

# Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade u slučaju prinudnog napuštanja zrakoplova iznad mora

---

Glas, Luka Mihovil

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:119:284314>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Luka Mihovil Glas**

**PRORAČUN VJEROJATNOSTI PREŽIVLJAVANJA POSADE**  
**U SLUČAJU PRINUDNOG NAPUŠTANJA ZRAKOPLOVA**  
**IZNAD MORA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2021.**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
**POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT**

Zagreb, 12. travnja 2021.

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

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 6068**

Pristupnik: **Luka Mihovil Glas (0135249320)**  
Studij: **Aeronautika**

Zadatak: **Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade u slučaju prinudnog napuštanja zrakoplova iznad mora**

Opis zadatka:

Opisati zadaću obalne straže Republike Hrvatske i prostor koji obuhvaća. Navesti razloge prinudnog napuštanja zrakoplova PC-9M tijekom leta obalne straže te opisati proceduru pokretanja traganja i spašavanja na moru. Navesti faktore koji utječu na vrijeme preživljavanja čovjeka u moru. Pokazati kako oprema koju pilot nosi sa sobom na let produžuje vrijeme preživljavanja u moru. Navesti načine pretrage mora kod traženja čovjeka. Prikazati oceanografske i meteorološke parametre na području teritorijalnog mora Republike Hrvatske. Izračunati vrijeme vjerojatnog preživljavanja čovjeka u Jadranskom moru ovisno o godišnjem dobu te proračunati vjerojatnost pravovremenog pronalaska i izvlačenja posade zrakoplova PC-9M iz mora pomoću helikoptera službe traganja i spašavanja. Grafički prikazati vjerojatnost preživljavanja posade ovisno o mjestu prinudnog napuštanja zrakoplova i vremenskih uvjeta.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Doris Novak

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**PRORAČUN VJEROJATNOSTI PREŽIVLJAVANJA POSADE U  
SLUČAJU PRINUDNOG NAPUŠTANJA ZRAKOPLOVA IZNAD MORA**

**PROBABILITY OF AIRCREW SURVIVAL IN THE EVENT OF  
EJECTION OVER WATER**

Mentor: prof. dr. sc. Doris Novak

Student: Luka Mihovil Glas

JMBAG:0135249320

Zagreb, 2021.

## SAŽETAK

Čimbenici koji utječu na vjerojatnost preživljavanja u Jadranskom moru su temperatura mora, temperatura zraka, vjetar, valovi i morska struja. Tijekom letova za potrebe Obalne straže avion Pilatus PC-9M leti nisko i daleko od obale. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja čovjeka može se izračunavati pomoću više modela od koji svaki ima prednosti za određeno područje primjene. Wisslerov model predstavlja konzervativno pretpostavljeno vrijeme preživljavanja, dok Hayward i suradnici eksperimentima dolaze do jednadžbe čiji su izračuni blizu gornjoj granici vremena preživljavanja. Procjena mogućnosti preživljavanja posade aviona u moru kompleksna je zadaća te je za točno izračunavanje iste potrebno znati pretpostavljeno vrijeme preživljavanja i vrijeme do spašavanja. Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade računa se pomoću Kaplan-Meierovog pristupa. Vjerojatnost preživljavanja nakon pretpostavljenog vremena preživljavanja smanjuje se brže s prolaskom više vremena.

**KLJUČNE RIJEČI:** pretpostavljeno vrijeme preživljavanja, vjerojatnost preživljavanja, temperatura mora, hipotermija, traganje i spašavanje, tjelesna temperatura, avion Pilatus PC-9M

## SUMMARY

Factors influencing the probability of survival in the Adriatic Sea are sea temperature, air temperature, wind, waves and sea current. During flights for the Croatian Coast Guard, airplane Pilatus PC-9M is flying at low altitude and far from the coast. The calculation of predicted human survival time can be calculated using several models, each of which has advantages for a specific area of application. Wissler's model represent conservative assumed survival time, while Hayward and co-workers have come up with a formula which results are very close to the upper limit of survival time in the cold sea. Survival time assessment in the sea is a complex task and in order for it to be calculated, it is necessary to know predicted survival time and time until rescue. Calculation of survival probability is done using Kaplan-Meier approach. After predicted survival time has passed, survival probability reduces faster as more time passes.

**KEY WORDS:** predicted survival time, probability of survival, sea temperature, hypothermia, search and rescue, body core temperature, airplane Pilatus PC-9M

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PRIMJENA AVIONA PILATUS PC-9M U SASTAVU OBALNE STRAŽE REPUBLIKE HRVATSKE.....	3
2.1. Zadaća i struktura Obalne straže Republike Hrvatske.....	3
2.2. Oprema aviona Pilatus PC-9M tijekom leta Obalne straže .....	4
2.2.1. Izbacivo sjedište .....	4
2.2.2. Oprema pilota .....	7
3. KLIMA NA JADRANU .....	9
3.1. Temperatura zraka .....	9
3.2. Temperatura mora.....	10
3.3. Vjetar .....	10
3.4. Morske struje Jadrana .....	11
3.5. Valovi .....	12
3.6. Klimatologija Zračne luke Zadar.....	13
4. TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU .....	15
4.1. Helikopteri za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova .....	16
4.2. Traganje i spašavanje na moru brodovima Hrvatske ratne mornarice .....	19
4.3. Metode pretraživanja iz zraka.....	21
4.3.1. Metoda pretraživanja paralelnim kursevima .....	22
4.3.2. Metoda pretraživanja proširivanjem kvadrata.....	23
4.3.3. Metoda pretraživanja jednim preletom .....	24
4.4. Učinkovitost pretraživanja.....	25
4.4.1. Utjecaj vidljivosti na učinkovitost pretraživanja.....	25
4.4.2. Utjecaj valova na učinkovitost pretraživanja .....	27
4.4.3. Utjecaj turbulencije na učinkovitost pretraživanja.....	27
4.4.4. Udaljenost posade od mjesta pada aviona.....	28

5. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA MOGUĆNOST PREŽIVLJAVANJA ČOVJEKA U MORU.....	30
5.1. Dehidracija, hipotermija, šok i gubitak volje za životom.....	30
5.2. Proračun vremena preživljavanja posade aviona u moru .....	33
5.3. Preporuke za produljenje vremena preživljavanja u moru .....	41
6. VJEROJATNOST PREŽIVLJAVANJA POSADE AVIONA PILATUS PC-9M.....	43
6.1. Vrijeme do spašavanja.....	43
6.1.1. Vrijeme dolaska službe traganja i spašavanja do mjesta pretraživanja.....	44
6.1.2. Vrijeme potrebno za pretraživanja područja .....	47
6.2. Procjena mogućnosti preživljavanja.....	50
6.3. Proračun vjerojatnosti preživljavanja .....	53
7. ZAKLJUČAK .....	59
BIBLIOGRAFIJA .....	60
POPIS SLIKA .....	63
POPIS GRAFIKONA .....	64
POPIS TABLICA.....	65
POPIS JEDNADŽBI .....	66
PRILOZI.....	67
<b>Prilog 1.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona u splavu za spašavanje opremljena sa suhim odijelom pri temperaturi mora 10 °C.....	67
<b>Prilog 2.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 15 °C .....	67
<b>Prilog 3.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 20 °C .....	68
<b>Prilog 4.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 15 °C .....	68
<b>Prilog 5.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 20 °C .....	69

<b>Prilog 6.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 15 °C.....	69
<b>Prilog 7.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 20 °C.....	70
<b>Prilog 8.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u valovitom moru temperature 10 °C .....	70
<b>Prilog 9.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u valovitom moru temperature 10 °C .....	71
<b>Prilog 10.</b> Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u valovitom moru temperature 10 °C .....	71



# 1. UVOD

Prilikom proračuna vjerojatnosti preživljavanja čovjeka u moru potrebno je uzeti u obzir nekoliko različitih čimbenika kao što su vrijeme preživljavanja i vrijeme do spašavanja. U ovom radu će kroz pet ključnih poglavlja biti objašnjeni načini izračuna potrebnih podataka i navedeni dosadašnji poznati parametri. Cilj ovog istraživanja je izračunati vjerojatnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M, pogotovo tijekom leta za potrebe Obalne straže.

Poglavlje „Primjena aviona Pilatus PC-9M u sastavu Obalne straže Republike Hrvatske“ bavi se strukturom i zadaćom Obalne straže Republike Hrvatske. Opisano je područje koje Obalne straža nadzire te zadaće koje provodi na tom području. Navedena je struktura Obalne straže u koju ulaze zrakoplovne snage razmještene u vojarnje. U radu se izračunava proračun vjerojatnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M pa je navedena oprema koju pilot sa sobom nosi na let, a može mu pomoći u preživljavanju na moru. Također, u ovom poglavlju nalazi se popis opreme koji se tijekom svakog leta nalazi u svakom avionu Pilatus PC-9M.

U poglavlju „Klima na Jadranu“ prikazane su meteorološke specifičnosti i pojave na Jadranskom moru. Navedeni su čimbenici koji su bitni za preživljavanje čovjeka u moru. Pokazan je godišnji hod temperature mora i temperature zraka na više mjernih postaja, što će kasnije biti korišteno za izradu karte pretpostavljenog vremena preživljavanja. Opisane su meteorološke pojave poput vjetera, valova i morskih struja. Vjetrovi specifični za područje Jadranskog mora su bura, jugo i tramontana. Svaki od tih vjetrova uzrokuje drugačije valove, a to je opisano u navedenom poglavlju. Morske struje značajne su za cirkulaciju morske vode u Jadranskom moru i za dotok mora kroz Otrantska vrata, ali nemaju značajnijeg utjecaja na vrijeme preživljavanja.

Poglavlje „Traganje i spašavanje na moru“ za uvod opisuje strukturu civilne službe za traganje i spašavanje na moru, ali detaljnije opisuje vojni sustav traganja i spašavanja. Navedene su snage za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova te njihov razmještaj. Prikazani su proračuni doleta helikoptera unutar određenog vremena, te je objašnjena njihov spremnost ovisno o radnom vremenu. U ovom poglavlju navedene su metode pretraživanja, njihove prednosti i mane te razlog za uporabom. Za kraj, objašnjeni su utjecaji na učinkovitost pretraživanja iz zrakoplova.

Opasnosti uslijed uranjanja i preživljavanja u hladnom moru opisane su u poglavlju „Čimbenici koji utječu na mogućnost preživljavanja čovjeka u moru“. Hipotermija i šok uslijed uranjanja u hladno more dvije su najveće opasnosti za preživljavanje u slučaju uspješnog prinudnog napuštanja aviona. Vrijeme nastupanja i klasifikacija hipotermije detaljno su objašnjeni u ovom poglavlju. Dehidracija je glavna opasnost za vrijeme toplijih mjeseci, ali puno sporije nastupa od hipotermije pa je tijekom ljetnih mjeseci vrijeme preživljavanja puno duže nego zimi. Proračun vremena preživljavanja u hladnom moru ovisi o puno čimbenika, od kojih ne možemo sve empirijski izračunati. Korištena su dva modela izračuna vremena preživljavanja i objašnjene razlike između njih. U ovom poglavlju nalaze se tablice s pretpostavljenim vremenima preživljavanja te karte s istim vremenima.

U zadnjem poglavlju naziva „Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M“ svedeni su podaci iz svih poglavlja do tad i prikazana je vjerojatnost preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M. U prvom potpoglavlju grafički je prikazana pokrivenost područja službom traganja i spašavanja vojnih zrakoplova. Zatim je objašnjeno vrijeme potrebno za pronalazak posade aviona nakon dolaska u područje pretraživanja. Drugo potpoglavlje sadrži procjenu mogućnosti preživljavanja posade aviona, a zadnje potpoglavlje prikazuje proračune vjerojatnosti preživljavanja posade. Uz grafikone koji služe za prikaz u ovom poglavlju, na kraju rada nalazi se deset priloga koji prikazuju rezultate proračuna vjerojatnosti za različite uvjete.

Zaključak rada ukratko prelazi sva navedena poglavlja i donosi zaključak proračuna vjerojatnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M.

## 2. PRIMJENA AVIONA PILATUS PC-9M U SASTAVU OBALNE STRAŽE REPUBLIKE HRVATSKE

Pilatus PC-9M školski je avion s jednim turbo-prop motorom koji se u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu nalazi u sastavu 392. eskadrile aviona. Koristi se za temeljno i napredno školovanje vojnih pilota Hrvatskog ratnog zrakoplovstva, obavljanje zadaće Obalne straže Republike Hrvatske, dežurstva Snaga brzog odgovora, u protupožarnim izviđanjima te drugim letačkim zadaćama u specijalizaciji nastavnika letenja, letovima za potrebe Hrvatske kopnene vojske i Hrvatske ratne mornarice, te trenazi pilotskog kadra Hrvatskog ratnog zrakoplovstva [1]. Proračuni koji su napravljeni u ovom radu mogu se koristiti za svaku situaciju prinudnog napuštanja aviona Pilatus PC-9M iznad teritorijalnog mora Republike Hrvatske, ali je najveća pažnja usmjerena prema letovima za potrebe Obalne straže Republike Hrvatske jer se ti letovi obavljaju na velikim udaljenostima od kopna i na malim visinama.

### 2.1. Zadaća i struktura Obalne straže Republike Hrvatske

Obalna straža je tijelo, ustrojeno u okviru Hrvatske vojske, nadležno za provedbu nadzora i zaštite prava i interesa Republike Hrvatske na moru. Poslovi Obalne straže su određeni Zakonom o Obalnoj straži Republike Hrvatske i oni uključuju nadzor i zaštitu suverenih prava i jurisdikcije Republike Hrvatske, traganje i spašavanje na moru, suzbijanje organiziranog kriminaliteta, piratstva i sigurnosnih rizika od važnosti za nacionalnu sigurnost, te nadzor nad provedbom propisa. Obalna straža provodi nadzor nad unutrašnjim vodama, teritorijalnim morem i zaštićenim ekološko-ribolovnim pojasom do granica epikontinentalnog pojasa Republike Hrvatske što je prikazano na slici 2.1. [2]. Zrakoplovne snage Obalne straže Republike Hrvatske sastoje se od dva aviona Pilatus PC-9M iz sastava 392. eskadrile aviona i tri helikoptera MIL Mi-8 iz sastava 395. eskadrile transportnih helikoptera. Tijekom obavljanja dežurstva ili zadaća Obalne straže zrakoplovne snage su operativno podređene zapovjedniku Obalne straže. Prve posade, jedna posada iz 392. eskadrile i jedna posada iz 395. eskadrile, zrakoplovnih snaga spremne su reagirati na zadaću u vremenskom roku od 30 minuta tijekom radnog vremena, ili u vremenskom roku od 120 minuta izvan radnog vremena. Pričuvne posade, jedna posada iz 392. eskadrile i dvije posade iz 395. eskadrile, spremne su reagirati na zadaću u vremenskom roku od 6 sati [3].



Slika 2.1. Područje nadzora i zaštite Obalne straže Republike Hrvatske, [4]

## 2.2. Oprema aviona Pilatus PC-9M tijekom leta Obalne straže

Na svaki let Obalne straže pilot je dužan sa sobom ponijeti određenu osobnu opremu koja služi za preživljavanje u slučaju prinudnog napuštanja aviona, a na svakom letu u avionu Pilatus PC-9M nalazi se osobni paket za preživljavanje koji sadrži opremu nužnu za preživljavanje u moru. Izbacivo sjedište jedini je način prinudnog napuštanja aviona u letu i ono se zbog toga nalazi u svakom avionu Pilatus PC-9M. Posada aviona napuštati će avion u letu samo u iznimnim situacijama poput otkaza motora, požara motora, ostanka bez goriva i gubitka kontrole nad avionom u slučaju strukturalnih oštećenja kod udara ptica.

