 140 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**252**	**1890**	**408**	**2550**
	0	**280**	**1777,714**	**392**	**2449,714**
	20	**416**	**1666,286**	**372**	**2454,286**
Potrošeno gorivo	**-20**	**16**	**117,9775**	**10,1**	**144,0775**
	0	**17**	**116,5169**	**10**	**143,5169**
	20	**21**	**108**	**9,4**	**138,4**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**10**	**105**	**25**	**140**
	0	**11,8**	**103,7**	**24,5**	**140**
	20	**18,3**	**97,2**	**24,5**	**140**

Tablice 12. I 13. Parametri leta za let do ZONE 2 i ZONE 3 na visini od 20000 stopa [11]

20000 stopa / 82.5 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**352**	**621**	**528**	**1501**
	0	**408**	**565,2**	**512**	**1485,2**
	20	**608**	**396**	**488**	**1492**
Potrošeno gorivo	**-20**	**22**	**33,17308**	**12,2**	**67,37308**
	0	**23**	**29,90476**	**12**	**64,90476**
	20	**28**	**21,15385**	**11,4**	**60,55385**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**14,5**	**34,5**	**33,5**	**82,5**
	0	**17,6**	**31,4**	**33,5**	**82,5**
	20	**27,5**	**22**	**33**	**82,5**

20000 stopa / 140 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	**352**	**1656**	**528**	**2536**
	0	**408**	**1600,2**	**512**	**2520,2**
	20	**608**	**1431**	**488**	**2527**
Potrošeno gorivo	**-20**	**22**	**88,46154**	**12,2**	**122,6615**
	0	**23**	**84,66667**	**12**	**119,6667**
	20	**28**	**76,44231**	**11,4**	**115,8423**
Prijeđena udaljenost	**-20**	**14,5**	**92**	**33,5**	**140**
	0	**17,6**	**88,9**	**33,5**	**140**
	20	**27,5**	**79,5**	**33**	**140**

Tablice 14. i 15. Parametri leta za let do ZONE 2 i ZONE 3 na visini od 25000 stopa [11]

25000 stopa / 82.5 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	480	369,2308	648	1497,231
	0	564	272,1951	624	1460,195
	20	840	34,28571	592	1466,286
Potrošeno gorivo	**-20**	28	16,26016	14	58,26016
	0	29	12,70492	13,8	55,50492
	20	36	1,652893	13	50,65289
Prijeđena udaljenost	**-20**	20	20	42,5	82,5
	0	25	15,5	42	82,5
	20	39	2	41,5	82,5

25000 stopa / 140 Nm					
	ISA	**PENJANJE**	**HOR. LET**	**SNIŽAVANJE**	**UKUPNO**
Vrijeme leta do zone	**-20**	480	1430,769	648	2558,769
	0	564	1281,951	624	2469,951
	20	840	1020	592	2452
Potrošeno gorivo	**-20**	28	63,00813	14	105,0081
	0	29	59,83607	13,8	102,6361
	20	36	49,17355	13	98,17355
Prijeđena udaljenost	**-20**	20	77,5	42,5	140
	0	25	73	42	140
	20	39	59,5	41,5	140

Iz navedenih tablica može se očitati kako je najpovoljnija opcija za let u zonu pretraživanja 3 penjanje do visine 25000 stopa, horizontalni let, a potom snižavanje za ulazak u zonu pretraživanja 41.5 Nm prije početne točke pretrage. Na ovaj način ušteda goriva biti će najveća odnosno preostala količina goriva pod pretpostavkom da smo poletjeli sa punim spremnikom (922 libre) te na taksiranju potrošili 30 libri, nakon ulaska u zonu 3 iznosit će 794 libre. Ako se za pretpostavku uzme da će povratak biti izveden na isti način kao i odlazak u zonu te da će slijetanje biti izvršeno sa rezervom od propisanih 200 libri tada se može zaključiti da će ukupna količina goriva iskoristivog za pretragu u zoni 3 iznositi 500 libri. Uzevši u obzir umjereni utjecaj vjetra koji će dodatno oduzeti još 50 libri goriva od ukupne količine dolazimo do konačnog zaključka da će količina goriva raspoloživog za pretragu u zoni iznositi 450 libri što nam omogućava pretragu u vremenskom trajanju od 1.8 h odnosno pretragu zone veličine približno 35 četvornih milja tj. pretragu područja pravokutnika stranica 5 i 7 Nm.

Kada se na isti način analizira zona 2 čije je središte 57.5 Nm bliže matičnom aerodromu tada se dolazi do zaključka da bi avion na letu prema zoni pretrage odmah po dostizanju visine od 25000 stopa morao započeti sa snižavanjem odnosno, ukoliko je točka početka pretrage bliže nego je središte zone, tada penjanje na navedenu visinu ne bi rezultiralo maksimalnom uštedom goriva. Zbog toga je iz praktičnih razloga kao najpogodnija visina za odlazak u zonu izabrana visina od 20000 stopa. Na ovaj način, po dolasku u zonu preostala količina goriva iznosit će 540 libri što omogućava pretragu zone u vremenskom trajanju od 2.16 h odnosno pretragu zone površine 42.5 četvornih milja tj. pretragu područja pravokutnika stranica 5 i 8.5 Nm.

Zona 1 je zona najbliža matičnom aerodromu što znači da bi se let prema točki pretrage koji podrazumijeva najveću uštedu goriva sastojao od penjanja i snižavanja bez horizontalnog leta. Na taj način usložnjavaju se sveukupni taktički postupci nužni u zadaćama traganja i spašavanja. Da bi se to izbjeglo, u navedeno zoni let prema zoni se vrši na visinama maksimalno do 5000 stopa što će rezultirati prosječnim područjem pretrage oblikom kvadrata stranica 8 Nm.

3.7. Osjet vida u zadaćama zrakoplovnog izviđanja i nadzora

Vidni osjetni organ je najvažniji čovjekov senzor kojim iz okoline prema procjenama dobiva 90% od svih podataka koje primi, a koji su neophodni za orijentaciju u prostoru. Prilikom leta, važnost vida se ogleda pri održavanju položaja zrakoplova u prostoru po vanjskim orijentirima i prirodnom horizontu, ali i onda kada ne postoji vidljiv kontakt sa zemljom, na primjer, kada se zrakoplov nađe u oblaku ili noću u uvjetima loše vidljivosti. U takvim uvjetima vid pilotu mora omogućavati jasno očitavanje instrumenata u kokpitu zrakoplova. Kada govorimo o zrakoplovnom izviđanju i nadzoru, osjet vida ima iznimno veliku ulogu budući da zadaće ove vrste podrazumijevaju pronalaženje i evidentiranje objekta pretrage, u našem slučaju isključivo vizualnim putem. Dakle, ukoliko postoji najmanja sumnja da osjet vida pilota koji izvršava zadaću potrage za objektom neće omogućiti pronalaženje istoga besmisleno je uopće započeti zadaću. Osim prilikom otkrivanja samog objekta, osjet vida u zadaćama traganja i spašavanja važan je stoga što se navedene zadaće često vrše u uvjetima složenih meteoroloških uvjeta kada je otežano definiranje položaja zrakoplova u odnosu na prirodni horizont i vanjske orijentire. Praksa je pokazala da u slučaju gubitka vida niti najiskusniji piloti ne mogu jamčiti da će održavati zrakoplov u horizontalnom letu više od 10 sekundi. Za pilota je iznimno važna oštrina vida, ali i akomodacija odnosno brzina kojom je on u stanju uočiti predmete i promjene u svom vidnom polju kako u kokpitu tako i u okolini zrakoplova. Što je vrijeme akomodacije kraće, pilot ima mogućnost brže reakcije. Prilikom leta iznad terena u potrazi za objektom pretrage brzina se smanjuje do minimalne sigurnosne upravo iz razloga akomodacije oka [12].