### 2.2.1. Izbacivo sjedište

U avion Pilatus PC-9M ugrađena su dva izbaciva sjedišta, prikazana na slici 2.2., koja služe za napuštanje aviona u slučaju nužde. Sjedište je ugrađeno na katapult za izbacivanje, a sadrži inicijalni stabilizacijski padobran, glavni padobran, osobni paket za preživljavanje i sustav kisika u nuždi. Nakon potezanja ručice za aktivaciju izbacivog sjedišta dolazi do pokretanja potpuno automatskog procesa izbacivanja sjedišta koje se provodi kroz niz sekvenci. Inicijalni

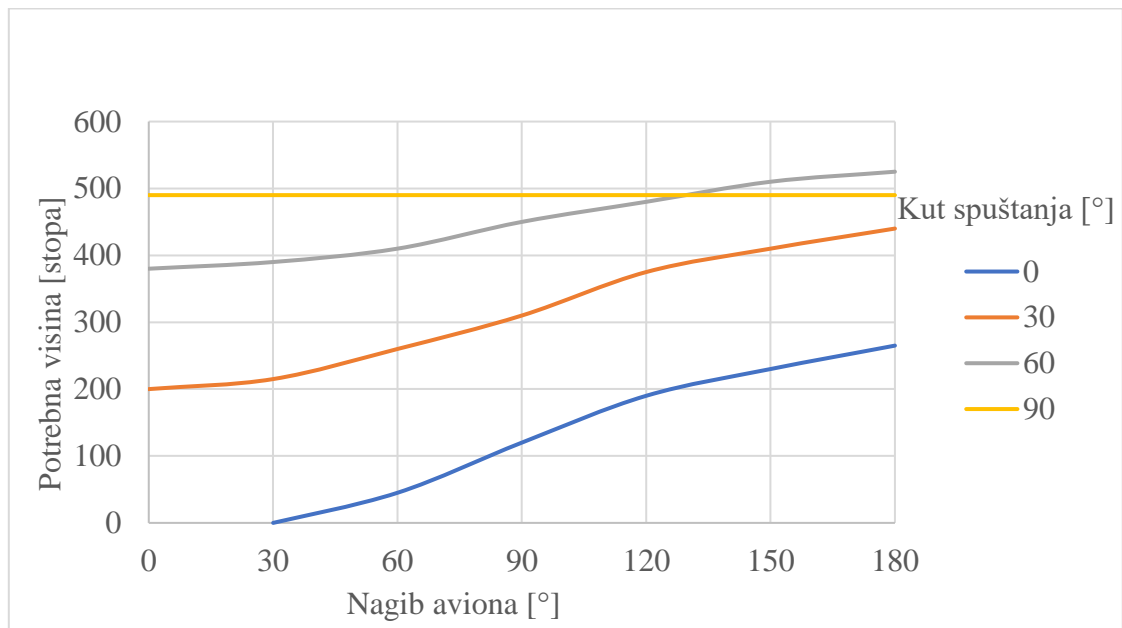
padobran je polumjera 5 stopa i nakon izbacivanja sjedišta iz aviona ispaljuje ga pištolj za izbacivanje inicijalnog padobrana, dok se glavni padobran otvara pomoću inicijalnog padobrana i aerokoničnog je tipa [5]. Prilikom otvaranja glavnog padobrana dolazi do odvajanja pilota od izbacivog sjedišta. Približavanjem površini slijetanja pilot treba povući ručicu kojom se osobni paket za preživljavanje otpusti na vezu za spuštanja i time se aktivira automatsko napuhavanje splavi za spašavanje.



Slika 2.2. Izbacivo sjedište Martin-Baker MK11, [6]

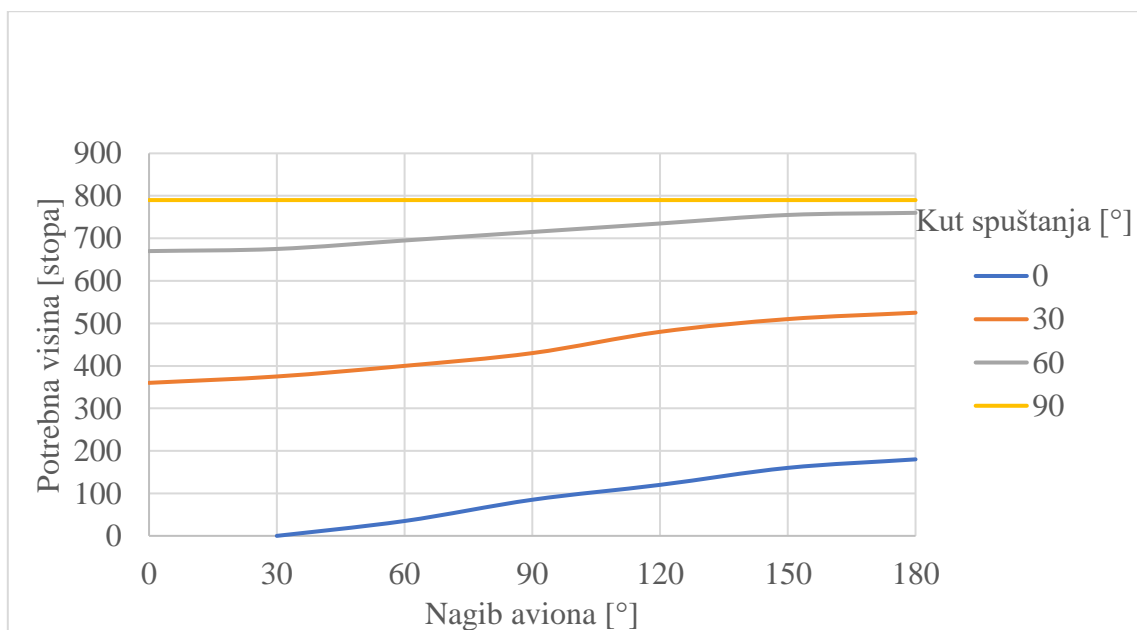
Operativno područje rada izbacivog sjedišta je visina od 0 do 40000 stopa, te brzina od 0 do 400 čvorova. Minimalna visina za sigurno korištenje izbacivog sjedišta ovisi o brzini leta, položaju aviona i brzini spuštanja. Dok se avion nalazi na zemlji zabranjeno je korištenje izbacivog sjedišta pri brzinama manjim od 60 čvorova jer je do te brzine vjerojatnost preživljavanja vrlo mala. Grafikon 1. prikazuje potrebnu visinu za sigurno korištenje izbacivog sjedišta ovisno o nagibu i kutu spuštanja aviona za brzinu leta 100 čvorova. S grafikona je vidljivo da je potrebna visina za sigurno korištenje veća što je veći kut spuštanja. Također, s

povećanjem nagiba aviona potrebno je imati veću visinu kako bi preživjeli u slučaju prinudnog napuštanja aviona.



Grafikon 1. Potrebna visina za sigurno korištenje izbacivog sjedišta pri brzini leta 100 čvorova, [7]

Grafikon 2. prikazuje potrebnu visinu za sigurno korištenje izbacivog sjedišta ovisno o nagibu i kutu spuštanja aviona za brzinu leta 250 čvorova. Potrebna visina prilikom horizontalnog leta, kut spuštanja iznosi 0° u tom slučaju, manja je ako avion leti brzinom 250 čvorova nego ako leti brzinom 100 čvorova. U slučaju da je kut spuštanja veći od 0°, potrebna visina je veća pri brzini leta 250 čvorova.



Grafikon 2. Potrebna visina za sigurno korištenje izbacivog sjedišta pri brzini leta 250 čvorova, [7]

### 2.2.2. Oprema pilota

Oprema pilota aviona dijeli se na osobnu obaveznu opremu koja se nosi tijekom svakog leta avionom i osobnu namjensku opremu koja nije obavezna tijekom svih letova već se nosi po potrebi ovisno o namjeni i uvjetima leta. Popis osobne obavezne opreme: komplet vatrootpornog dugog donjeg rublja i/ili komplet kratkog donjeg rublja od pamuka, letački kombinezon, letačke čizme, pilotska kaciga, potkapa za kacigu, torba za kacigu/navigacijsku opremu, maska za kisik, anti-g odijelo, letačke rukavice, nož za preživljavanje, prsluk za spašavanje i preživljavanje sa sljedećim sadržajem: komplet za prvu pomoć, signalizaciju i preživljavanje, kompas, ogledalo za signalizaciju, džepni nožić ili višenamjenski alat, signalna zviždaljka, marker/boja za vodu, bljeskalica, baterijska svjetiljka, rakete za signalizaciju. Popis osobne namjenske opreme: letačka kožna jakna, suho odijelo prikazano na slici 2.3.



Slika 2.3. Suho odijelo contra 110 LW, [8]

Osobni paket za preživljavanje, prikazan na slici 2.4., nalazi se u svakom avionu Pilatus PC-9M u sjedištu izbacivog sjedišta. Sadržaj osobnog paketa za preživljavanje podijeljen je u dva odjeljka, tako da se u donjem odjeljku nalaze: mijeh za vodu, jestiva svijeća, rukavice, komplet za prvu pomoć, vodootporne šibice, viličasti ključ, džepni nožić , rakete za signalizaciju, obroci za hitan slučaj, heliograf i kompas, žilet i kamen za oštrenje, čep za ulazni ventil splava za spašavanje, brošura sa savjetima za preživljavanje. Dok gornji odjeljak sadrži: složeni splav za spašavanje, spužvu, čep za zaustavljanje curenja, plutajuće sidro, mijeh za napuhavanje splava za spašavanje.



Slika 2.4. Osobni paket za preživljavanje, [9]

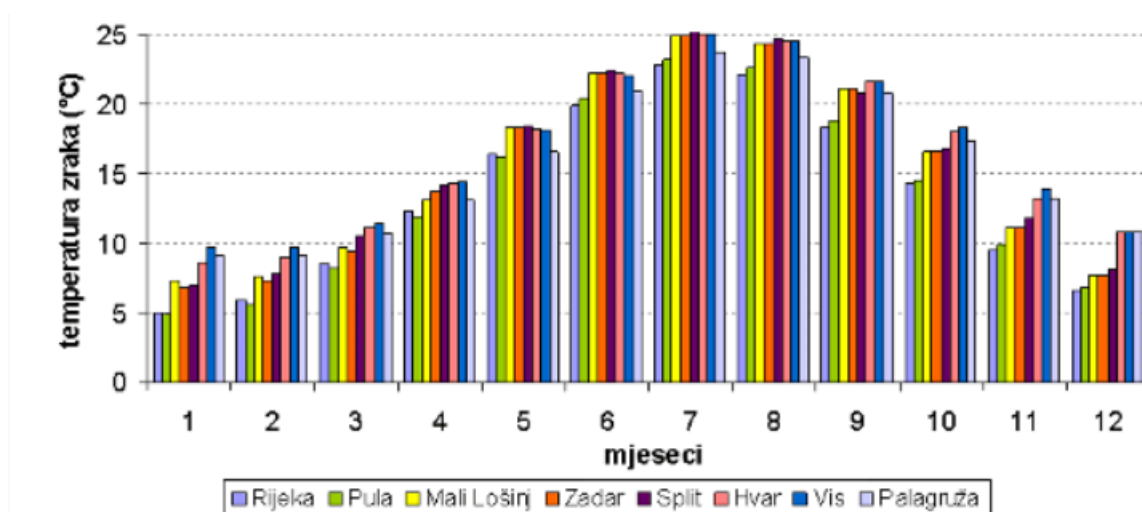


### 3. KLIMA NA JADRANU

Klima ili podneblje kao meteorološki pojam je „*skup meteoroloških čimbenika i pojava koje u određenom vremenskom periodu čine prosječno stanje atmosfere nad nekim dijelom Zemljine površina*“ [10]. U Republici Hrvatskoj razlikujemo tri glavna klimatska područja: kontinentalno, planinsko i primorsko područje. U ovom radu najznačajnije je primorsko klimatsko područje jer ono zahvaća prostor obale, otoka i mora. Na tom području vlada sredozemna klima sa suhim i vrućim ljetima, dok je većina padalina u kasnu jesen s prosječnom temperaturom zraka najtoplijeg mjeseca 22 °C, a najhladnijeg 4 °C [11].

#### 3.1. Temperatura zraka

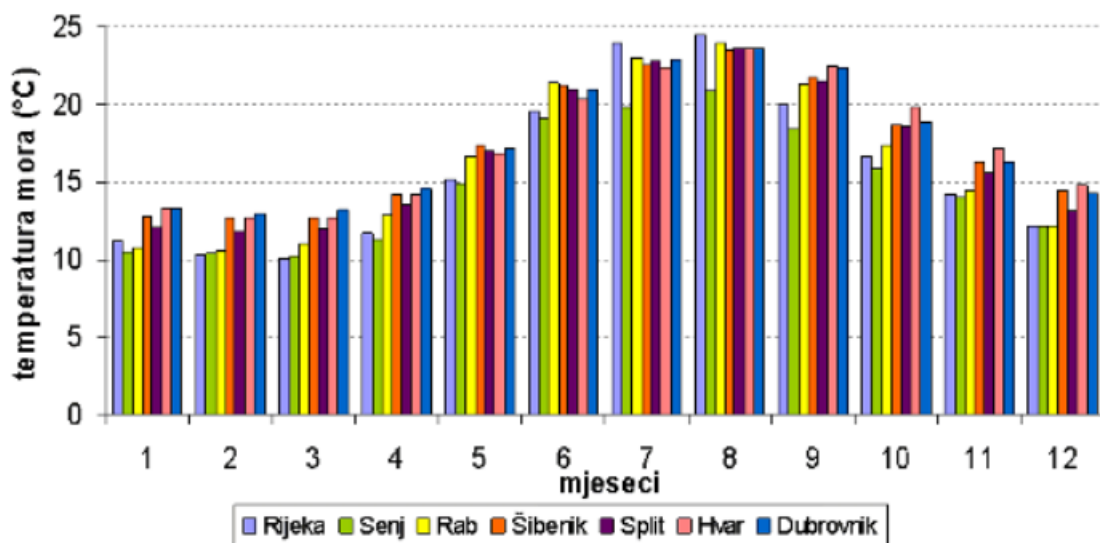
Na temperaturu zraka utječe insolacija i zračenje tla, dok u primorskom području veliki značaj ima i more, osobito na otocima. Za razliku od zraka i tla, more ima slaba radijacijsko-apsorpcijska svojstva pa se slabije grije i sporije hladi te zbog toga nema temperaturne ekstreme. Na grafikonu 3. su prikazani godišnji hodovi temperature zraka za osam postaja na Jadranskoj obali. Vidljivo je da su temperature zraka niže u sjevernim područjima te gradovima na kopnu u odnosu na temperature zraka na otocima. Najtopliji mjesec je srpanj s prosječnim temperaturama oko 25 °C, a najhladniji siječanj u kojem temperature variraju između 5 °C, na sjeveru, i 10 °C, na južnim otocima. Zbog utjecaja mora na godišnji hod temperature zraka jesen je toplija od proljeća [12].



Grafikon 3. Srednje mjesečne temperature zraka na postajama duž Jadrana, [12]

### 3.2. Temperatura mora

Mjerenja temperature mora obavljaju se na samoj površini mora većinom jednom do tri puta dnevno. Na grafikonu 4. su prikazane srednje mjesečne temperature Jadranskog mora izmjerene na sedam postaja. Slično kao i temperature zraka, temperature mora su zimi veće u južnom dijelu Jadrana, ali ne ovise o udaljenostima od kopna poput temperature zraka. Razlog tih većih temperatura mora zimi je dotok tople vode iz Sredozemnog mora, dok je ljeti obrnuta situacija i sjeverni dio Jadrana ima veće temperature mora zbog pritoka sjevernojadranskih rijeka. Vidljivo je na grafikonu 4. da razlike između najveće ljetne i najmanje zimske temperature iznose oko 12 °C, što su puno manje razlike od razlika u temperaturi zraka [12].



Grafikon 4. Srednje mjesečne temperature Jadranskog mora izmjerene na sedam postaja, [12]

### 3.3. Vjetar

Značajni vjetrovi za Dalmaciju i Jadransko more su jugo i bura koji su jači i češći u hladnom dijelu godine iako i ljeti bura može ojačati do opasnih brzina. Ljeti prevladavaju jaka turbulentna miješanja zraka, brzo razvijanje grmljavinskih oblaka kumulonimbusa i u popodnevnim i večernjim satima moguće je nevirijeme. U takvoj se ljetnoj oluji javlja jak, olujni vjetar praćen pljuskovima kiše i grmljavinom, ponekad i tučom. Uobičajeno za buru je da traje tri dana, a za jugo do deset dana zimi ili tri dana ljeti. Ne preporuča se izlazak na more tijekom jake i olujne bure ili juga. Za ocjenjivanje jačine vjetra prema njegovim učincima koristi se Beaufortova ljestvica, koja se prikazuje od 1 do 12 stupnjeva bofora. Uz obalu Jadranskog mora vjetar jačine 6 ili više bofora puše u prosjeku 25 do 40 dana godišnje, a na

otvorenom području može puhati i preko 100 dana u godini. Dva do deset dana u godini puše olujni vjetar, jačine 8 bofora i više [13].

Jugo je vlažan, jednolik i topao jugoistočni vjetar koji kad je jak stvara velike valove najčešće na otvorenom moru. Jako jugo je češće na južnom nego sjevernom Jadranu, a značaji su dugački i debeli morski valovi bez šuma i pjene. Nakon prolaska fronte koja uzrokuje jugo i pomaka središta ciklone na istok vjetar često mijenja smjer na sjeveroistok, to jest može se reći da bura mijenja jugo.

Za razliku od juga, bura je suh, hladan i mahovit sjeveroistočni vjetar koji zbog svoje mahovitosti stvara kratke, ali visoke valove. U slučajevima jake bure na moru, dolazi do trganja vrških valova i stvaranja morskog dima, prikazano na slici 3.1. Ovisno o obliku reljefa tla smjer vjetra se lokalno izmjenjuje tako da bura na nekom području ima izraženiju sjevernu komponentu, a na drugom istočnu komponentu. Jačina bure slabi kako se krećemo južno pa je na sjevernom Jadranu češće pojava jača bura nego na južnom Jadranu [14].

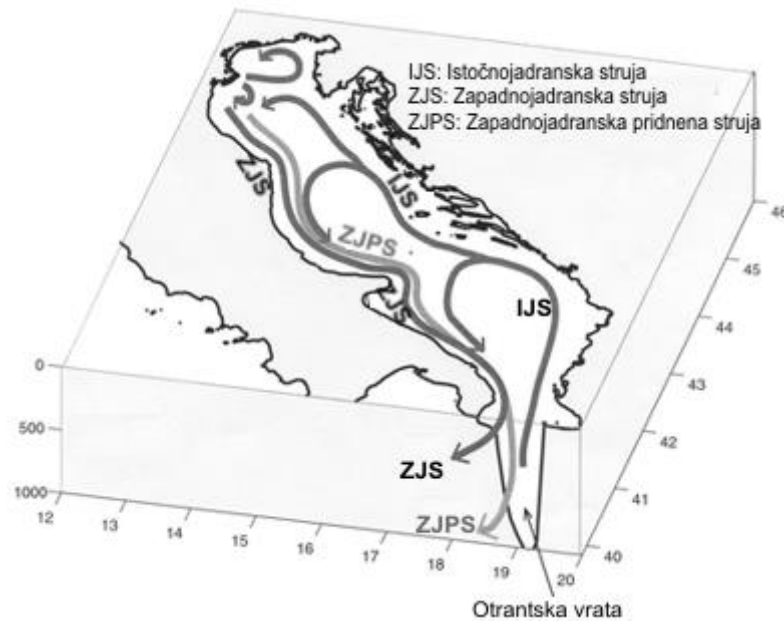


Slika 3.1. Morski dim usred jake bure na moru, [15]

### 3.4. Morske struje Jadrana

Vodoravna gibanja morske vode koje se kreću u određenom smjeru nazivaju se morske struje, a one mogu biti stalne, periodične ili povremene pojave. Morske struje mogu biti uzrokovane rotacijom Zemlje, temperaturom mora, razlikom u salinitetu, riječnim tokovima, privlačnom silom Mjeseca i prevladavajućim vjetrovima koji pušu na površini. Na strujanje u Jadranu najviše utječu izduženi oblik bazena i njegove kontinentalne osobine, što se očituje u sezonskim promjenama temperature, slanosti i gustoće vodenih masa. Zbog horizontalnih razlika u gustoći vodenih masa dolazi do pojave dugoperiodičnih gradijentnih struja koje uz talijansku obalu Jadrana imaju prevladavajući jugoistočni smjer, a uz istočnu obalu

sjeverozapadni smjer [16], smjer gradijentnih struja je prikazan na slici 3.2. Površinske morske struje uzrokovane dugotrajnim olujnim vjetrovima, osobito za vrijeme vrlo jake bure, postižu brzinu od tri do četiri čvora. U slučaju srednjih i malih brzina vjetra, brzina površinske morske struje ne prelazi pola čvora.



Slika 3.2 Prikaz prevladavajućih morskih struja Jadrana, [17]

### 3.5. Valovi

Periodičko visinsko i translatorno pomicanje vode naziva se valovima. Glavna obilježja ovise o jačini vjetra, duljini privjetrišta te trajanju puhanja, a ona su visina, brzina, duljina, period i smjer nailaska. Valovi na Jadranskom moru dijele se na vjetrovne valove, koji su izazvani neprekinutim puhanjem vjetra, i na valove mrtvog mora, koji mogu napredovati i izvan zone vjetra jer se pojavljuju kao zaostatak vjetra. Površinski valovi na Jadranu su zimi uzrokovani burom i jugom, a ljeti najčešće maestralom. Kod jednake visine vala na Jadranu ili oceanu, opasnija će biti plovidba na Jadranu zbog velike strmine valova uzrokovanih olujnim vjetrovima. Na cijelom Jadranu nastaju olujni valovi visine između 2,4 i 3,6 metara, a upola manje učestalo na istom području nastaju valovi visine između 3,7 i 6,9 metara. Valovi najvećih visina, preko 6 metara, nastaju isključivo na području Kvarnera i Otrana za vrijeme juga. U tablici 1. prikazana je Beaufortova ljestvica s brzinom vjetra i značajnom visinom valova na Jadranu, ako znamo podatke o jačini vjetra može se iz tablice očitati koju visinu valova vjetar razvija na Jadranskom moru. Značajna visina vala predstavlja srednju visinu 1/3 najviših valova u određenoj situaciji [13].

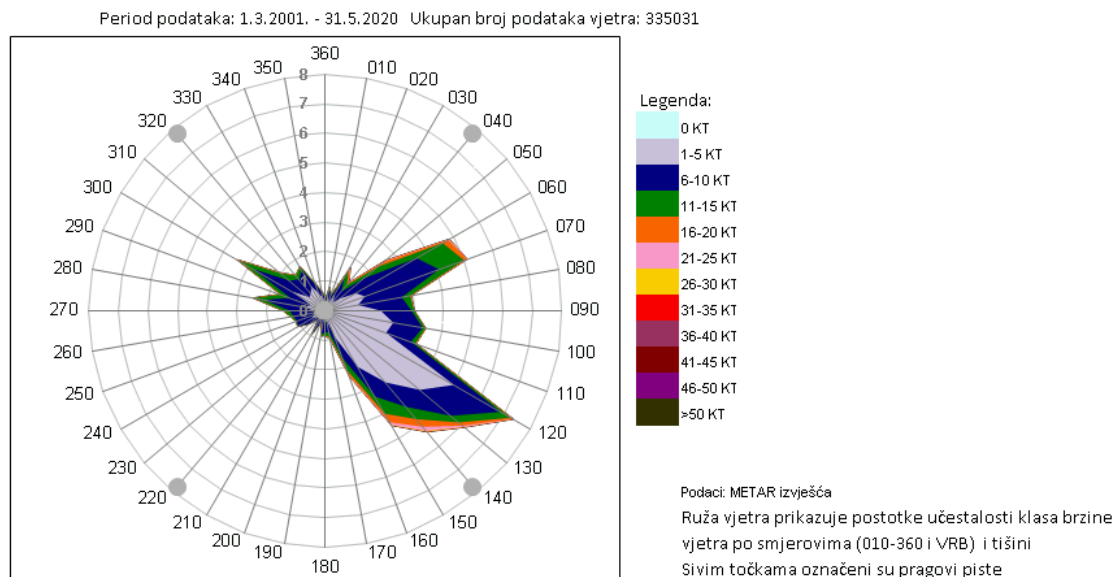
Tablica 1. Beaufortova ljestvica

Izvor: [13]

<b>Bofor</b>	<b>Brzina vjetra [čvor]</b>	<b>Visina valova [metar]</b>
0	0-1	-
1	1-3	<0,05
2	4-6	0,2
3	7-10	0,5
4	11-16	0,8
5	17-21	1,3
6	22-27	1,9
7	28-33	2,6
8	34-40	3,5
9	41-47	4,6
10	48-55	5,9
11	56-63	7,6
12	64-71	8,8

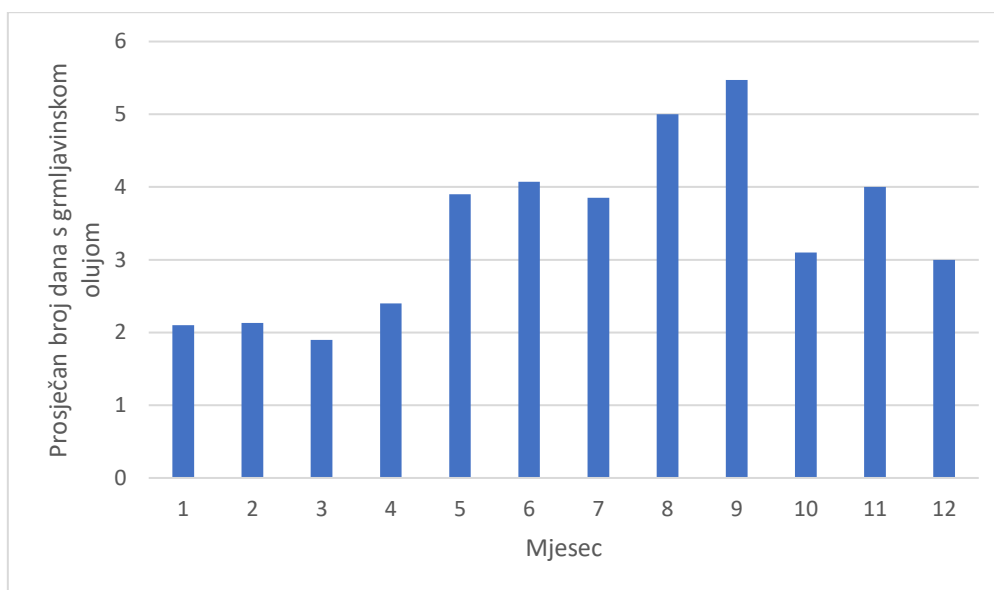
### 3.6. Klimatologija Zračne luke Zadar

Avioni Pilatus PC-9M koji se nalaze u sastavu 392. eskadrile aviona na svoje zadaće polijeću s uzletno-sletne staze Zračne luke Zadar. Zbog toga je bitno poznavati meteorološku situaciju na zračnoj luci, jer ako situacija nije povoljna avioni ne mogu poletjeti i zadaće se ne mogu obaviti. Na Zračnoj luci Zadar nalaze se dvije uzletno-sletne staze, jedna s usmjerenjem 133°/313° i druga s usmjerenjem 039°/219°. Nadmorska visina zračne luke je 88 metara, a položaj osam kilometara istočno od grada Zadra [18]. Najveći utjecaj na polijetanju i slijetanju ima vjetar, pogotovo njegova bočna komponenta. Na slici 3.3. prikazana je ruža vjetrova Zračne luke Zadar, s koje je vidljivo da je prevladavajući vjetar na ovoj zračnoj luci jugo, a nakon njega bura. Ograničenja bočne komponenta vjetra za avion Pilatus PC-9M iznosi 35 čvorova na polijetanju i 30 čvorova na slijetanju. Zbog dobrog rasporeda uzletno-sletnih staza rijetko kad je bočna komponenta vjetra prevelika za korištenje zračne luke, ali zbog mahovitosti bure, većino zimi, dolazi i do takve situacije.



Slika 3.3. Ruža vjetrova Zračne luke Zadar, [18]

Uz vjetar, grmljavinske oluje su meteorološke pojave koje najčešće sprječavaju polijetanje i slijetanje aviona Pilatus PC-9M s Zračne luke Zadar. To su oluje koje nastaju u oblacima kumulonimbus i karakteriziraju ih munje i grmljavine, a praćene su jakim udarima vjetra i mogućim pljuskovima te tučom. Na grafikonu 5. je prikazana učestalost grmljavinskih oluja iznad Zračne luke Zadar, podijeljena po mjesecima. Prosječan broj dana s grmljavinskom olujom je dvostruko veći tijekom ljetnih mjeseci, jer visoke temperature zraka u kombinaciji s velikom vlažnošću pogoduju stvaranju kumulonimbusa.

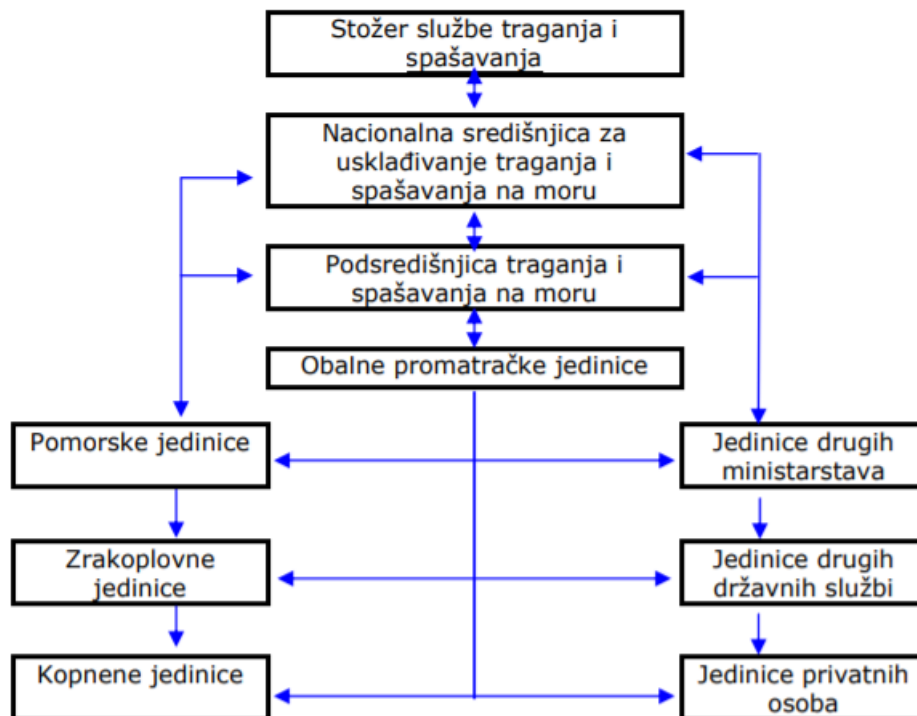


Grafikon 5. Učestalost grmljavinskih oluja iznad Zračne luke Zadar

Izvor: [18]

## 4. TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU

Opća obaveza u svim zemljama je pružanje pomoći osobama koje se nalaze u životnoj opasnosti, a da se pri tome ne ugrožava sigurnost spasilaca ili drugih osoba. Operacija traganja je povezana s operacijom spašavanja i prethodi joj ako pozicija osobe koja je u opasnosti nije poznata. Ovisno o mjestu provođenja operacija traganja i spašavanja izabiru se sredstva kojima se traga i spašava, sredstva mogu biti brodovi, avioni i helikopteri. Bez dobro organizirane službe traganja i spašavanja nije moguće uspješno provoditi te operacije, zato je donesena Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru, koje je i Republika Hrvatska potpisnica. U skladu s priručnikom za traganje i spašavanje koji je objavila Međunarodna pomorska organizacija, Republika Hrvatska je 1998. godine donijela Nacionalni plan traganja i spašavanja čime je uspostavljena Nacionalna služba traganja i spašavanja. U slučaju da je u pitanju traganje i spašavanje za zrakoplovom na moru koristi se Međunarodni priručnik za zrakoplovnu i pomorsku potragu i spašavanje. Prikazano na slici 4.1. je ustroj službe traganja i spašavanja u Republici Hrvatskoj, a sastoji se od: Stožera službe traganja i spašavanja, Nacionalne središnjice za usklađivanje traganja i spašavanja na moru, Podsredišnjice traganja i spašavanja na moru, Obalne promatračke jedinice, Pomorske jedinice, Zrakoplovne jedinice, Kopnene jedinice, Jedinice drugih ministarstava, Jedinice drugih državnih službi, Jedinice privatnih osoba [19].