Motrenje se definira kao osobina pilota da neprekidno kontrolira događaje u kokpitu zrakoplova i u okolini zrakoplova. Indikatori dobrog motrenja su pravodobnost i točnost uočavanja objekta, događaja i pojava u prostoru kao što su drugi zrakoplovi, ptice, plovila i objekti potrage na moru ili orijentiri i objekti na zemlji. Motrenje je sposobnost pilota, ali i navika što znači da se ono uvježbava tijekom obuke i usavršava tijekom karijere. Općenito tijekom leta, pravilno motrenje podrazumijeva prebacivanje pogleda polukružno uz zaustavljanje svakih 20 stupnjeva po 3-4 sekunde te ponovno vraćanje pogleda preko nosa zrakoplova do početne pozicije. Prilikom potrage za osobom u moru ili drugim teško

uočljivim objektima, motrenje se obavlja samo u polukružnom sektoru lijevo ili desno od osi zrakoplova (Slika 26) sa čestim zaustavljanjem pogleda,tzv. skeniranjem morske površine [10] .



Slika 26. Sektori motrenja prilikom zadaća traganja i spašavanja na moru [4]

Sa povećanjem brzine zrakoplova tijekom pretrage terena, i vrijeme uočavanja traženog objekta biti će veće. Ono ovisi o tri čimbenika; vremenu potrebnom da se oko pokrene i fokusira objekt koji se pojavljuje u vidnom polju, vremenu prolaska informacije od oka do centra za vid u korteksu te o vremenu potrebnom da se informacija u korteksu obradi odnosno da se shvati o čemu se radi. Zbroj ovih vremena naziva se optičkim latentnim vremenom opažanja, nije stalno već ovisi o parametrima leta, vanjskom utjecaju, karakteristikama samog objekta pretrage te o trenutnim psihološkim čimbenicima pilota. Zadaće traganja i spašavanja na mori podrazumijevaju pretraživanje morske površine za malim teško uočljivim objektima. Zbog prirode objekata pretrage, zadaće se izvode na maloj visini, a objekt pretrage se očekuje u blizini linije leta zrakoplova. Navedeni zahtjevi su u suprotnosti sa fizikalnim mogućnostima korištenja osjeta vida koji se u navedenim uvjetima prilagođava tako što od pilota zahtjeva prebacivanje pogleda u daljinu zbog zahtjeva stalne akomodacije leće što u konačnici zamara oči i produljuje vrijeme vidne latencije pilota.

Poznato je da linearna, radijalna i kutna ubrzanja na zrakoplov odnosno pilota utječu tako da prije svega sprječavaju normalno funkcioniranje krvotoka što se očituje pretjeranim dotokom krvi u pojedine dijelove tijela odnosno, što je još opasnije, nedostatkom krvi u drugim dijelovima tijela. Kada govorimo o oku, treba znati da je retinalnom dijelu koji je zadužen za periferni vid, potrebno više kisika nego bilo kojem drugom tkivu u tijelu. Iz tog razloga se prilikom velikih G opterećenja kao prvi predznak javlja gubitak perifernog vida (eng. Grey out). Daljnjim povećanjem opterećenja dolazi do potpunog gubitka vida, a ubrzo nakon toga i gubitka svijesti (eng. Black out). Zadaće zrakoplovnog izviđanja i nadzora u funkciji Obalne straže RH zrakoplovom PC-9M izvode se na malim brzinama koje onemogućavaju oštra manevriranja u kojima bi radijalno ubrzanje bilo toliko da postoji opasnost gubitka vida po pilota. Nešto drugačija situacija je kod zadaća nadzora zračnog prostora i presretanja ciljeva u zraku o čemu će biti više riječi u narednim poglavljima [12].

Zadaće traganja i spašavanja na moru izvode se isključivo za vidnog dijela dana i na malim visinama zbog čega je vrlo rijetka pojava iluzija kao što su iluzija lažnog horizonta, autokinetička iluzija, vertigo ili iluzija leđnog leta. Suprotno navedenim iluzijama, zbog prirode letenja iznad morskih površina na maloj visini često se događa da pilot nije u stanju vizualno procijeniti visinu leta već češće mora vršiti korekcije posvećujući veću koncentraciju instrumentima u kabini zrakoplova. Težoj procjeni visine doprinosi bezličan izgled mirne morske površine bez ikakvih uočljivih orijentira. Posebnu pažnju treba posvetiti zamoru vidnog organa koji je simptom zamora cjelokupnog organizma, a što je izraženo prilikom dugotrajnih i iscrpljujućih zadaća traganja i spašavanja na moru. Simptomi zamora mogu biti: osjećaj umora i peckanje očiju, „grebanje“ očne jabučice, teški kapci, dvostruke slike, glavobolja (najčešće iznad očiju), privremene nejasne slike, crvenilo očiju, usporeno fokusiranje i često žmirkanje. Postupci koji mogu doprinijeti smanjenju ili sprječavanju zamora vida su: periodični odmori vida, poboljšanje uvjeta za vid, nošenje kvalitetnih zaštitnih naočala, izbjegavanje stresora poput nikotina, alkohola, lijekova ili nedovoljnog spavanja, privremeno mijenjanje vidne strukture, korištenje kapi za oči, korištenje optimalnog svijetla u kokpitu, izbjegavanje duljeg gledanja na kraćim udaljenostima.

4. ANALIZA ESKADRILE AVIONA U SUSTAVU SNAGA BRZOG ODGOVORA

4.1. Teoretske osnove presretanje ciljeva u zraku

Presretanje ciljeva u zraku podrazumijeva dovođenje zrakoplova-lovca u taktički pogodan položaj za izvršenje djelovanja u odnosu na presretnuti zrakoplov-metu. Presretanje zrakoplova se vrši sa ciljem identifikacije zrakoplova, zaštite ili uništenja, sprječavanja ili odvraćanja od neprijateljskih namjera, pomoći u izvanrednim situacijama kao što su otkaz transpondera, radio-veze ili gubitak orijentacije, nadzora u situacijama otmice zrakoplova ili druge kritične situacije (NATO klasifikacija na „Hot missions“ i „Live missions“).

Navođenje lovca na metu vrši se sa zemlje instrumentalnim navođenjem od strane sustava zračnog motrenja i navođenja (ZMIN). Uspješno navođenje neposredan je rezultat visokog stupnja suradnje između zrakoplova lovca i operativne osobe koja uz pomoć radarske slike i razvijenih metoda putem radio-veze izdaje naredbe – časnika za navođenje. Taktički pogodan položaj lovca znači navođenje zrakoplova do one točke nakon koje pilot sam vidi cilj (bilo da se radi o radarskoj slici iz vlastitog zrakoplova ili vizualno oslanjajući se na vlastiti osjet vida) te je sukladno prirodi zadaće sposoban izvršiti istu.