Slika 4.1. Ustroj službe traganja i spašavanja na moru Republike Hrvatske, [20]

Nacionalna služba za traganje i spašavanje nadležna je za provođenje operacija u slučaju traganja i spašavanja za civilnim osobama i plovilima. Kada je unesrećena osoba pripadnik Hrvatske vojske na zadaći nadležno je Zapovjedno-operativno središte Glavnog stožera Oružanih snaga Republike Hrvatske i njemu podređeno Operativno središte Obalne straže Republike Hrvatske. U ovom radu bit će obrađene operacije traganja i spašavanja za avionom Pilatus PC-9M u slučaju prinudnog napuštanja aviona iznad mora pa će u toj situaciji glavna sredstva traganja i spašavanja biti helikopteri Hrvatskog ratnog zrakoplovstva i brodovi Hrvatske ratne mornarice.

#### 4.1. Helikopteri za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova

Za potrebe traganja i spašavanja u sastavu Hrvatskog ratnog zrakoplovstva dežuraju dvije posade helikoptera za traganje i spašavanje za vojnim zrakoplovom koje se sastoje od: pilota, kopilota, tehničara letača i dva pripadnika Zapovjedništva specijalnih snaga koji su osposobljeni za tu zadaću. Jedna posada dežura s helikopterom MIL Mi-8 iz sastava 395. eskadrile transportnih helikoptera i nalaze se na letjelištu Divulje, a druga posada dežura s helikopterom MIL Mi-171sh iz sastava 194. eskadrile višenamjenskih helikoptera i nalaze se na letjelištu Lučko. Helikopter MIL Mi-171sh, prikazan u prvom planu na slici 4.1., modernija je verzija helikoptera MIL Mi-8, prikazanog u pozadini na slici 4.2., s jačim motorima, povećanim trupom za veću nosivost i rotorima za veću brzinu leta.



Slika 4.2. Helikopter MIL Mi-171sh i helikopter MIL Mi-8 prilikom izvođenja vježbe, [21]



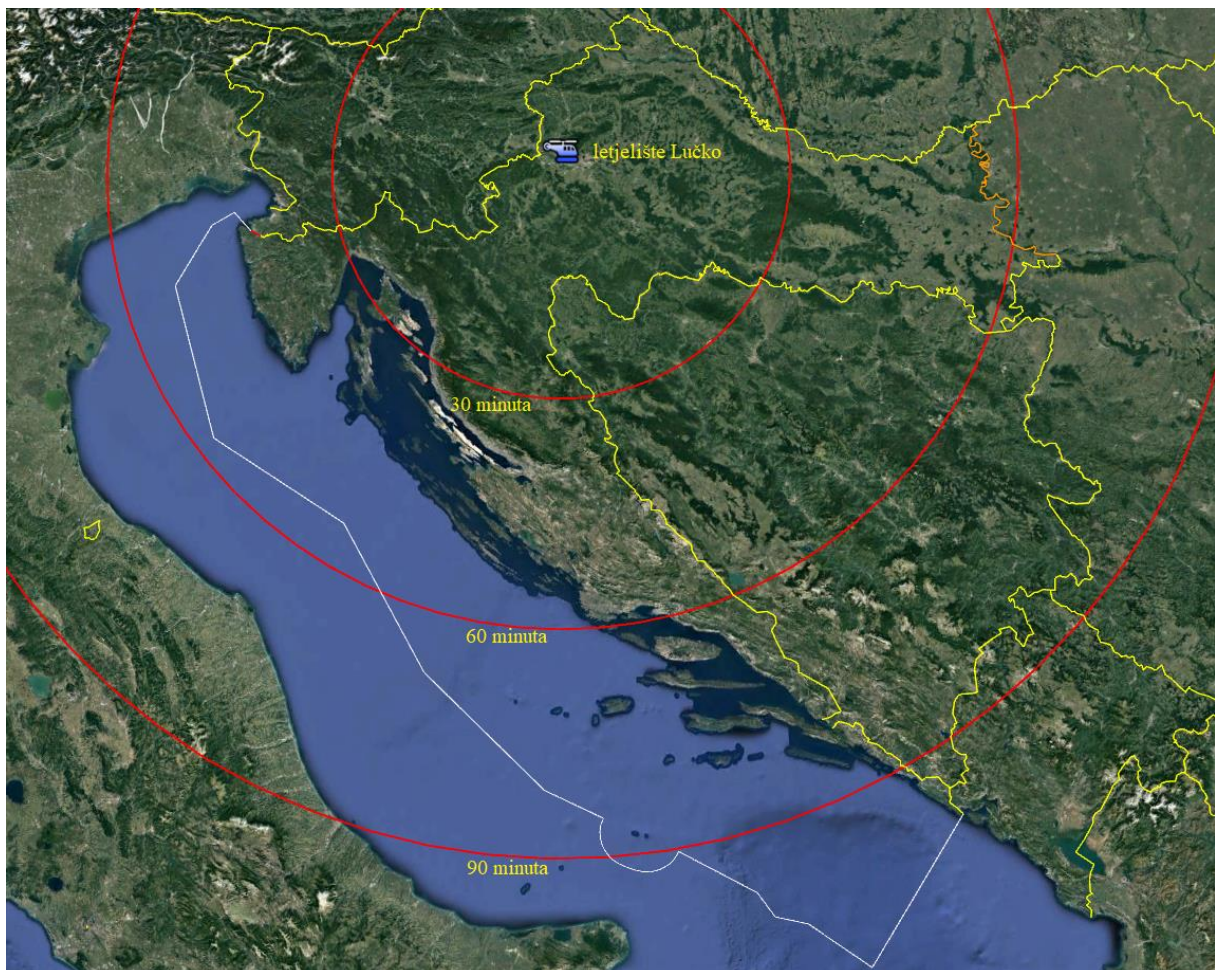
#### Osnovne karakteristike helikoptera MIL Mi-8:

- posada: 3 (pilot, kopilot, tehničar letač)
- kapacitet: 24 putnika ili 12 ranjenika
- nosivost: 3000 kilograma tereta unutar kabine i do 4000 kilograma vanjskog tereta
- najveća brzina: 130 čvorova
- brzina krstarenja: 130 čvorova
- dolet: 520 nautičkih milja
- najveća visina leta: 5000 metara [22].

#### Osnovne karakteristike helikoptera MIL Mi-171sh

- posada: 3 (pilot, kopilot, tehničar letač)
- kapacitet: 24 putnika ili 12 ranjenika
- nosivost: 4000 kilograma tereta unutar kabine i do 5000 kilograma vanjskog tereta
- najveća brzina: 150 čvorova
- brzina krstarenja: 140 čvorova
- dolet: 430 nautičkih milja
- najveća visina leta: 6000 metara [23].

Dolet helikoptera MIL Mi-171sh unutar 30, 60 i 90 minuta s letjelišta Lučko prikazan je na slici 4.3. Za izračun je korištena brzina krstarenja 130 čvorova i uvjeti bez vjetra te polijetanje sa stajanke broj dva. Sa slike je vidljivo da helikopter unutar 30 minuta može doletjeti tek do obale Jadranskog mora oko grada Rijeke i do malog dijela mora oko otoka Krka, ali mu je unutar doleta veliko područje kontinentalne Hrvatske. Za 60 minuta helikopter može doletjeti do skoro svake točke kontinentalne Hrvatske, osim krajnjeg istoka. Helikopter može za 60 minuta doletjeti do cijelog Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa sjevernog Jadrana i cijele obale srednjeg Jadrana te velikog dijela Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa srednjeg Jadrana. Unutar 90 minuta helikopter može doletjeti do najudaljenijih otoka i izvan dosega mu je jedino krajnje južno područje Zaštićenog ekološko-ribolovnog područja. Helikopteri MIL Mi-8 sa letjelišta Lučko biti će pozvani za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova na sjevernom i srednjem Jadranu, te u području kontinentalnog dijela Hrvatske.



Slika 4.3. Dolet helikoptera MIL Mi-8 iz letjelišta Lučko



Helikopter MIL Mi-8 izvršavat će traganje i spašavanje za vojnim zrakoplovima na području južnog i srednjeg Jadrana. Njegov dolet unutar 30, 60 i 90 minuta s letjelišta Divulje prikazan je na slici 4.4. Unutar 30 minuta helikopter može doletjeti do polovice Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa srednjeg i južnog Jadrana. Već unutar 60 minuta unutar doleta mu je većina Jadranskog mora, osim sjeverozapadnog dijela Istre i mora oko njega. Za 90 minuta helikopter može doletjeti do bilo kojeg područja na Jadranskom moru ili uz njegovu obalu. Za izračun udaljenosti koju helikopter može prijeći korištena je brzina leta 140 čvorova i uvjeti bez vjetera te polijetanje sa praga uzletno-sletne staze.



Slika 4.4. Dolet helikoptera MIL Mi-171sh iz letjelišta Divulje

#### 4.2. Traganje i spašavanje na moru brodovima Hrvatske ratne mornarice

Glavnu borbenu osnovu Hrvatske ratne mornarice čine raketne topovnjače, a uz njih se koriste pomoćni brodovi za mino-polaganje, ophodnju i obuku mornara. Za potrebe traganja i spašavanja vojnih zrakoplova koristit će se brodovi Hrvatske ratne mornarice iz sastava Obalne

straže. Organizacijski su brodovi podijeljeni u dva divizijuna, 1. divizijun Split i 2. divizijun Pula. Ukupno je deset brodova namijenjeno za obavljanje zadaće Obalne straže, a to su:

- ophodni brodovi: OB-01 Novigrad, OB-02 Šolta, OB-03 Cavtat, OB-04 Hrvatska Kostajnica, OB-31 Omiš
- školski brodovi: BŠ-72 Andrija Mohorovičić, BŠ-73 Faust Vrančić
- lučki remorkeri: LR-71 i LR-73
- pomoćni teretni brod PT-71 [24].

Najznačajnije karakteristike brodova traganja i spašavanja, prikazane u tablici 2., su najveća brzina, brzina doplova i doplov brodova jer o njima ovisi brzina dolaska do područja traganja i spašavanja. Svi brodovi Obalne straže imaju dovoljno veliki doplov da s bilo koje pozicije na Jadranskom moru, uz pretpostavku da im je preostalo više od 50 % goriva, doplove do područja traganja i spašavanja te se uključe u potragu. Ovisno o području traganja i spašavanja operativno središte Obalne straže će uputiti najbliže raspoložive brodove prema navedenom području.

Tablica 2. Karakteristike brodova iz sastava Obalne straže Republike Hrvatske

Izvor: [24]

<b>Brod</b>	<b>Najveća brzina [čvor]</b>	<b>Brzina doplova [čvor]</b>	<b>Doplov [nautička milja]</b>
OB-01	28	15	600
OB-02	28	15	600
OB-03	28	15	600
OB-04	28	15	600
OB-31	28	15	1000
BŠ-72	17	11	9000
BŠ-73	13	12	4000

Slika 4.5. prikazuje područje unutar kojeg brodovi Obalne straže Republike Hrvatske mogu doploviti u određenom vremenu. Za izračun korištena je brzina doplova 15 čvorova, a po potrebi brodovi mogu ploviti većom brzinom. Najveća brzina plovidbe je 28 čvorova, ali se tada najveći doplov znatno smanjuje. Brodovi Obalne straže većinom se ne nalaze u vojnim lukama, već patroliraju Jadranskim morem ili se nalaze u jednom od brojnih sidrišta. Zbog potrebe izračuna, smatra se da se brodovi nalaze u vojnim lukama Pula ili Split i unutar pet sati s tih pozicija mogu pokriti većinu Jadranskog mora.





Slika 4.5. Doplov brodova Obalne straže Republike Hrvatske

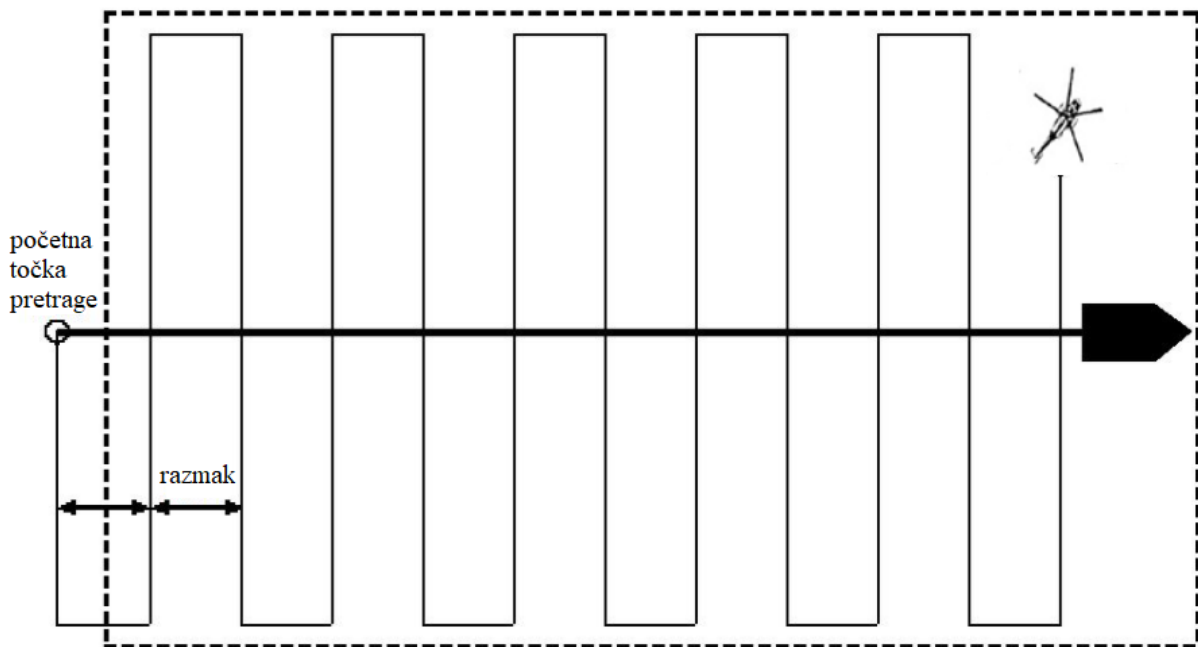
### 4.3. Metode pretraživanja iz zraka

Pretraživanje obalnog područja ili morske površine zahtjevna je zadaća jer se takvi letovi u načelu obavljaju na malim visinama i s velikim psihofizičkim zahtjevima što otežava upravljanje zrakoplovom. Helikopteri za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova u Republici Hrvatskoj nisu opremljeni sustavima za elektronsko pretraživanje pa se pronalaženje posade svodi na fiziološke parametre oka, sposobnosti zapažanja i utreniranosti posade helikoptera. Metodu pretraživanja odabire posada helikoptera traganja i spašavanja ovisno o veličini i obliku te karakteristikama područja pretraživanja. Odabire se metoda koja osigurava najveću vjerojatnost pronalaska objekta pretrage u najkraćem mogućem vremenu. Po potrebi mogu se koristiti i dvije različite metode, a najčešće primjenjivane metode su metoda paralelnih kurseva, metoda kvadrata i metoda pretrage jednim preletom [3].