Presretanje ciljeva u zraku moguće je vršiti na svim visinama, a uspješnost presretanja ovisi o meteorološkim uvjetima, preciznosti radarske i zrakoplovne opreme, stupnju obučenosti pilota, sposobnosti predodžbe časnika za navođenje o taktičkoj situaciji u zraku i stupnju trenaže cjelokupnog sustava. Presretanje ciljeva u zraku može se vršiti iz pripravnosti na zemlji i pripravnosti u zraku (presretanje ciljeva iz zone očekivanja, presretanje ciljeva iz zone patroliranja, presretanje ciljeva iz slobodnog lova) [5].

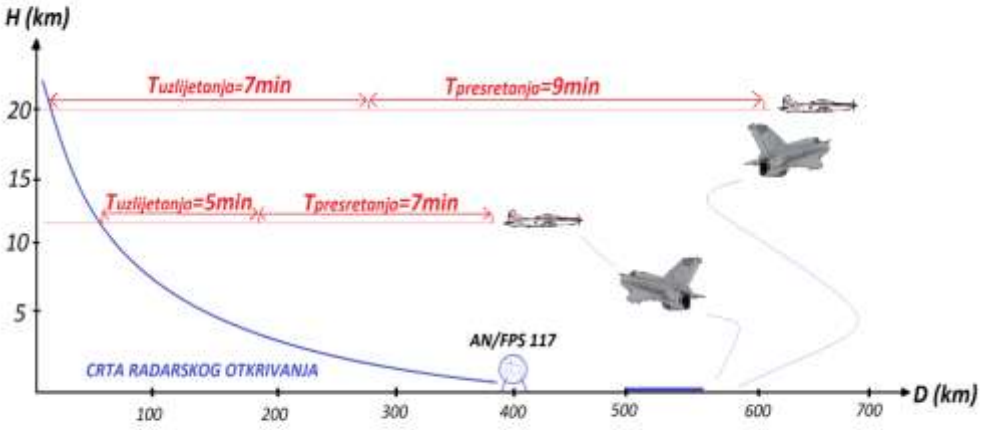
4.1.1. Presretanje ciljeva u zraku iz pripravnosti na zemlji

Ovaj način presretanja podrazumijeva stacioniranje zrakoplova-lovca, najčešće lovačkog para (Slika 27) na taktički pogodan aerodrom te čekanje zapovjedi za polijetanje i presretanje u određenom stupnju pripravnosti posade i zrakoplova. Ovakav način zaštite vlastitog zračnog prostora primjenjuju sve članice NATO saveza u kojima je stupanj vjerojatnosti ugroze zračnog prostora relativno mali izuzevši Baltičke zemlje i Island.



Slika 27. Lovački par nakon polijetanja na zadaću presretanja ciljeva u zraku

Vrijeme presretanja i uspješnost ovim načinom izravno ovisi o stupnju uvježbanosti posade zrakoplova i tehničkom osoblju, taktičkim karakteristikama zrakoplova s kojima se presretanje vrši, taktičkim karakteristikama radara kojima se otkriva možebitna ugroza, uvježbanosti posade ZMIN-a, ali i taktičkim mogućnostima i stupnju uvježbanosti neprijateljskih snaga (Slika 28).



Slika 28. Shema leta lovca na presretanje iz pripravnosti na zemlji u zoni radarskog navođenja [5]

Prednosti ovog načina presretanja su ekonomičnost u uštedi gorivnih resursa, resursa zrakoplova i ljudskih resursa s obzirom da se presretanje vrši tek nakon otkrivanja neprijateljskih letjelica. Nedostatak je relativno nepovoljan taktički položaj u slučaju ozbiljne ugroze.

4.1.2. Presretanje ciljeva u zraku iz zone očekivanja

Ovaj način presretanja koristi se onda kada je stupanj ugroze vlastitog zračnog prostora velik te postoji velika opasnost da presretanje ciljeva iz pripravnosti na zemlji neće moći osigurati taktičku situaciju koja bi rezultirala uspješnom zaštitom zračnog prostora.

Princip ovakve vrste zaštite zračnog prostora podrazumijeva konstantnu pokrivenost zračnog prostora radarskom slikom dok se lovački zrakoplovi nalaze u zraku u zoni očekivanja prostorno i visinom definiranoj na način da u slučaju djelovanja osigurava taktički povoljan položaj vlastitim snagama. Vrijeme trajanja pripravnosti u zraku definira se proračunom potrebnog goriva lovačkih zrakoplova na način da im u vrijeme povratka na matični aerodrom odnosno u vrijeme spremnosti sljedeće posade za preuzimanje zadaće nadzora iz

zone očekivanja ostane ona količina goriva koja će im biti dovoljna za borbu u zraku i povratak na matični aerodrom [5].

Na ovaj način osigurana je taktička prednost u odnosu na neprijatelja pod uvjetom da su taktičke karakteristike naših zrakoplova kao i uvježbanost posade na zadovoljavajućoj razini. Nedostatak presretanja ciljeva iz zone očekivanja je veliko naprezanje materijalno tehničkih i ljudskih resursa te se stoga ono primjenjuje u iznimnim slučajevima.

4.1.3. Presretanje ciljeva u zraku iz zone patroliranja

Razlika između presretanja ciljeva iz zone patroliranja i presretanja ciljeva iz zone očekivanja je u tome što prilikom prvog navedenog načina zaštite lovačke zrakoplove taktički raspoređujemo bliže mogućeg područja ugroze na temelju preciznijih obavještajnih informacija, a poradi sprječavanja djelovanja po vlastitim objektima. Zona patroliranja je najčešće zračni prostor usko vezan uz moguće ciljeve djelovanja protivničkog zrakoplovstva. Na ovaj način kao što je već rečeno, poboljšava se taktička situacija vlastitih snaga uz izdvajanje istih resursa uz uvjet da se raspolaže sa preciznijim obavještajnim podatcima. Princip vremenske pokrivenosti lovačke zaštite je identičan kao u slučaju presretanja ciljeva iz zone očekivanja [5].

4.1.4. Presretanje ciljeva u zraku iz slobodnog lova

Presretanje ciljeva iz slobodnog lova primjenjuje se onda kada slika vlastitih zemaljskih radarskih sustava ne pokriva područje interesa ili ga pokriva samo djelomično. Tada se u navedeno područje interesa taktički raspoređuju lovački zrakoplovi u manjim grupama čija je zadaća samostalno otkrivati i djelovati po ciljevima u zraku. Područje slobodnog lova definira se na temelju obavještajnih informacija o rasporedu neprijateljskih snaga, prvenstveno PZO sustava, rasporedu neprijateljskih zrakoplovnih baza te mogućim

smjerovima djelovanja neprijateljskih zrakoplova. Osim navedenog, za definiranje veličine zone slobodnog lova važne su informacije o broju, rasporedu, taktičkim mogućnostima i načinu uporabe vlastitih snaga [5].

4.2. Uloga sustava ZMIN u presretanju ciljeva u zraku

Sustav zračnog motrenja i navođenja podrazumijeva koordinaciju raspoloživih tehničkih sredstava HRZ i PZO, razrađenih metoda upravljanja istima te visok stupanj obučenosti osoblja raspoloživim sredstvima u primanju i prenošenju informacija sa ciljem otkrivanja neprijateljskih letjelica na što većoj udaljenosti, a sve sa konačnim ciljem kako bi se osigurala taktička prednost i zaštita vlastitih snaga. Uloga radara u sustavu presretanja ciljeva u zraku je dvojaka. Radari otkrivaju ciljeve u zraku, ali i služe za navođenje vlastitih lovačkih zrakoplova na otkrivene ciljeve. O važnosti radara i ulozi na strateškoj razini najbolje svjedoče činjenice iz vremena prve primjene radara u operativnoj uporabi još u Drugom svjetskom ratu. Od tih vremena pa sve do danas, uloga radara je dobivala na važnosti do te mjere da je suvremeno bojno polje današnjice nemoguće zamisliti bez radara [5].

Temeljna sredstva sustava ZMIN HRZ i PZO su fiksni radari velikog dometa AN/FPS 117 (Slika 29). Ovaj tip radara karakterizira mogućnost otkrivanja ciljeva na daljinama do 400 km sa velikom preciznošću čak i u složenim meteorološkim uvjetima, visoka efikasnost i pouzdanost u radu te jednostavnost upravljanja. Posada radara uključuje deset ljudi, ali postoji i mogućnost upravljanja radarom daljinskim putem (u slučaju ugroze). Osim Hrvatske, radare ovog tipa u nadzoru svog zračnog prostora uz mnogobrojne druge države u svijetu koristi koristi još i Mađarska, Bugarske te Rumunjska. Hrvatska u nadzoru svog zračnog prostora, ali i zračnog prostora Slovenije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore te djelomično Mađarske i Srbije koristi pet sustava AN/FPS 117 raspoređenih na radarske položaje Pelješac, Učka, Sljeme, Papuk i Borinci [13].



Slika 29. Vanjski izgled radara AN/FPS 117 te pogled na radar iz unutrašnjosti radarske kupole [14]

Osim navedenog radarskog sustava AN/FPS 117, zračni prostor RH na srednjim i malim visinama djelomično se nadzire radarskim sustavom Enhanced Peregrine čija je prvenstvena namjena motrenje i nadzor pomorskog prometa i sigurnosti plovidbe u obalnom moru RH. Radarski sustavi Enhanced Peregrine raspoređeni su na četiri položaja na otocima Mljetu, Lastovu, Visu te Dugom Otoku [14].

4.3. Eskadrila aviona u sustavu presretanja ciljeva u zraku

Temeljem zapovijedi iz 2008. godine Eskadrila aviona iz svog sastava izdvaja na dnevnoj razini u obliku dežurstva zrakoplove i posadu u funkciji Snaga brzog odgovora (SBO) čija je namjena provođenje ispomoći Eskadrili borbenih aviona u provedbi nadzora i zaštite zračnog prostora. U prvom redu to se odnosi na pružanje ispomoći u obliku uloge „crvenoga“ odnosno zrakoplova mete prilikom redovnih vježbi Eskadrile borbenih aviona (EBA) (Slika 30). Osim navedene uloge, Eskadrila aviona je osposobljena reagirati presretanjem drugih zrakoplova u kritičnim situacijama koje ne zahtijevaju borbeno djelovanje kao što su presretanja zrakoplova koji ima problem sa navigacijom, radio-vezom ili transponderom i slično.



Slika 30. MiG-21 bis iz sastava Eskadrile borbenih aviona vodi presretnuti PC-9M iz sastava Eskadrile aviona na slijetanje u Zračnu luku Zemunik

Eskadrila aviona operativno raspolaže zrakoplovima PC-9M čija maksimalna brzina u horizontalnom letu iznosi 270 čvorova te je stoga ograničena na presretanje isključivo sporoletećih ciljeva. Važnost ove sposobnosti Eskadrile aviona ogleda se u činjenici da minimalna brzina zrakoplova MiG-21 bis, sa kojim EBA operativno raspolaže i vrši presretanja, iznosi nešto više od 300 km/h (170 čvorova) te je u takvim uvjetima provedba zadaće presretanja sa taktičkog aspekta izuzetno složena [14]. Nedostatak zrakoplova PC-9M je nepostojanje oružanog sustava na zrakoplovu koji bi omogućavao uporabu zrakoplova u zadaćama borbenog djelovanja, a koje su preduvjet smislenosti samog presretanja nepoznatih ciljeva u zraku.

Osim zadaća presretanja Snaga brzog odgovora u ulozi mete, Eskadrila aviona također provodi osposobljavanje pilota Eskadrile aviona i budućih pilota borbenih zrakoplova za zadaće presretanja u ulozi zrakoplova-lovca. Osposobljavanje za zadaće presretanja ciljeva u zraku vrši se nakon završene napredne obuke na zrakoplovu PC-9M, a u sklopu Složene letačke obuke (SLO). Osposobljavanje se vrši kroz 12 letova u ulozi lovca odnosno u ulozi vođe lovačkog para. Letovi se provode na velikim, srednjim i malim visinama, navedenim redoslijedom, a brzina mete koju se presreće kreće se od 70 do 270 čvorova. Ulogu mete u

vježbama presretanja obavljaju zrakoplovi PC-9M ili zrakoplovi Zlin 242-L. Presretanja koja se u vježbama vrše su presretanja iz pripravnosti na zemlji, presretanje ciljeva iz zone očekivanja, te presretanje ciljeva iz zone patroliranja.

4.3.1. Metodologija obuke presretanja ciljeva u zraku na velikim i srednjim visinama

U početnoj fazi osposobljavanja za presretanje ciljeva u zraku uvježbavaju se presretanja iz zone očekivanja. Zone uvježbavanja su publicirane vojne zone letenja pod zabranom letenja za civilni promet u vrijeme provođenja vježbe. nakon polijetanja zrakoplova-mete i odlaska u zonu, polijeće i zrakoplov-lovac. Po postizanju pogodne visine (okvirno 3000 stopa), pilot-lovac uspostavlja radio-kontakt sa sustavom zračnog motrenja i navođenja na unaprijed dogovorenoj frekvenciji nakon čega se vrši provjera identifikacije lovca, provjera čujnosti te provjera točnosti pokazivanja radarskog sustava. Lovac potom odlazi u zonu na vježbom zadanoj visini (1000 stopa niža visina od visine na kojoj se nalazi meta) po unaprijed dogovorenoj proceduri nakon čega presretanje može započeti.