#### 4.3.1. Metoda pretraživanja paralelnim kursevima

U slučaju da nije poznata točna pozicija prinudnog napuštanja aviona, a posada nije javila trenutak napuštanja aviona, potrebno je pretražiti veliko područje pa posada helikoptera traganja i spašavanja koristi metodu pretraživanja paralelnim kursevima. Ova metoda se primjenjuje i kada je od prinudnog napuštanja aviona prošlo više vremena pa se sumnja na značajnije pomicanje posade zbog utjecaja morskih struja i valova. Ako posada prinudno napusti avion u području u koje istovremeno ulaze helikopteri i brodovi, moguće je vršiti pretraživanje ovom metodom u koordinaciji s brodom.

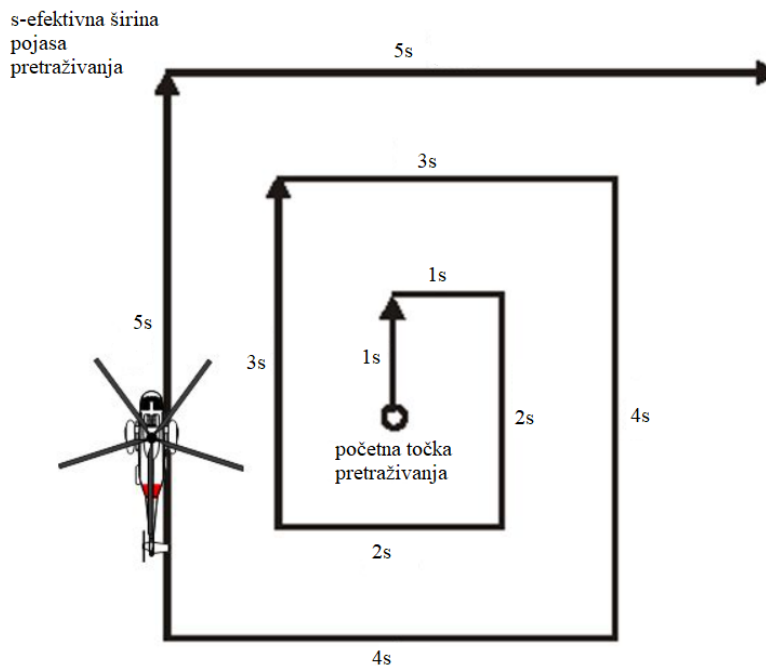
Ovisno o vremenskim uvjetima piloti helikoptera odabiru visinu pretrage. Po dolasku u zonu pretraživanja pilot se usmjerava u zoni tako da leti paralelno sa smjerom vjetra kako bi najveći utjecaj imala čeon i leđna komponenta vjetra. Time se osigurava lakše upravljanje helikoptera prilikom vizualnog pretraživanja, jer se piloti ne moraju zamarati ispravkom kursa za održavanje pravilnih linija i pravilnog razmaka između njih [3]. Prikazano na slici 4.6. je zajedničko pretraživanje helikoptera i broda, gdje brod plovi okomito na smjer vjetra, a helikopter ga kod svakog okreta pokušava presjeći na krmi.



Slika 4.6. Metoda pretraživanja paralelnim kursevima, [25]

#### 4.3.2. Metoda pretraživanja proširivanjem kvadrata

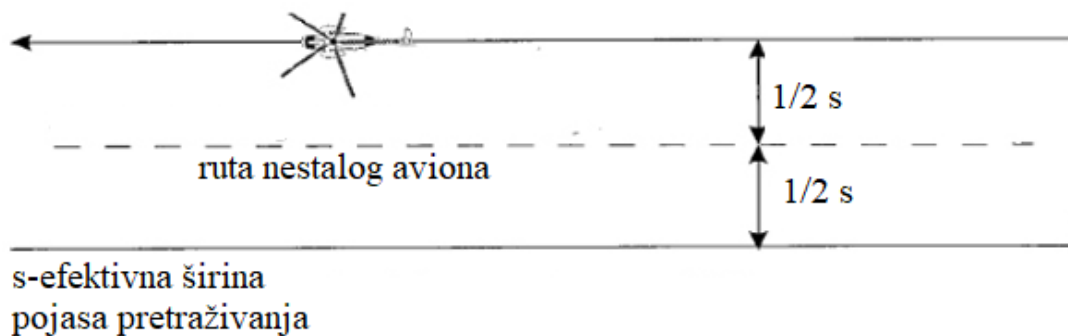
Metoda pretraživanja proširivanjem kvadrata koristi se kada je posada helikoptera sigurna u približnu poziciju posade aviona, i kada u kratkom vremenskom roku helikopteri traganja i spašavanja započnu potragu. Zbog čestih promjena smjerova pilotu je teško orijentirati se zbog nedostatka referentnih točaka, što dovodi do psihofizičkog zamaranja pilota i smanjenja vjerojatnosti pronalaska posade aviona. Kao i kod metode pretraživanja paralelnim kursevima i ovdje je potrebno započeti pretraživanje paralelno sa smjerom vjetra kako bi čim manje pažnje morali usmjeravati na pariranje utjecaja vjetra. Prikazana na slici 4.7. je metoda pretraživanja proširivanjem kvadrata. Nakon što helikopter preleti put koji je jednak efektivnoj širini pojasa pretraživanja, to je udaljenost na kojoj posada helikoptera traganja i spašavanja može uspješno uočiti posadu aviona u moru, skreće za 90 stupnjeva te prelazi isti put nakon čega ponovno skreće za 90 stupnjeva. Svako drugo skretanje posada helikoptera povećava put za jednu efektivnu širinu pojasa pretraživanja, na taj način širi područje pretraživanja koncentričnim kvadratima od središta prema van. Kako bi olakšali vođenje helikoptera tijekom pretraživanja, jedna efektivna širina pojasa pretraživanja računa se u vremenu, koje se izračuna ovisno o brzini i visini leta. Kako bi opisivali zamišljene koncentrične kvadrate važno je precizno održavati brzinu i kurs leta, kao i brzinu kutnog skretanja kod svakog zaokreta [3].



Slika 4.7. Metoda pretraživanja proširivanjem kvadrata, [26]

#### 4.3.3. Metoda pretraživanja jednim preletom

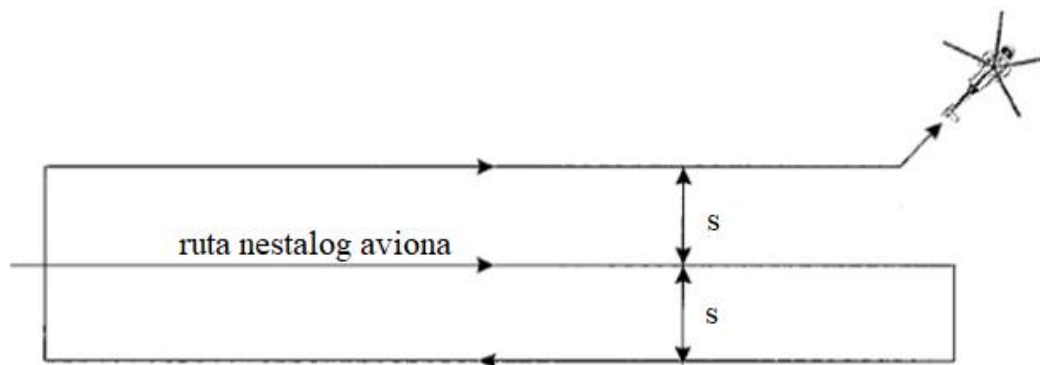
Ako ne postoje informacije o području prinudnog napuštanja aviona već je poznata samo ruta kojom se avion kretao i period od 15 minuta u kojem je izgubljena komunikacija koristit će se metoda pretraživanja jednim preletom s povratkom. Ovu metodu posada helikoptera traganja i spašavanja može koristiti u slučaju da unutar kratkog vremenskog perioda helikopteri krenu istom rutom, i da u tom trenutku ne postoje veliki valovi koji bi značajno utjecali na poziciju posade aviona. Nakon prvog preleta na udaljenosti jedne polovice efektivne širine pojase pretraživanja od rute aviona, ako posada ili olupina nisu pronađeni, vrši se prelet u paralelnom kursu u suprotnu stranu s druge strane rute na jednakoj udaljenosti, kao što je prikazano na slici 4.8.



Slika 4.8. Metoda pretraživanja jednim preletom s povratkom, [27]

Uz metodu pretraživanja jednim preletom s povratkom, može se koristiti i sličnu metodu pretraživanja jednim preletom bez povratka. Ova metoda pretražuje dvostruko veće područje i koristi se u slučaju kada nemamo informacije o ruti kojom se avion kretao. U ovoj metodi prilikom prvog preleta prati se ruta nestalog aviona pa se skreće za jednu širinu efektivnog pojasa pretraživanja u jednu stranu, te kad se dođe do početne točke pretraživanja, skreće se u početni pravac leta na jednakoj udaljenosti, ali s druge strane kao što je prikazano na slici 4.9. Nakon završetka pretraživanja ovom metodom nastavlja se s potragom na krajnjoj točki rute nestalog aviona [3].





s-efektivna širina  
pojasa pretraživanja

Slika 4.9. Metoda pretraživanja jednim preletom bez povratka, [27]

#### 4.4. Učinkovitost pretraživanja

Glavni čimbenici koji utječu na učinkovitost pretraživanja su vidljivost, valovi i turbulencija. Uz njih značajan utjecaj mogu imati i visina leta, godišnje doba, vegetacija priobalnog područja, boja mora, položaj sunca u odnosu na smjer pretraživanja i psihofizičko stanje pilota. Osim čimbenika koji utječu na učinkovitost pretraživanja značajno je lakše pronaći olupinu aviona, zbog veće veličine, dobrog kontrasta boje i mogućeg onečišćenja od ispuštanja goriva. Zbog toga je potrebno znati udaljenost posade aviona od mjesta pada aviona. Kako bi posada aviona bila lako uočljiva na moru splav za spašavanje je narančaste boje, a prsluk za spašavanje jarke žute.

##### 4.4.1. Utjecaj vidljivosti na učinkovitost pretraživanja

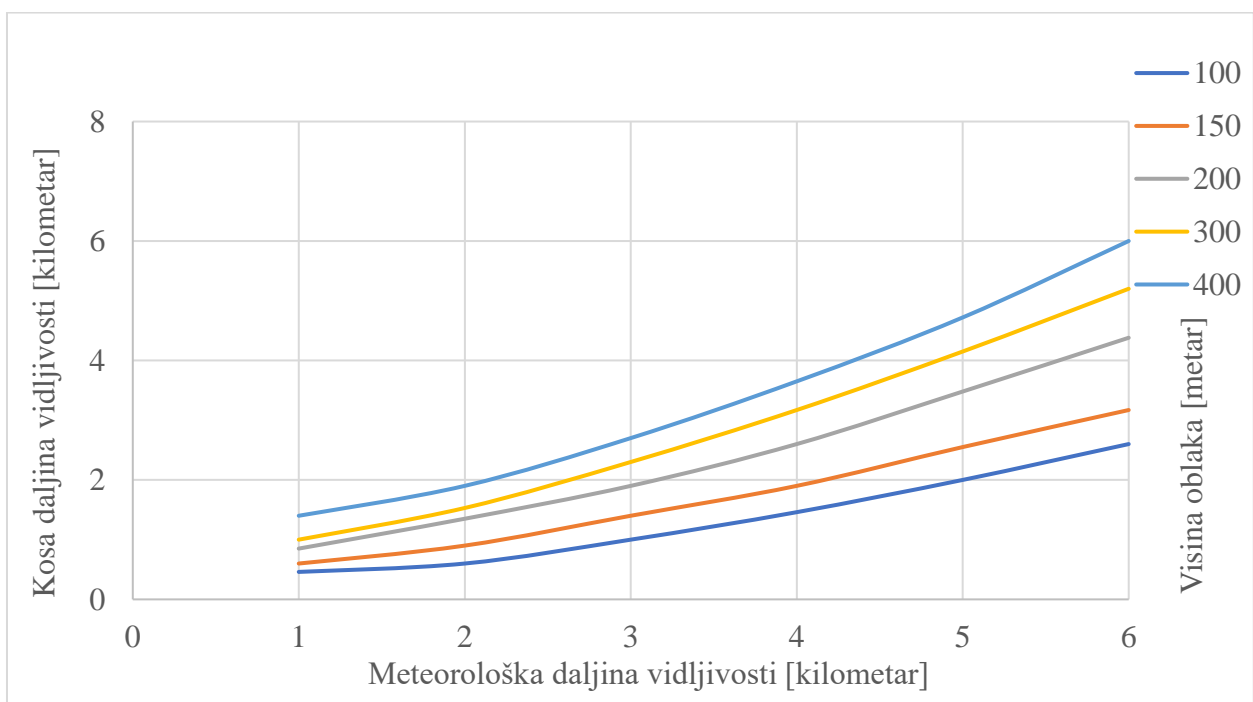
Minimalni uvjeti za vizualno letenje vojnih zrakoplova su 1000 metara horizontalne vidljivosti, 150 metara vertikalne udaljenosti od oblaka i 500 metara horizontalne udaljenosti od oblaka [28]. U slučaju kada je područje prekriveno oblacima kumulonimbus i nimbostratus, zbog padalina je horizontalna vidljivost smanjena ispod propisanih minimalnih uvjeta, a u većini slučajeva je i vertikalna udaljenost od oblaka manja od minimalnih propisanih uvjeta. Prilikom pojave magle na uzletno-sletnoj stazi ili području pretraživanja horizontalna vidljivost se smanjuje ispod propisanih 1000 metara pa je letenje u tim uvjetima zabranjeno. Učinkovitost pretraživanja tijekom magle je jako mala, pogotovo kada se traga za osobom. Na slici 4.10. prikazana je vidljivost tijekom magle, u tim uvjetima teško je uočiti brod dugačak dvjestotinjak

metara, a uočavanje posade u moru tijekom pretraživanja helikopterom koji leti brzinom 100 čvorova nije vjerojatno.



Slika 4.10. Brod u magli, [29]

Iako se uvjeti za polijetanje ograničavaju s horizontalnom vidljivošću, najvažniji čimbenik za pretraživanje je kosa vidljivost. Ona se definira kao udaljenost oka pilota od objekta pretraživanja, ili kao udaljenost na putanji leta s koje je pilot u mogućnosti uočiti uzletno-sletnu stazu. Kosa vidljivost ovisi o visini oblaka i meteorološkoj vidljivosti, koja se definira kao najveća udaljenost na kojoj se tijekom vidnog dijela dana izjednačava kontrast između predmeta i pozadine, odnosno predmet se više ne vidi [3]. Odnos kose daljine vidljivosti s meteorološkom daljinom vidljivosti i visinom oblaka prikazana je na grafikonu 6.



Grafikon 6. Određivanje kose daljine vidljivosti

Izvor: [30]

#### 4.4.2. Utjecaj valova na učinkovitost pretraživanja

Valovi uzrokovani mahovitim vjetrom, poput bure ili tramontane na Jadranskom moru, karakterizirani su velikom strminom zbog čega lakše dolazi do lomljenja vrha vala i stvaranja pjene. Morska pjena značajno otežava uočavanje posade aviona u moru, a u slučaju olujnog vjetra na moru stvara se velika količina pjene koja otežava uočavanje splavi za spašavanje i manjih brodova. Također, pri olujnom vjetru kod loma valova, kapljice mora nošene vjetrom stvaraju morsku prašinu koja otežava disanje posadi aviona i smanjuje vidljivost što otežava uočavanje posade. Za vrijeme jakog olujnog vjetra nije moguće polijetanje aviona Pilatus PC-9M tako da će se posada aviona zateći u moru u takvim uvjetima jedino ako se vjetar naknadno pojačao, što će spriječiti dolazak helikoptera traganja i spašavanja. Za razliku od valova uzrokovanih burom ili tramontanom, valove juga karakterizira izduženost i kasnije lomljenje vrhova valova. Zbog konstantne jakosti vjetra valovi su izduženi i većih visina, što smanjuje stabilnost splava za spašavanje, ali olakšava pretraživanje. Značajan utjecaj ima i stanje atmosfere koje prati određene vjetrove, pa tako za juga imamo nestabilno i oblačno vrijeme koje olakšava pretraživanje zbog manjeg odsjaja sunca o morsku pjenu, a za vrijeme bure i tramontane prevladava vedro i sunčano vrijeme koje dodatno otežava pretraživanje zbog jakog odbljeska sunca o velike količine morske pjene [3].