Presretanje započinje izdavanjem uputa časnika za navođenje iz središnjice ZMINa u obliku informacija o smijeru leta (eng. heading), brzini (eng. speed) i visini (eng. altitude) leta mete te azimutu prema meti (eng. bearing). Zajedno sa navedenim informacijama časnik za navođenje izdaje zapovijed o smijeru leta lovca. Pilot-lovac održava zadane parametre leta istovremeno motreći prednju polusferu u potrazi za metom. Da bi simulacija presretanja nepoznatog cilja bila realna, ona započinje sa minimalno 15 Nm udaljenosti između lovca i mete. U početnim fazama navođenja, časnik za navođenje lovcu izdaje informacije o meti i zapovjedi u optimalnim vremenskim intervalima, a kako se navođenje privodi kraju te manevarski postaje zahtjevnije (češće ispravke kursa i brzine lovca), izdavanje informacija i zapovjedi postaje sve češće. Kada se presretanje vrši u povoljnim meteorološkim uvjetima, metu veličine PC-9M moguće je vizualno otkriti već sa udaljenosti od 8 do 10 Nm, međutim u složenim meteorološkim uvjetima daljina uočavanja mete se može smanjiti do 1 Nm ili manje. Načelno, javljanje vizualnog uočavanja mete ZMINu zbog metodičkih razloga se radi na maksimalno 2 Nm udaljenosti od zrakoplova mete. S obzirom da je visina lovca načelno

1000 ft manja od visine mete, uočavanje će biti jednostavnije zbog jednolične pozadine nebeskog svoda iza mete.

Po javljanju lovca o vizualnom uočavanju mete, časnik za navođenje prestaje sa navođenjem lovca te mu izdaje dozvolu za prilazak meti i identifikaciju, a sve do trenutka identifikacije daje mu informacije isključivo o brzini mete. Prilazak meti vrši se oprezno iz zadnje polusfere, procjenjujući inerciju vlastitog zrakoplova te razliku brzina lovca i mete. Lovac se ne smije dovesti u poziciju da se nađe u prednjoj polusferi mete zbog izrazito nepovoljnog taktičkog položaja u tom slučaju, a postepeno penjanje na visinu mete od trenutka uočavanja iste i upotreba zračne kočnice će u tom slučaju pripomoći pravilnom prilasku meti na udaljenost koja će omogućiti identifikaciju zrakoplova i analiziranje taktičke situacije. U slučaju da se presretanje izvršava sa uporabom dvaju lovačkih zrakoplova, pratilac cijelo vrijeme presretanja mete prati vođu lovačkog para na taktički povoljnoj udaljenosti pružajući mu zaštitu (Slika 31). Identifikacija mete podrazumijeva definiranje vrste i tipa presretnutog zrakoplova, očitavanje registarske oznake te procjenu situacije. Jednom kada je presretanje i identifikacija zrakoplova izvršena, pilot izvještava časnika za navođenje nakon čega se vrši ponovno razdvajanje zrakoplova za novo presretanje ili se ovisno o zadaći vježbe vrši praćenje mete na slijetanje.



Slika 31. Postupak presretanja i praćenja mete na visini

4.3.2. Metodologija obuke presretanje ciljeva u zraku na malim visinama

Promjena visine presretanja od više ka manjoj usložnjava problematiku presretačkih zadaća. Smanjivanjem visine leta opada i vidljivost, a na malim visinama potrebno je dodatno voditi računa o orografiji terena i preprekama. Iz ovog razloga se prilikom vježbi presretanja ciljeva na malim visinama presretanje započinje sa visine načelno 1000 stopa veće od visine mete. Dodatna otegotna okolnost prilikom presretanja na malim visinama su smetnje u radio-komunikaciji također uzrokovane blizinom tla i orografijom terena te područja radarske sjene odnosno područja u kojima metu nije moguće uočiti na radarskoj slici. U ovom slučaju lovac u pojedinim fazama leta u nedostatku informacija o meti djelomično prelazi u sustav slobodnog lova oslanjajući se na vlastite sposobnosti vizualnog otkrivanja cilja i pretpostavke o taktičkim namjerama cilja na temelju zadnjih informacija od časnika za navođenje i vlastitih znanja.

Uočavanje mete je sada otežano budući da se iz već spomenutih razloga lovac nalazi iznad mete. Kopnena površina raznolikih boja prošarana stambenim objektima i prometnicama ili morska površina sa nizom otoka i brodova u pozadini omogućavaju meti stapanje sa okolinom i maskiranje. Na presretanje ciljeva na malim visinama otegotno utječu i meteorološki uvjeti koji su u pravilu nepovoljniji nego na velikim visinama. Naoblaka osim što otežava uočavanje mete i ograničava manevarske sposobnosti lovca, stvara dodatne smetnje u radio-komunikaciji, a utječe i na preciznost pokazivanja radarske slike te posebno usložnjava praćenje mete na slijetanje, a turbulencije na već opisani način u jednom od prethodnih poglavlja utječu na otkrivanje ciljeva kako na zemlji ili morskoj površini tako i u zraku.

S obzirom da su u praksi niskoleteći ciljevi uglavnom laki zrakoplovi generalne avijacije koje karakteriziraju male operativne brzine, u vježbama ovog tipa u ulozi mete angažira se zrakoplov Zlin 242-L iz sastava Eskadrile aviona. Da bi situacija bila realnija, kao područje uvježbavanja uzima se zona „Lika“ karakteristična po brdsko planinskom području sa vrhovima višim od 4000 stopa. Praksa je pokazala da navedeni vrhovi utječu na kvalitetu pokazivanja radarske slike kao i na kvalitetu radio-komunikacije na liniji časnik za navođenje-pilot lovac u toj mjeri da je presretanje ciljeva u navedenom području otežano no još uvijek

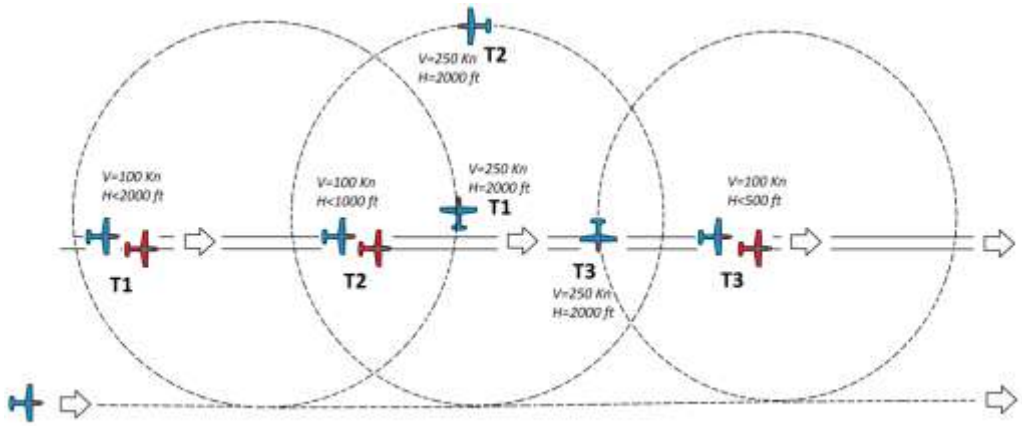
uspješno izvedivo. Aerodinamičke karakteristike zrakoplova PC-9M pokazale su se zadovoljavajuće za presretanje ovakvih ciljeva i praćenje sve do instrumentalne brzine od 70tak čvorova. na brzinama manjim od ove, praćenje je i dalje moguće uz uvjet da se primjeni jedna od metoda koje će biti spomenute u slijedećem poglavlju.