#### 4.4.3. Utjecaj turbulencije na učinkovitost pretraživanja

Prilikom traganja i spašavanja posade aviona Pilatus PC-9M turbulencije neće imati veliki utjecaj ako se područje pretraživanja nalazi na otvorenom moru, ali ako se za njima traga na prijelazu more-kopno ili u području kanala za vrijeme jakih vjetrova, turbulencija će negativno utjecati na učinkovitost pretraživanja. Letenje u turbulentnoj atmosferi popraćeno je vibracijama cijelog zrakoplova koje se preko sjedala prenose do pilota. Vibracije smanjuju radnu sposobnost pilota, odvlače mu pažnju, smanjuju vidne sposobnosti i ometaju vestibularni sustav. Samo upravljanje zrakoplovom značajno je otežano zbog iznenadnih promjena položaja koje se mjere promjenom G sile. Prilikom slabih i umjerenih turbulencija promjene G sile kreću se u rasponu od 0.1 do 2 G, a prilikom jakih turbulencija te promjene iznose i do 4 G. Različite frekvencije vibracija različito utječu na radnu sposobnost pilota. Vibracije frekvencija od šest do deset herca izazivaju mučninu i prostornu dezorijentaciju zbog utjecaja na vestibularni sustav čovjeka. Do iskrivljavanja govora dolazi pri vibracijama frekvencija od četiri do deset herca, morska bolest se javlja pri vibracijama frekvencija od dva do četiri herca. Najznačajnije

frekvencije vibracija su od osam do deset herca, jer one utječu na oštrinu vida, smanjujući ju 50-60 %, što onemogućava precizno očitavanje instrumenata i uočavanje posade aviona. Osim što pilot teže očitava podatke s instrumenta, uslijed vibracija zrakoplova dolazi i do vibracije instrumenata kao dodatni otežavajući čimbenik [3].

#### 4.4.4. Udaljenost posade od mjesta pada aviona

Cilj pretraživanja je pronalazak posade ili olupine zrakoplova koja može pomoći usmjeriti potragu u pravom smjeru. Avioni Pilatus PC-9M opremljeni su uređajima za emitiranje položaja u nuždi koji se automatski uključuju u slučaju nesreće. U slučaju da helikopteri traganja i spašavanja pronađu olupinu aviona, moguće je izračunati udaljenost posade aviona ako je posada prije prinudnog napuštanja aviona o tome obavijestila kontrolu leta. Udaljenost mjesta pada aviona od posade ovisno o visini iskakanja može se izračunavati koristeći jednadžbu (1):

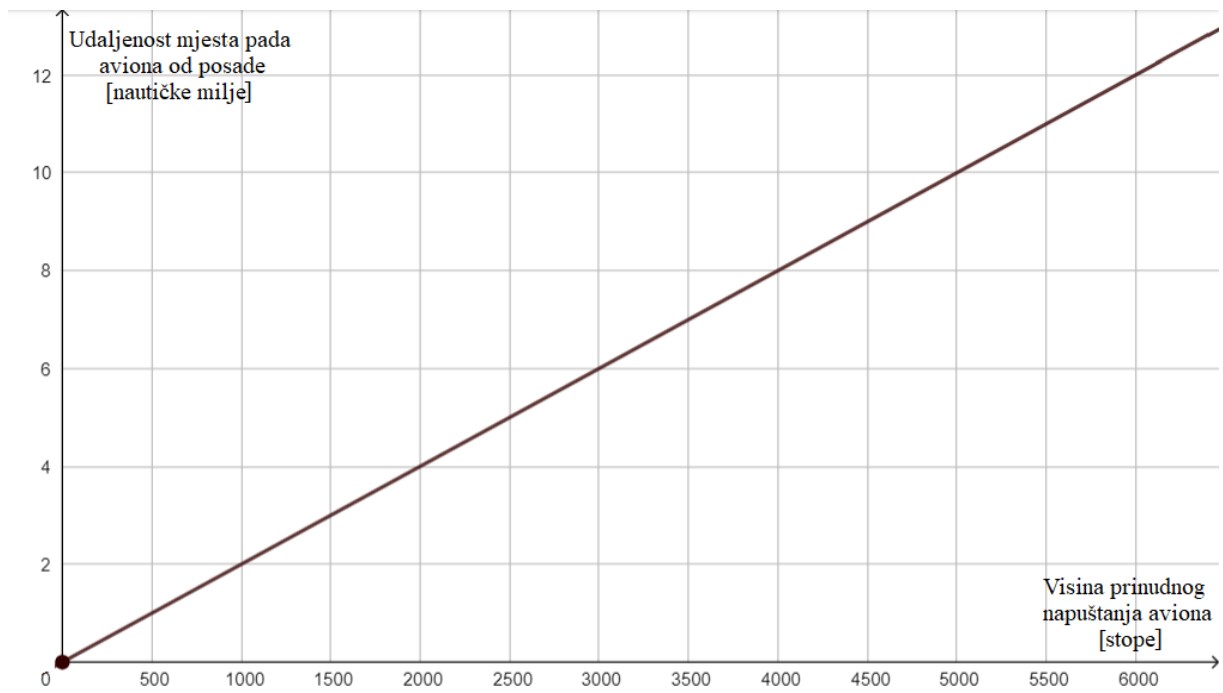
$$D_{aviona} = \frac{2 \times h_{pna}}{1000} \quad (1)$$

Gdje je:

$D_{aviona}$  – udaljenost mjesta pada aviona od posade [nautička milja]

$h_{pna}$  – visina prinudnog napuštanja aviona [stopa].

Postupak prije prinudnog napuštanja aviona upućuje posadu da zaustavi rad motora. Bez potisne sile motora avion će održavati brzinu smanjujući visinu dok se ne sudari s terenom. Avion Pilatus PC-9M prijeđe dvije nautičke milje za svakih 1000 stopa visine pri letu brzinom 115 čvorova. U slučaju prinudnog napuštanja aviona, posada će u slučaju mirne atmosfere sletjeti padobranom u blizini mjesta napuštanja aviona, dok će avion preletjeti određenu udaljenost ovisno o visini leta. Koristeći te podatke izvedena je jednadžba (1). Na grafikonu 7. prikazana je udaljenost mjesta pada aviona od mjesta iskakanja posade u slučaju prinudnog napuštanja aviona. Utjecaj vjetra može se zanemariti jer se posada s padobranom nalazi u istoj zračnoj masi kao i avion. Na oboje vjetar jednako utječe te se njihova međusobna udaljenost neće mijenjati ili će razlika biti zanemarivo mala.



Grafikon 7. Udaljenost mjesta pada aviona od posade ovisno o visini prinudnog napuštanja aviona

## 5. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA MOGUĆNOST PREŽIVLJAVANJA ČOVJEKA U MORU

Utjecaj okoliša na vrijeme preživljavanja čovjeka u moru svodi se na prevladavajuće vremenske prilike u trenutku uranjanja u vodu. To uključuje temperaturu mora, temperaturu zraka, brzinu i smjer vjetra te visinu i oblik valova. Preživljavanje čovjeka u moru ovisi i o velikom broju čimbenika koji su individualni za svaku osobu te značajno ovise o opremi i znanju s kojim osoba raspolaže prilikom preživljavanja u moru. Proračun vremena preživljavanja čovjeka u moru u ovom radu izračunava se pomoću modela koji pretpostavlja da svi događaji koji ne mogu biti predviđeni ne utječu na vjerojatnost i vrijeme preživljavanja čovjeka u moru. Ti događaji su ozljeda prilikom iskakanja, šok prilikom doskoka u hladno more, ozljede koje otežavaju plivanje, glad i loše opće zdravstveno stanje.

### 5.1. Dehidracija, hipotermija, šok i gubitak volje za životom

Ljudsko tijelo koristi vodu kako bi proizvelo znoj koji isparava i na taj način snižava temperaturu tijela. Kada je temperatura zraka jako visoka, tijelo se intenzivno znoji kako bi održavalo konstantnu temperaturu i time gubi velike količine vode. Osim na znojenje, voda u ljudskom organizmu troši se na probavu hrane i izlučivanje toksina iz tijela. Nedovoljnim unosom vode navedeni procesi ne mogu se provoditi i dolazi do povišenja temperature tijela i nakupljanja toksina, što može uzrokovati otkazivanje bubrega i u krajnjem slučaju smrt.

U fiziologiji čovjeka, dehidracija se definira kao nedostatak ukupne vode u tijelu praćeno poremećajem metaboličkih procesa. Većina ljudi može tolerirati nedostatak ukupne vode u tijelu od tri do četiri posto bez značajnih utjecaja na zdravlje. Umor, vrtoglavica i žeđ pojavljuju se kod nedostatka ukupne vode od pet do osam posto. Intenzivna žeđ javlja se kod nedostatka ukupne vode od deset posto, a praćena je pogoršanjem mentalnih i tjelesnih sposobnosti. Smrt nastupa kod gubitka ukupne vode između 15 i 25 % [31]. Čovjek u prosjeku može preživjeti bez vode tri dana, ali na to značajan utjecaj imaju temperatura zraka, fizička aktivnost, zdravlje i prehrana. Mala je vjerojatnost da će posada aviona Pilatus PC-9M umrijeti od dehidracije, ali nedostatak vode značajno će utjecati na tjelesnu i kognitivnu sposobnost pa u slučaju preživljavanja u moru postoji opasnost od utapanja.

Hipotermija se definira kao smanjenje tjelesne temperature čovjeka ispod 35 °C, a nastaje kada gubitak tjelesne topline postane veći od proizvodnje topline. Centar za regulaciju tjelesne temperature nalazi se u hipotalamusu i on ljudima omogućava održavanje konstantne tjelesnu temperaturu neovisno o vanjskim čimbenicima. U slučaju da je tijelo izloženo hladnim temperaturama centar za regulaciju pokreće mehanizme za povećanu proizvodnju i sprječavanje gubitka topline. U tijelu se povećava izlučivanje hormona stresa i uslijed toga dolazi do sužavanja krvnih žila ekstremiteta kako bi se spriječio gubitak topline. Metabolizam se ubrzava i nastupa tresavica koja povećava proizvodnju topline. Na taj način centar za regulaciju pokušava održati konstantnu tjelesnu temperaturu. Ako tijelo i dalje nastavi biti izloženo hladnoj vanjskoj temperaturi mehanizmi regulacije temperature počinju otkazivati i gubitak topline se ubrzava. Poznat je fenomen, u slučaju duže izloženosti hladnim temperatura, da se osobi i nakon spašavanja i zagrijavanja nastavlja smanjivati tjelesna temperatura i tada je potrebna hitna medicinska pomoć [32]. Hipotermija se može klasificirati po Švicarskom sustavu ili po stupnjevima izraženosti, a podjela je prikazana u tablici 3.

Tablica 3. Klasifikacija hipotermije

Izvor: [33]

<b>Švicarski sustav</b>	<b>Simptomi</b>	<b>Stupanj izraženosti</b>	<b>Tjelesna temperatura</b>
Prvi stadij	Budan s tresavicom	Blaga	32-35 °C
Drugi stadij	Pospan bez tresavice	Umjerena	28-32 °C
Treći stadij	Bez svijesti i bez tresavice	Teška	20-28 °C
Četvrti stadij	Nema vitalnih znakova života	Jako teška	Ispod 20 °C

Pri blagoj hipotermiji dolazi do ubrzanog disanja, suženja površinskih krvnih žila, ubrzanog rada srca, povišenja krvnog tlaka, poremećaja u govoru, smanjenja motoričke koordinacije, zbunjenosti, apatije, smanjene moći prosuđivanja i tresavice. Kad nastupi umjerena hipotermija, prestaje tresavica te se šire zjenice, usporavaju se refleksi, usporava se rad srca, dolazi do delirija i hladne diureze. Gubitak svijesti uobičajeno ne nastupa dok je tjelesna temperatura veća od 30 °C. U slučaju da se tjelesna temperatura dodatno snizi, dolazi do pojave sniženja krvnog tlaka i pada u komu, koža postaje jako hladna na dodir, dolazi do edema pluća,

osoba prestaje disati, krv se mijenja, svi refleksi se gube i pojavljuje se fibrilacija srčanih klijetki. Smrtnost pri temperaturi tijela od 30 °C iznosi preko 70 %, a kod temperature tijela od 26 °C smrtnost iznosi 90 %. Točno vrijeme preživljavanja u uvjetima nastanka hipotermije teško je odrediti za određenu vanjsku temperaturu jer ovisi o mnogo čimbenika koji su drugačiji za svaku osobu. Također, poznato je da voda provodi toplinu 20 do 25 puta brže od zraka zbog čega dolazi do tri puta bržeg gubitka topline i smanjenja tjelesne temperature u vodi u odnosu na zrak.

Tjelesna masa čovjeka i tjelesna spremnost imaju značajan utjecaj na brzinu gubitka topline i nastupanja hipotermije. Osobe koje imaju povećanu tjelesnu masu dobro zadržavaju toplinu zbog debljeg sloja tjelesne masti koja ih izolira od niske vanjske temperature, dok osobe s niskim udjelom tjelesne masti brže gube toplinu i od većeg su rizika za nastupanje hipotermije. Kako je ovaj rad usmjeren na proračun vjerojatnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M, smatra se da su većinom u dobroj tjelesnoj kondiciji sa niskim udjelom tjelesne masti. Eksperimentima je utvrđeno da se osobama s niskim udjelom tjelesne masti, kada su uronjene u vodu temperature 15 °C, tjelesna temperatura snizi za 2.5 °C već u prvih 30 minuta [32].

Prvotna reakcija na uranjanje u hladno more je šok, dolazi do naglog sniženja temperature kože što refleksno uzrokuje hiperventilaciju i naglo povećanje srčanog ritma. Nakon nesvjesnog izdaha zraka prilikom uranjanja u vodu, mogućnost zadržavanja daha smanjuje se ispod deset sekundi, a brzina disanja raste deseterostruko. Zbog toga opasnost od udisanja mora značajno raste i najvjerojatniji ishod nastupanja šoka je utapanje unutar par minuta od uranjanja. Mogućnost nastupanja šoka pojavljuje se već pri temperaturi mora od 25 °C, a vrlo je vjerojatno da će šok nastupiti kod temperatura mora ispod 10 °C. Opasnost od udisanja mora najznačajnija je kod nastupanja šoka ili u valovitom moru kada konstanti udari valova i kapljice mora otežavaju normalno disanje. U slučaju da osoba udahne more, velika je vjerojatnost da će se utopiti unutar par minuta od nastupanja problema s disanjem [34].

Psihološki stres tijekom preživljavanja čovjeka u moru može biti toliko značajan da uzrokuje gubitak volje za životom. Volja za preživljavanjem i borbom za održavanjem glave iznad vode slabi zbog osjećaja gladi, hladnoće i mučnine te zbog nedolaska službe traganja i spašavanja. Također, u slučaju valovitog mora brže nastupa umor zbog tjelesne iscrpljenosti uslijed konstante borbe sa valovima. Kako vrijeme prolazi, osoba gubi sve više energije i volja za životom nestaje. Ako osoba u potpunosti izgubi volju za životom, najvjerojatniji ishod je utapanje uslijed udisanja mora prilikom odustajanja [34].