4.3.3. Praćenje presretnutog zrakoplova na slijetanje

Praćenje presretnutog zrakoplova na slijetanje je postupak navođenja mete u zraku s ciljem dovođenja mete u uvjete vizualnog kontakta sa aerodromom odakle samostalno može izvršiti prilaz aerodromu i slijetanje. Navođenje vrši pilot lovac nakon što je presreo i evidentirao metu te uspostavio vizualni kontakt sa metom, a izdavanje zapovjedi se vrši vizualnim putem ili radio vezom. Po izvršenom presretanju mete i procjeni situacije u kojoj presretnuti zrakoplov ne predstavlja ugrozu po lovca, lovac prelazi u front istome sa njegove lijeve strane na sigurnoj udaljenosti pokazujući jasno istaknutu frekvenciju međusobne komunikacije nakon čega se vrši provjera ispravnosti iste.

Ukoliko je presretnuti zrakoplov primio i shvatio poruku lovac se vraća u položaj iza mete te izdavanjem zapovjedi o smijeru leta, brzini i visini navodi presretnuti zrakoplov na željeni način. Prilikom navođenja zrakoplova lovac mora biti svjestan i poznavati ograničenja svog zrakoplova i presretnutog zrakoplova kojeg navodi te sukladno tome uskladiti parametre navođenja uzimajući u obzir i prilagođavajući se ograničenjima onog zrakoplova čija su ograničenja izraženija. U slučaju da lovac zbog male brzine leta presretnutog zrakoplova nije u mogućnosti pratiti isti u horizontalnom letu na sigurnoj udaljenosti, odabire se drugi način praćenja koji podrazumijeva zauzimanje sigurne vertikalne separacije od mete te kruženje iznad iste sa velikom razlikom u brzini. Ovaj način se izvodi tako da za cijelog vremena praćenja mete lovac ima vizualni kontakt sa presretnutim zrakoplovom u taktički povoljnoj situaciji zbog pozitivne razlike u brzini i visini. Ovaj način praćenja mete u pravilu uvijek primjenjuje drugi zrakoplov u slučaju da je presretanje izvršeno u paru, na način da se nakon prilaska mete i lovca aerodromu slijetanja, a po snižavanju na visinu od

2000 stopa, drugi zrakoplov iz para zadrži na istoj visini i kruženjem nadzire slijetanje presretnutog zrakoplova (Slika 32).



Slika 32. Postupak praćenja mete na slijetanje i zaštita lovačkog para

Ukoliko nakon presretanja zrakoplova nije moguće uspostaviti radio-komunikaciju sa presretnutim zrakoplovom, pilot lovac znakovima propisanim „Pravilnikom o mjerama za prisilno slijetanje zrakoplova“ navodi na praćenje pridržavajući se načelno istih principa navođenja kao u prethodnom slučaju sa povećanim stupnjem motrenja presretnutog zrakoplova. U oba slučaja postupak vođenja presretnutog zrakoplova na slijetanje završava potvrdom vođe lovačkog para časniku za navođenje o izvršenom slijetanju presretnutog zrakoplova.

4.3.4. Eskadrila aviona u odgovoru na ugrozu zračnog prostora RH

Doktrina HRZ i PZO odgovora na ugrozu zračnog prostora RH u dosadašnjoj i trenutnoj praksi presretanja ciljeva u zraku ne uključuje presretanje ciljeva zrakoplovima PC-9M. Razlog tome može se pripisati, kao što je prije navedeno, nemogućnosti borbenog djelovanja zrakoplova PC-9M, a koje je preduvjet smislenosti presretanja te relativno maloj potrebi presretanja sporoletećih ciljeva u stvarnim situacijama. Ipak, postoje situacije o kojima je u prethodnim poglavljima pisano kada presretanje zrakoplovom PC-9M ne samo da ima smisla već je izvedivo isključivo sredstvima Eskadrile aviona s obzirom na taktičku ograničenost ostalih sredstava HRZ i PZO. Sukladno tome, Eskadrila aviona uvježbava i razvija taktičke postupke presretanja ciljeva u zraku u slučaju možebitnog angažiranja po uzoru na eskadrilu zrakoplova PC-7 austrijskog ratnog zrakoplovstva (Slika 33). Postupci i načini presretanja te praćenja mete na slijetanje opisani su u prethodnim poglavljima.



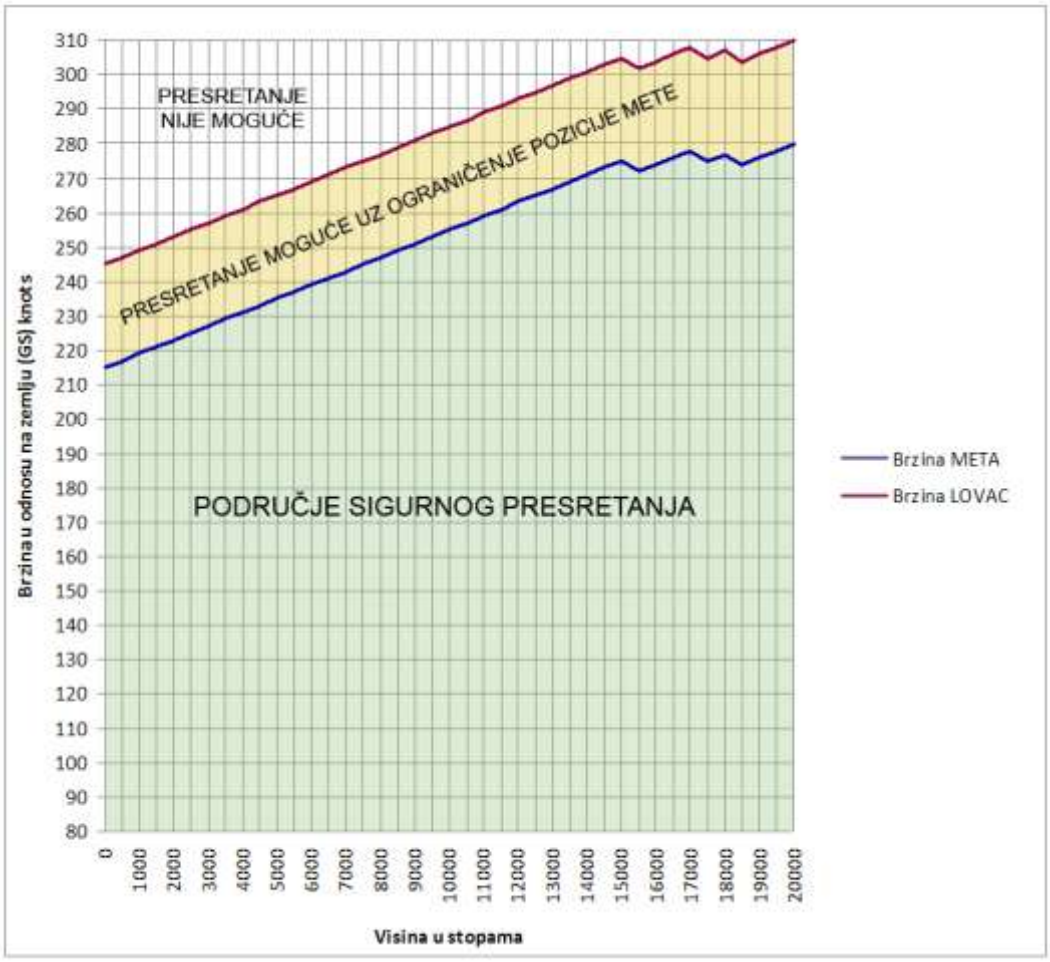
Slika 33. PC-9M iz sastava Eskadrile aviona i PC-7 Austrijskog ratnog zrakoplovstva u zajedničkoj vježbi presretanja 2011. godine

U grafikonu 3 koji je izradio donedavni pilot Eskadrile aviona i sadašnji pilot Eskadrile borbenih aviona, satnik Ivan Lukan, prikazana je mogućnost presretanja ciljeva u zraku zrakoplovom PC-9M ovisno o visini leta i brzini zrakoplova koji se presreće. Pretpostavka je da PC-9M uvijek ima 30 čvorova prednosti u brzini u odnosu na presretani zrakoplov te da je ispoštovan osnovni postulat presretanja, a taj je da je lovac na vrijeme angažiran. Brzine u tablici se odnose na brzine zrakoplova mjerene u odnosu na zemlju odnosno „ground speed“. Brzina se izražava na ovaj način zbog očitavanja radarske slike i navođenja sukladno istoj koja „vidi“ isključivo brzinu aviona u ovisnosti o zemljinoj površini. Brzine u čvorovima zrakoplova PC-9M su približno proračunate maksimalne brzine zrakoplova (maks. IAS koji daje odgovarajući GS), a „zubi“ na vrhu linija brzinama grafikonu su nastali zbog algoritma proračuna te u stvarnosti zaista postoje. Brzina mete je ona brzina zrakoplova koju ima meta koja po njenim performansama predstavlja vrh onoga što zrakoplov PC-9M može presresti.

Dakle, sve što je po svojim performansama ispod plave linije moguće je sigurno presresti uz prethodno poštivanje razrađenih taktičkih postupaka presretanja ciljeva u zraku.

Žuto područje između plave i crvene crte je ono područje gdje je presretanje moguće uz prethodno zauzete parametre koji će omogućiti izrazito povoljnu taktičku prednost za presretanje (npr. PC-9M koji presreće metu iz prednje polusfere sa GS=275 kn na FL160 uz pravilno izvođenje manevra za prilaz meti).

Područje iznad crvene crte označava performanse zrakoplova čije presretanje nije moguće. Kada analiziramo tablicu potrebno je naglasiti da je velika većina zrakoplova generalne avijacije po svojim performansama ispod plave crte odnosno u zoni mogućeg presretanja.



Grafikon 3. Mogućnost presretanja zrakoplovom PC-9M u ovisnosti o visini i brzini mete

Iz svega navedenoga, može se zaključiti kako zrakoplov PC-9M zbog svojih performansi kada je u pitanju presretanje zrakoplova generalne avijacije pruža izvrsnu opciju nadzora zračnog prostora RH dok obučenost pilota Eskadrile aviona doprinosi kompletnosti izvršavanja zadaća presretanja izuzevši borbeno djelovanje. Kada se uzme u obzir da performanse zrakoplova Mig-21 bis kojim se trenutno vrše sve zadaće nadzora zračnog prostora RH samo djelomično zadovoljavaju presretanje navedenih ciljeva, onda je važnost navedene sposobnosti Eskadrile aviona još i veća.

5. ZAKLJUČAK

U dosadašnjem radu Eskadrile aviona kada su u pitanju zadaće zrakoplovnog izviđanja i nadzora nikada nije bilo zamjerke sa niti jedne razine bilo da je riječ o civilnim ili vojnim službama, a koje su na bilo koji način uključene u navedene zadaće. Dakle, zadaće zrakoplovnog izviđanja i nadzora za koje je EA osposobljena i pravno ovlaštena izvršavane su na visokoj razini. Unatoč tome, na temelju teoretskih i praktičnih saznanja iz dosadašnjeg rada, neupitan je zaključak da se zadaće izviđanja i nadzora zrakoplovom PC-9M mogu izvršavati još efikasnije.

Navedenoj tezi ide u prilog i činjenica da od uvođenja aviona PC-9M u operativnu upotrebu HRZ i PZO još 1997. godine nije izvršena modernizacija zrakoplova dok se istovremeno spektar zadaća koje se avionom PC-9M izvršavaju znatno povećao. Kroz analizu postojećeg načina uporabe Eskadrile aviona u zadaćama zrakoplovnog izviđanja i nadzora, kroz rad se često uočavaju nedostatci efikasnosti izvršenja zadaća, a koji su uzrokovani nedostatkom opreme i sustava zrakoplova PC-9M. Iz svega navedenoga proizlazi kako je upravo modernizacija zrakoplova sustavima prikladnim za izvršenje opisanih zadaća temeljni preduvjet ka povećanju uspješnosti izvođenja istih. Modernizacija zrakoplova PC-9M je predmet rasprava i radova unutar sustava HRZ i PZO već dugi niz godina te stoga u ovome radu nije detaljnije analizirana.

Kada se govori o zadaćama koje su vezane uz zadaće za potrebe Obalne straže, tada se osim zaključaka o potrebnoj modernizaciji, a koji se tiču povećanja uspješnosti izvršenja zadaća javljaju zaključci o preustroju sustava dežurstva. Sustav dežurstva u navedenim zaključcima moguće je ustrojiti na temelju prognoze vjerojatnosti potrebe za zadaćom. Nevedeni prijedlog analiziran je pod naslovom „Dosadašnja iskustva Eskadrile aviona“. Pod naslovom „Let do zone pretraživanja“ analizirane su mogućnosti uštede goriva u ovoj fazi izvršenja zadaće na temelju čega su predložena riješenja za izvršenje istoga u budućim misijama izviđanja i nadzora, a koja bi doprinijela poboljšanju kvalitete izvršenja zadaće.

U poglavlju „Analiza Eskadrile aviona u sustavu „Snaga brzog odgovora“ analiziraju se teoretske osnove presretanja ciljeva u zraku. Poseban naglasak pridodan je metodologiji

obuke i važnosti njezine realnosti. Također, analizira se i realna mogućnost uporabe zrakoplova PC-9M u situacijama stvarne potrebe za presretanjem ciljeva u zraku.

Kroz cijeli rad naglašena je implementacija praktičnih spoznaja iz stvarnih zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora sa dosadašnjim teoretskim osnovama zrakoplovnog izviđanja i nadzora. Uvažavajući i primjenjujući praktična iskustva prenesana u radu kao i prijedloge za unaprijeđenjem sustava, obuka i izvršenje zadaća izviđanja i nadzora koje provodi Eskadrila aviona podižu se na viši nivo.

LITERATURA

[1] Avion Pilatus PC-9M; Opis i rad – sekcija 1; priručnik letenja; 2010.

[2] Petar Kesić; Osnove aerodinamike: Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2003.

[3] Narodne novine (2007): Odluka o proglašenju Zakona o Obalnoj straži Republike Hrvatske. Zagreb: Narodne novine d.d., br. 109

[4] Standardni operativni postupci (SOP) u sustavu nadzora i zaštite unutrašnjih voda, teritorijalnog mora i zaštićenog ribolovno-ekološkog pojasa

[5] Berislav Grozdanić; Taktička navigacija; 2002.

[6] Marko Vučetić, Višnja Vučetić. Vrijeme na Jadranu; 2010.