## 5.2. Proračun vremena preživljavanja posade aviona u moru

Za izračun vremena preživljavanja posade aviona u moru koristit će se model izrađen nakon provedenih eksperimenata od strane J. S. Haywarda, J. D. Eckersona i M. L. Collisa [35]. Sudionici eksperimenata bili su prosječno građene osobe, obučene u kratku odjeću i opremljene prslukom za spašavanje. Ovi izračuni vrijede samo za uvjete mirnog mora kada osoba ne mora ulagati dodatan napor za održavanje prohodnih dišnih puteva i kada je sloj vode oko osobe miran i ujednačen. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja izračunavalo se uz pretpostavku da će prosječna osoba izgubiti svijest kada joj tjelesna temperatura dosegne 30 °C. Rezultat istraživanja sljedeća je jednadžba (2):

$$T_s = 15 + \frac{7.2}{0.0785 - (0.0034 \times T_w)} \quad (2)$$

U kojoj je:

$T_s$  – pretpostavljeno vrijeme preživljavanja [minuta]

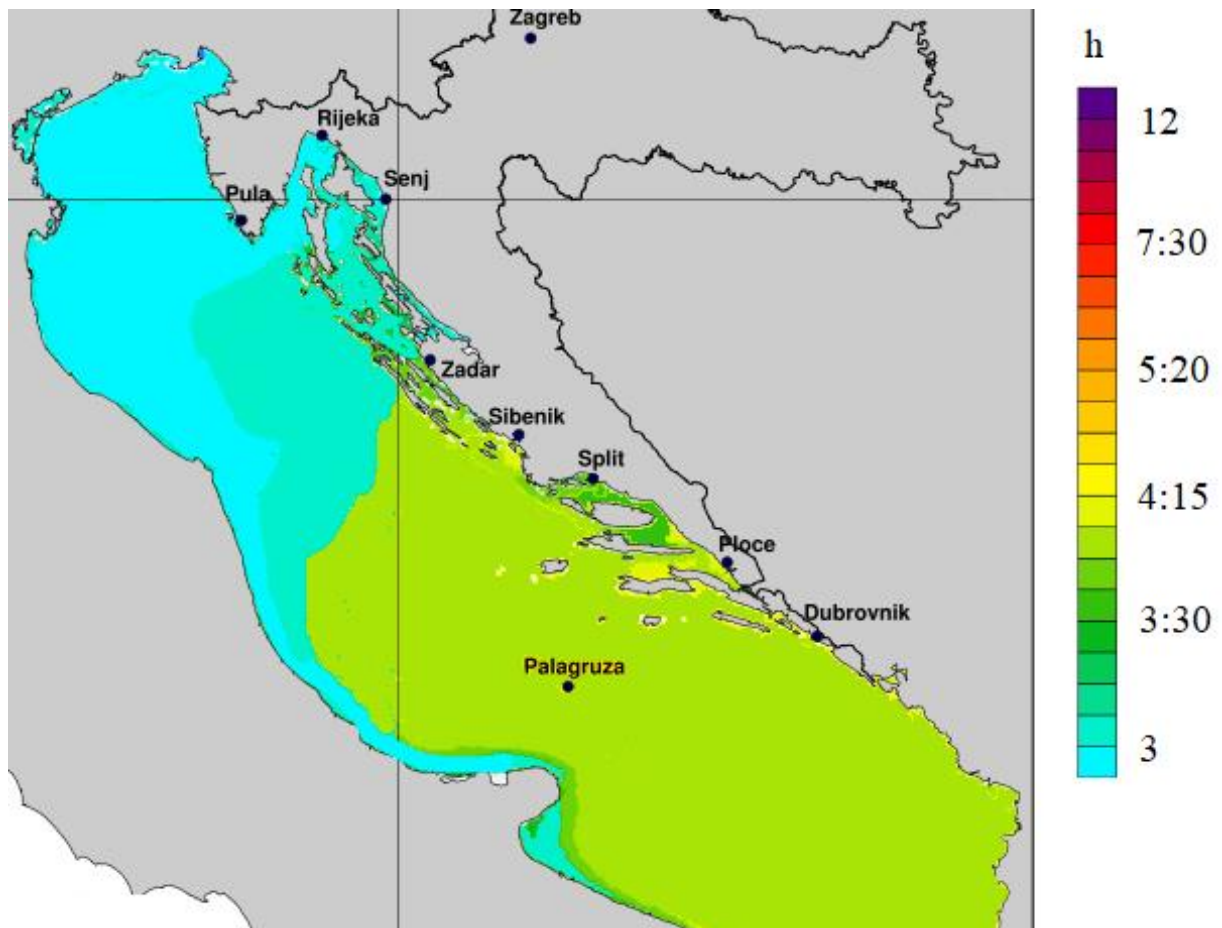
$T_w$ - temperatura vode [°C] [35].

Koristeći jednadžbu (2) i podatke da se temperatura mora u Republici Hrvatskoj kreće od 10 °C do 25 °C, izračunata su pretpostavljena vremena preživljavanja. Rezultati su prikazani u tablici 4. uz napomenu da se pretpostavljeno vrijeme preživljavanja kod temperatura mora iznad 22 °C smatra neograničeno, to jest hipotermija nije glavna opasnost kod tih temperatura mora. Također, koristeći gore navedenu jednadžbu (2) sa temperaturama mora većim od 22 °C, dobivaju se negativni rezultati što znači da se jednadžbom (2) ne može pretpostavljati vrijeme preživljavanja iznad te temperature. Ova pretpostavljena vremena preživljavanja vrijedila bi za posadu aviona Pilatus PC-9M u slučaju obavljanja bilo kojeg nenamjenskog leta iznad mora, jer za te letove nije obavezno oblačenje suhog odijela. Također ovi izračuni ne vrijede u slučaju da posada nakon prinudnog napuštanja aviona uspješno aktivira i popne se na splav za spašavanje. Utjecaj suhog odijela i splavi za spašavanje obrađeni su u nastavku ovog rada.

Tablica 4. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja čovjeka ovisno o temperaturi mora

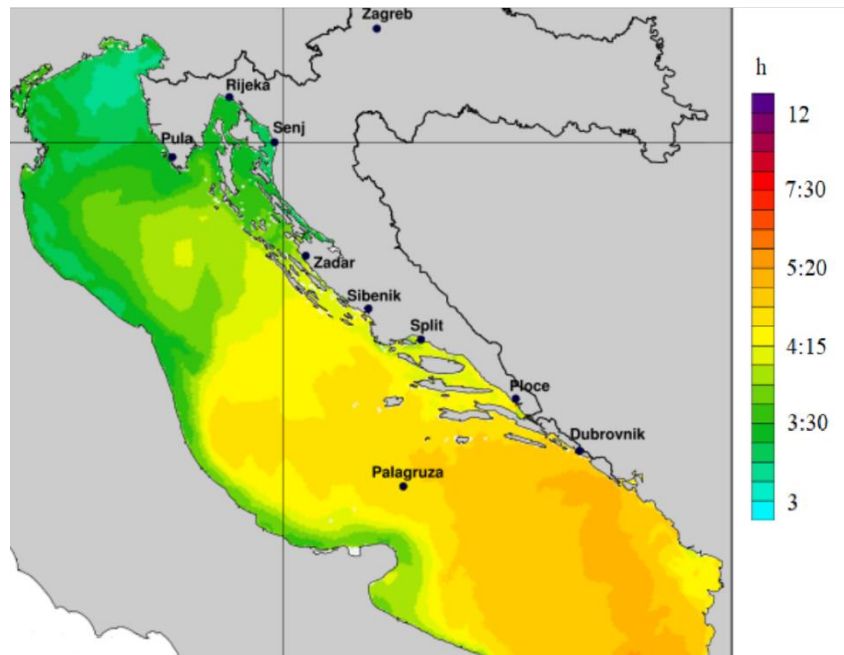
<b>Temperatura mora [°C]</b>	<b>Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja</b>
10	2 sata i 57 minuta
10.5	3 sata i 3 minute
11	3 sata i 10 minuta
11.5	3 sata i 17 minuta
12	3 sata i 25 minuta
12.5	3 sata i 35 minuta
13	3 sata i 45 minuta
13.5	3 sata i 56 minuta
14	4 sata i 8 minuta
14.5	4 sata i 22 minute
15	4 sata i 37 minuta
15.5	4 sata i 54 minuta
16	5 sati i 14 minuta
16.5	5 sati i 36 minuta
17	6 sati i 3 minute
17.5	6 sati i 34 minuta
18	7 sati i 11 minuta
18.5	7 sati i 57 minuta
19	8 sati i 53 minute
19.5	10 sati i 5 minuta
20	11 sati i 41 minuta
20.5	13 sati i 53 minute
21	17 sati i 9 minuta
21.5	22 sata i 28 minuta
22	32 sata i 40 minuta
23	neograničeno
24	neograničeno
25	neograničeno

Na slici 5.1. prikazano je pretpostavljeno vrijeme preživljavanja posade aviona u Jadranskom moru za prosječne temperature mora u veljači. Slika grafički prikazuje podatke iz tablice 4. sukladno podacima za mjesec veljaču iz grafikona 4. Različite boje predstavljaju različita pretpostavljena vremena preživljavanja, a kazalo na desnoj strani slike pokazuje poveznicu između boja i pretpostavljenog vremena. Sa slike je vidljivo da je u sjevernom dijelu Jadranskog mora vrijeme preživljavanja posade aviona koja ima obučeni letački kombinezon i prsluk za spašavanje oko tri sata. U južnom dijelu Jadranskog mora vrijeme preživljavanja te iste posade iznosi oko četiri sata. Uz obalu Splita to vrijeme iznosi tri sata i 30 minuta. Prosječna mjesečna temperatura mora u veljači slična je prosječnoj mjesečnoj temperaturi mora u siječnju i ožujku pa se podatci sa slike 5.1. mogu koristiti i za te mjesece. U ovim mjesecima je najniža prosječna mjesečna temperatura mora pa je i pretpostavljeno vrijeme preživljavanja najkraće.



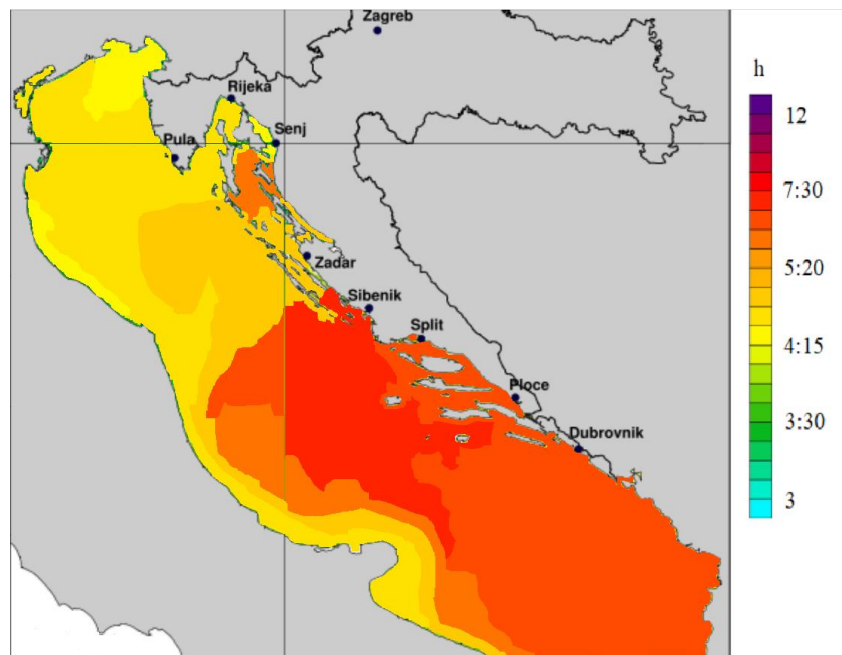
Slika 5.1. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u veljači

Srednja mjesečna temperatura mora slična je za mjesec prosinac i travanj pa prikaz sa slike 5.2. vrijedi za ta dva mjeseca. Najkraće pretpostavljeno vrijeme preživljavanja od 3 sata i 30 minuta je na području sjevernog Jadrana, a najduže je 5 sati i 20 minuta na južnom Jadranu.



Slika 5.2. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u travnju

Grafički prikaz pretpostavljenog vremena preživljavanja za mjesec svibanj i studeni nalazi se na slici 5.3. U ovim mjesecima pretpostavljeno vrijeme preživljavanja kreće se od 4 sata na sjeveru do 7 sati i 30 minuta na južnom dijelu Jadranskog mora.

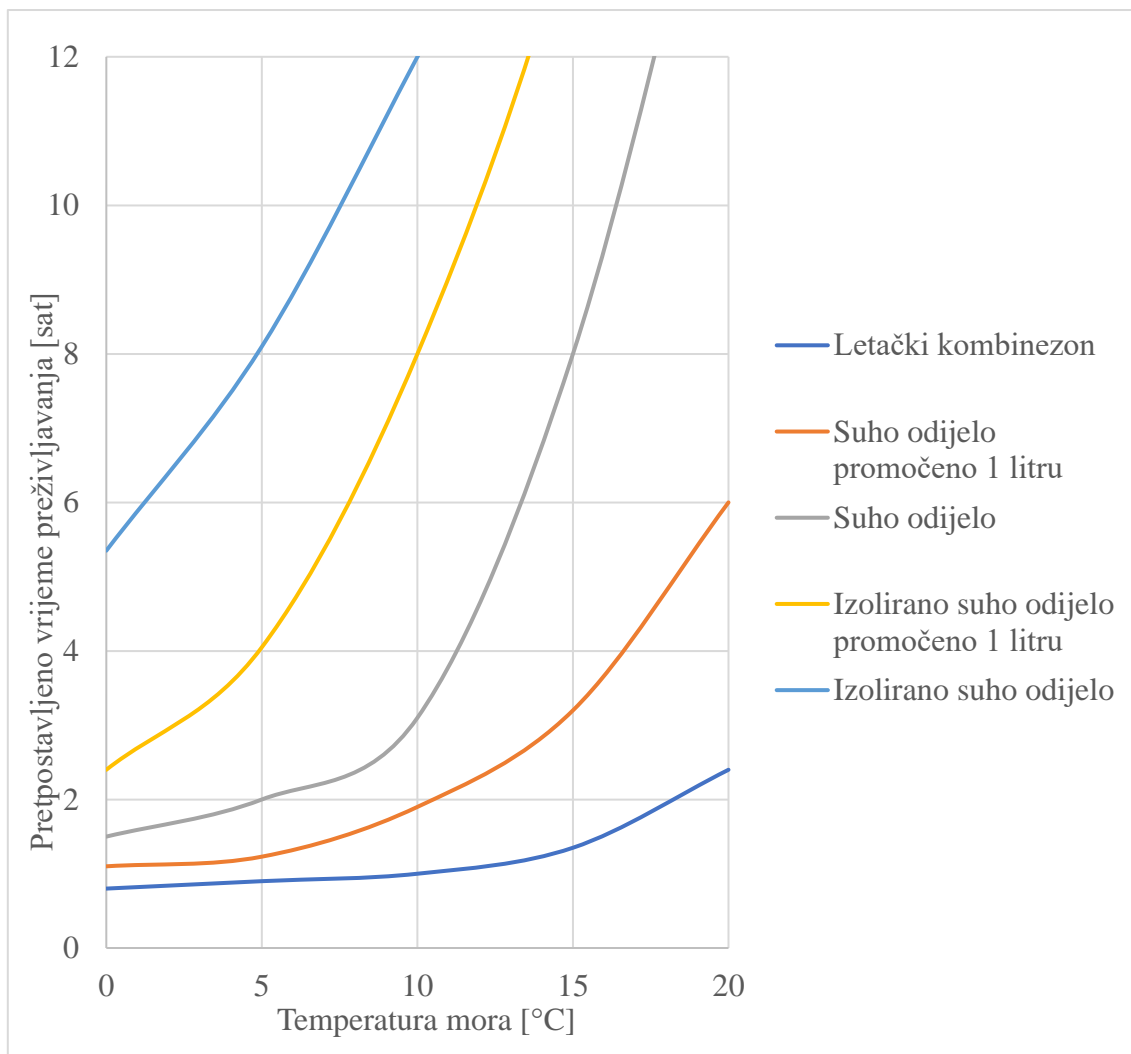


Slika 5.3. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u svibnju

Suho odijelo napravljeno je od vodonepropusnih materijala čime osigurava da odjeća ispod ostane suha i time zadrži svoja svojstva zadržavanja topline. Neizolirano suho odijelo ima loša termoizolacijska svojstva pa zadržavanje topline ovisi o slojevima odjeće ispod njega. Na svaki let za potrebe Obalne straže Republike Hrvatske posada aviona Pilatus PC-9M obavezna je nositi suho odijelo, a razina odjeće ispod ovisi o pilotu i njegovim osobnim željama. Suho odijelo nosi se ispod kombinezona, a preko donjeg rublja. Pomoću klimatizacijskog sustava kabinu aviona je uvijek moguće održavati na ugodnim temperaturama od 21 do 25 °C, što potiče posadu da ne oblači više slojeva odjeće ispod suhog odijela. Još jedan bitan utjecaj suhog odijela je sprječavanje nastanka šoka uslijed uranjanja u hladnu vodu ili smanjenje njegovog intenziteta.