[7] Stvaranje pjene na vrhovima valova; 21.05.2016.
http://www.shipinspection.eu/index.php/navigation/34-meteorology

[8] Povezanost Douglasove i Beaufortove ljestvice; 22.05.2016.
https://hr.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_ljestvica

[9] Nikola Štambak; Hrvatski Jadran; 2007.

[10] Z. Bićanić; Sigurnost na moru; 2013.

[11] Manual PC-9M, Sekcija 9, Tables of contents; 2010.

[12] Zaharije Ante Vrsalović; Zrakoplovna psihologija; 1998.

[13] Eduard Lukin; Zrakoplovni radar; 2003.

[14] Izgled radara AN/FPS 117; 25.05.2016.
http://defence.pk/threads/saudi-arabia-peace-shield.242743/

[15] Karkteristike MiG 21 bis; 25.05.2016 https://hr.wikipedia.org/wiki/MiG-21

POPIS SLIKA

Slika 1. Odvajanje strujnica na pravokutnom krilu PC-9M

Slika 2. Razdjelno zakrilce na zrakoplovu PC-9M

Slika 3. Praćenje zrakoplova Zlin 242 L na slijetanje malom brzinom i izvučenim zakrilcem na položaj 'Take off'

Slika 4. PC-9M nakon izvršenog presretanja prati zrakoplov ZLIN 242L na slijetanje pri brzini od 80 čvorova

Slika 5. Aerodinamička rješenja poboljšanja upravljivosti na kormilu dubine i pravca

Slika 6. Raspored instrumenata i sustava unutar kokpita zrakoplova PC-9M

Slika 7. Upravljačka palica i ručica snage HOTAS tipa

Slika 8. Područje nadležnosti Obalne straže RH

Slika 9. Ustroj Obalne straže RH

Slika 10. Fotografija broda 'Nebeski' sa visine 300' AGL i sa visine 100' AGL

Slika 11. Ribarski brod okružen jatom galebova

Slika 12. Područja i načelne rute nadzora morske granice i teritorijalnog mora RH

Slika 13. Naftna mrlja na morskoj površini uslikana iz zrakoplova PC-9M

Slika 14. Onečišćenje iz broda fotografirano iz zrakoplova PC-9M

Slika 15. Linija onečišćenja stranim predmetima formirana morskom strujom

Slika 16. Vrijeme motrenja objekta

Slika 17. Fronta magle na otvorenom moru

Slika 18. Obala otoka Visa u magli te otok Jabuka u izmaglici

Slika 19. Stvaranje pjene na vrhovima valova (Beaufort force 4)

Slika 20. Metoda pretrage proširivanjem kvadrata (eng. Expanding square)

Slika 21. Zajedničko pretraživanje zone metodom paralelnih kurseva zrakoplova i broda

Slika 22. Metoda pretrage paralelnim kursevima

Slika 23. Brod u havariji te osoba na stijenama uočeni pretragom uskog uzobalnog pojasa jednim preletom

Slika 24. traženje objekta djelovanja pomicanjem zaokreta

Slika 25. Podjela područja nadležnosti u tri zone iz praktičnih razloga

Slika 26. Sektori motrenja prilikom zadaća traganja i spašavanja na moru

Slika 27. Lovački par nakon polijetanja na zadaću presretanja ciljeva u zraku

Slika 28. Shema leta lovca na presretanje iz pripravnosti na zemlji u zoni radarskog navođenja

Slika 29. Vanjski izgled radara AN/FPS 117 te pogled na radar iz unutrašnjosti radarske kupole

Slika 30. MiG-21 bis iz sastava Eskadrile borbenih aviona vodi presretnuti PC-9M iz sastava Eskadrile aviona na slijetanje u Zračnu luku Zemunik

Slika 31. Postupak presretanja i praćenja mete na visini

Slika 32. Posupak praćenja mete na slijetanje i zaštita lovačkog para

Slika 33. PC-9M iz sastava Eskadrile aviona i PC-7 Austrijskog ratnog zrakoplovstva u zajedničkoj vježbi presretanja 2011. godine

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Utjecaj oblačnosti na daljinu vidljivosti

Grafikon 2. Određivanje kose daljine vidljivosti pri sumaglici

Grafikon 3. Mogućnost presretanja zrakoplovom PC-9M u ovisnosti o visini i brzini mete

POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj i vrsta izvršenih zadaća zrakoplovnog izviđanja i nadzora

Tablica 2. Proračun daljine uočavanja (duo) objekta napamet

Tablica 3. Određivanje horizontalne udaljenosti od objekta (dh) napamet

Tablica 4. Međusobna zavisnost Beaufortove i Douglasove ljestvice

Tablica 5. Utjecaj temperature mora na ljudski organizam

Tablica 6. Parametri leta za let do ZONE 2 na visini od 5000 stopa

Tablica 7. Parametri leta za let do ZONE 3 na visini od 5000 stopa

Tablica 8. Parametri leta za let do ZONE 2 na visini od 10000 stopa

Tablica 9. Parametri leta za let do ZONE 3 na visini od 10000 stopa

Tablica 10. Parametri leta za let do ZONE 2 na visini od 15000 stopa

Tablica 11. Parametri leta za let do ZONE 3 na visini od 15000 stopa

Tablica 12. Parametri leta za let do ZONE 2 na visini od 20000 stopa

Tablica 13. Parametri leta za let do ZONE 3 na visini od 20000 stopa

Tablica 14. Parametri leta za let do ZONE 2 na visini od 25000 stopa

Tablica 15. Parametri leta za let do ZONE 3 na visini od 25000 stopa

POPIS KRATICA

AGL – Above Ground Level – Iznad razine zemlje

AHRS –Attitude and heading reference system

AWS – Aural Warning System

Bf – Beaufort

CWS –Central Warning System

EA – Eskadrila Aviona

EBA – Eskadrila Borbenih Aviona

EADI–Electronic Attitude and Direction Indicator

EIS –Engine Instrument System

EHSI –Electronic Horizontal Situation Indicator

ft – feet – stopa

G– Gravitation force

GPS – Glonal Position System

HOTAS– Hands On Throttle And Stick

HUD – Head Up Display

HRZ – Hrvatsko Ratno Zrakoplovstvo

H –Height (Visina)

HRZ i PZO – Hrvatsko Ratno Zrakoplovstvo i Protu Zračna Obrana

Hz – Hertz

IMO– International Maritime Organization

IC – Infracrveno zračenje

IR – Infra Red – Infracrveno zračenje

Itd – I tako dalje

KIAS – Knots-Indicated Air Speed – indicirana brzina u čvorima

Kn – knot – Brzina: nautičke milje u satu

Km/h –Kilometara na sat –Brzina

Lb – Libra

m – metar

MORH – Ministarstvo Obrane Republike Hrvatske

MRCC – Maritime Rescue Coordination Centre

NATO – North Atlantic Treaty Organisation - Sjevernoatlantski savez

Nm – nautička milja

NOS – Namjenski Organizirane Snage

Npr – Na primjer

OSt – Obalna Straža

OSt RH – Obalna Straža Republike Hrvatske

OSRH – Oružane Snage Republike Hrvatske

SAR – Search And Rescue – traganje i spašavanje

SLO – Složena Letačka Obuka

SOP – Standardni operativni postupci

TO – Take off

UHF – Ultra High Frequency

VHF – Very High Frequency

ZB – Zrakoplovna Baza