Propuštanje vode i dalje je ozbiljan problem kod suhих odijela jer se ona testiraju i certificiraju u uvjetima mirne vode, a u slučajevima preživljavanja na moru ne vladaju takvi uvjeti. Tijekom uzburkanog mora i valova, propuštanje vode ima izraženi utjecaj na gubitak topline. Zbog naleta vode i pokreta rukama, kako bi se glava i dišni putevi održali iznad mora, dolazi do potiskivanja mora u prolaze između suhog odijela i kože čovjeka. Istraživanja su pokazala da u samo 20 minuta plivanja dolazi do propuštanja od 560 mililitara do jedne litre vode [34].

Na grafikonu 8. prikazano je pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za prosječnu osobu opremljenu s različitom odjećom ovisno o temperaturi mora. Ovdje prosječna osoba miruje i vrijeme preživljavanja se izračunava uzimajući u obzir da osoba postaje onesposobljena kada se tjelesna temperatura snizi na 34 °C. Izračuni se vrše pomoću Wisslerovog modela, prilagođenog od strane Hayesa. S grafikona je vidljivo da, za temperaturu mora 10 °C, posada aviona obučena samo u letački kombinezon ima pretpostavljeno vrijeme preživljavanja od jednog sata,. Kad bi bila obučena u suho odijelo koje nije promoćilo, to vrijeme iznosilo bi tri sata. U slučaju da suho odijelo promoći jednu litru pretpostavljeno vrijeme preživljavanja bilo bi nešto manje od dva sata. Također, vidljivo je da se pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u slučaju da posada ima obučeni samo letački kombinezon povećava puno manje za jednaku razliku temperature more, nego da je posada obučena u suho odijelo koje nije promoćilo.



Grafikon 8. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja ovisno o temperaturi mora za odjeću različite razine termoizolacije

Izvor: [34]

Svi izračuni su do sad rađeni uz pretpostavku da se osoba nalazi u mirnom moru, što često nije slučaj. Spomenuta je u ranijim poglavljima činjenica da na Jadranskom moru vjetar jačine šest bofora i više puše u prosjeku 25 do 40 dana godišnje. U slučaju da se posada aviona nađe u nemirnom i valovitom moru, više će promakati suho odijelo i gubitak topline bit će brži. Kako bi uspješno održavali dišne puteve i glavu iznad razine mora, potreban je stalan rad rukama i nogama. Svaki pokret zahtjeva protok krvi kroz mišić što povećava temperaturu ekstremiteta i time ubrzava gubitak topline. Krv u ekstremitetima hladi se zbog velike površine doticaja s morem i hladna krv vraća se prema srcu te se snižava tjelesna temperatura. Pretpostavlja se da 70 do 90 % tjelesne termoizolacije ostvaruju mišići koji miruju i imaju slab protok krvi. Kod temperatura mora iznad 25 °C tjelesna aktivnost pomoći će održavati tjelesnu temperaturu, dok kod temperatura mora ispod 15 °C tjelesna aktivnost značajno ubrzava gubitak topline i snižavanje tjelesne temperature. Laboratorijska istraživanja pokazala su da je

vrijeme snižavanja tjelesne temperature do 36 °C, kod ispitanika obučenih u suha odijela koji se nalaze u moru s valovima visine 15 centimetara i vjetrom jačine šest čvorova, do 30 % kraće nego kod istih ispitanika u mirnim uvjetima [34].

Oblik valova je važan jer dugački valovi, čiji se vrhovi ne lome, stvaraju puno manje probleme za održavanje glave iznad vode nego kratki i strmi valovi. Kao što je već objašnjeno, na Jadranskom moru nastaju kratki i strmi valovi koji se uslijed jakog vjetra lako lome i stvaraju morski dim što dodatno otežava disanje. Kako nije moguće znati točne karakteristike valova, za orijentaciju se koristi tablica 5. koja povezuje pretpostavljeno vrijeme preživljavanja, izračunato pomoću Wisslerovog modela, prilagođenog od strane Hayesa, i Beaufortovu ljestvicu. Izračuni su vršeni uz temperaturu mora 13 °C i za prosječnog čovjeka za kojeg se smatra da gubi mogućnost održavanja glave iznad vode kad mu se tjelesna temperatura snizi na 34 °C.

Tablica 5. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za različitu vrstu odjeće ovisno o snazi vjetra  
Izvor: [34]

Vrsta odjeće	Snaga vjetra [bofor]	Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja
Letački kombinezon	0 – 2	1 sat i 15 minuta
	3 – 4	30 minuta
	5 i više	manje od 25 minuta
Suho odijelo	0 – 2	više od 3 sata
	3 – 4	2 sata i 45 minuta
	5 i više	manje od 2 sata i 30 minuta
Suho odijelo promočeno 1 litru	0 – 2	2 sata i 30 minuta
	3 – 4	1 sat
	5 i više	manje od 50 minuta

Izračuni za utjecaj vjetra i valova do sad u radu provedeni su pomoću Wisslerovog modela i računaju vrijeme do snižavanja tjelesne temperature do 34 °C. Kako bi se mogao uračunati utjecaj valova na vrijeme preživljavanja proračunato Haywardovom jednadžbom, G. R. White je na temelju eksperimentalnih rezultata zaključio da pretpostavljeno vrijeme preživljavanja trebamo prepoloviti u slučaju valovitog mora. Ovo se osobito odnosi za valove uzrokovane vjetrom jačine 5 bofora i više [36].

Ako se usporede rezultati dobiveni Wisslerovim modelom s podacima iz stvarnih situacija, vidjet će se da se oni nalaze na donjoj granici vremena preživljavanja, dok se rezultati dobiveni

Haywardovom jednadžbom nalaze na gornjoj granici vremena preživljavanja. U stvarnoj se situaciji treba gledati raspon vremena preživljavanja jer je on drugačiji za svaku osobu. Wisslerov model koristi se za izračunavanje u slučajevima kada je osoba opremljena sa suhim odijelom jer se smatra da je teže održavati glavu iznad vode sa suhim odijelom nego bez, pa će osoba pri većoj tjelesnoj temperaturi izgubiti mogućnost držanja glave iznad vode. Do takve pojave dolazi jer se zrak nalazi jednoliko raspoređen kroz cijelo suho odijelo i time potiče da čovjek ostaje u horizontalnom položaju čime se udaljenost dišnih puteva od mora smanjuje. U toj situaciji lakše dođe do zabacivanja glave ispod površine mora ili prekrivanja dišnih puteva u naletu vala.

Najznačajniji dio opreme za preživljavanje je splav za spašavanje, prikazan na slici 5.4. On omogućava posadi aviona izlazak iz mora, čime se gubitak topline usporava i mogućnost za utapanjem značajno smanjuje. Gubitak topline u splavu ovisi o vlažnosti odjeće, količine vode u splavu i temperaturi zraka. Osim što posadi omogućava izlazak iz mora, splav za spašavanje ima zaštitu od prskanja i vjetra koju posada aviona može zatvarati i otvarati ovisno o potrebi. U slučaju jakog vjetra i valova potrebno je u more izbaciti plutajuće sidro kako bi se stabilizirao splav i smanjio utjecaj valova. Gubitak topline u zraku je tri puta sporiji nego u vodi pa se sa dovoljnom preciznošću može računati da je pretpostavljeno vrijeme preživljavanja posade aviona u splavu za spašavanje tri puta duže nego u moru. Splavovi su opremljeni spužvom za izbacivanje vode pa se pretpostavlja da je posada u kratkom vremenu nakon ulaska u splav uspješno izbacila svu vodu i zatvorila zaštitu od prskanja kako bi spriječila daljnji ulazak mora u splav.



Slika 5.4. Splav za spašavanje, [37]



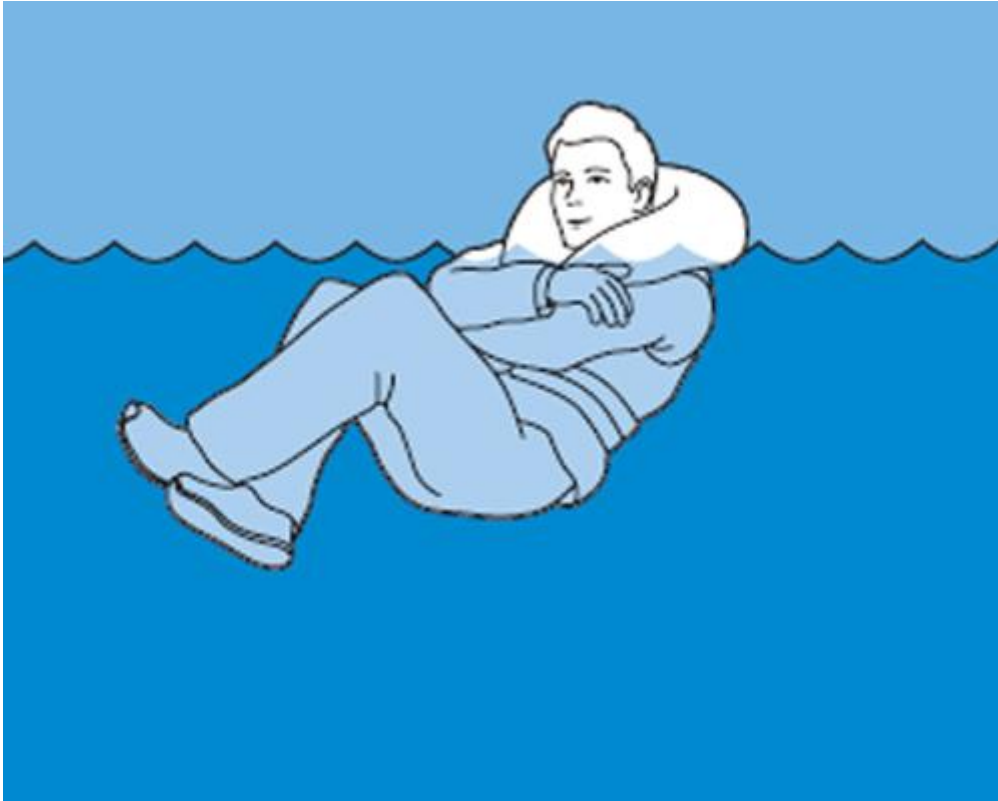
### 5.3. Preporuke za produljenje vremena preživljavanja u moru

Osim opreme, veliki utjecaj na vrijeme preživljavanja u moru ima psihofizičko stanje osobe. Zbog toga su u ovom potpoglavlju navedene preporuke koje mogu pomoći svakoj osobi kod smirenja i poduzimanja pravilnih postupaka kada se zatekne u toj situaciji. Kod osoba koje su bolje tjelesne spremnosti tresavica dulje traje i snižavanje tjelesne temperature je sporije. Aktivno bavljenje sportom i treniranje pomažu povećati tjelesnu spremnost, koja također smanjuje utjecaj šoka uslijed uranjanja u hladnu vodu. Uz sve navedeno, kod osoba s boljom tjelesnom spremnosti, kasnije nastupa umor i gubitak volje za životom. Osim dobre tjelesne spremnosti, pozitivan utjecaj ima i prilagođenost tijela na hladnoću. Osobe koje treniraju plivanje, ronjenje ili podvodni ribolov imaju slabiju reakciju na šok uslijed uranjanja u hladnu vodu i prisebnije su kod donošenja važnih odluka.

Kod svakog leta koji zahtijeva oblačenje suhog odijela, posada aviona mora pravilno obući i zatvoriti odijelo. Istraživanja su pokazala da, ako je samo deset centimetara odijela ostalo otvoreno, unutar 20 minuta dolazi do propuštanja 17 litara vode [34]. Ovoliko natapanje odjeće vodom značajno smanjuje njena termoizolacijska svojstva i skraćuje vrijeme preživljavanja u moru. Također, ako je temperatura mora niža od 15 °C, potrebno je ispod suhog odijela obući više slojeva odjeće, na primjer vunene čarape, dugu donje rublje, dugu majicu i pulover. U slučaju prinudnog napuštanja aviona iznad mora, značajno će se produžiti vrijeme preživljavanja, a u avionu se može uključiti hlađenje kabine do ugodnih temperatura.

Kad se osoba već zatekla u situaciji da mora preživljavati u moru, bitno je da zna koje postupke mora odraditi i što je važno u toj situaciji. Najvažnije je ostati pribran i smiren. Posada aviona, koja je u more sletjela padobranom, mora se prvo izmaknuti od padobrana, otpustiti sve veze i tek onda aktivirati prsluk za spašavanje. Sljedeća radnja trebala bi biti pronalazak splava za spašavanje i traženje kopilota, u slučaju da su dva pilota bila u avionu. Prije ulaska u splav za spašavanje potrebno je provjeriti da nema oštrih predmeta koji bi ga mogli oštetiti i onda na uvježbani način ući u njega. Jednom kad se pilot smjestio u splav za spašavanje provjerava da nema otvorenih rana i prijeloma te onda izbacuje vodu iz splava. Kad je sva voda izbačena, pilot zatvara zaštitu od prskanja i po mogućnosti sjeda na prsluk za spašavanje jer mu to značajno povećava termoizolaciju od mora. Bitno je sačuvati tjelesnu toplinu i energiju do dolaska službe traganja i spašavanja, što se radi na način da se legne u položaj fetusa i umota se sa sigurnosnom dekom.

U slučaju da nema pristup splavu za spašavanje, najbolje je zadržavati „HELP“ položaj. Prikazan na slici 5.3., „HELP“ položaj najviše moguće smanjuje gubitak topline. Kako bi se osoba mogla zadržavati u tom položaju, nužno je da je prsluk za spašavanje dobro svezan i napuhan. Ova preporuka koristi se kod temperatura mora ispod 20 °C i na velikim udaljenostima od obale.



Slika 5.5. "HELP" položaj, [38]

Poznajući i držeći se ovih preporuka, posada aviona može značajno povećati svoje vrijeme preživljavanja u hladnom moru. S fiziološkog pogleda, ove preporuke pomoći će u smanjenju gubitka topline i time usporiti snižavanje tjelesne temperature. S psihološkog pogleda, poznavajući tjelesne reakcije koje se događaju prilikom uranjanja u hladno more, osoba će ostati smirenija i time osigurati da se nastavi truditi preživjeti unatoč umoru, hladnoći i gubitku nade. Znanje o postupku traganja i spašavanja pomoći će posadi aviona u donošenju pravilne odluke prije prinudnog napuštanja aviona, koje mogu značajno povećati vjerojatnost pronalaska posade. U slučaju izvanrednog događaja, najkraća poruka preko radioveze skratit će vrijeme do izdavanja zapovijedi za pokretanjem traganja i spašavanja te će pomoći u određivanju vjerojatnog položaja posade aviona.

## 6. VJEROJATNOST PREŽIVLJAVANJA POSADE AVIONA PILATUS PC-9M

Za procjenu mogućnosti preživljavanja posade aviona Pilatus PC-9M u slučaju prinudnog napuštanja aviona iznad mora, potrebno je poznavati pretpostavljeno vrijeme preživljavanja i vrijeme do spašavanja. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja izračunato je u prethodnom poglavlju i rezultati će se koristiti za proračun vjerojatnosti preživljavanja. Način izračuna vremena do spašavanja prikazan je u sljedećem potpoglavlju.

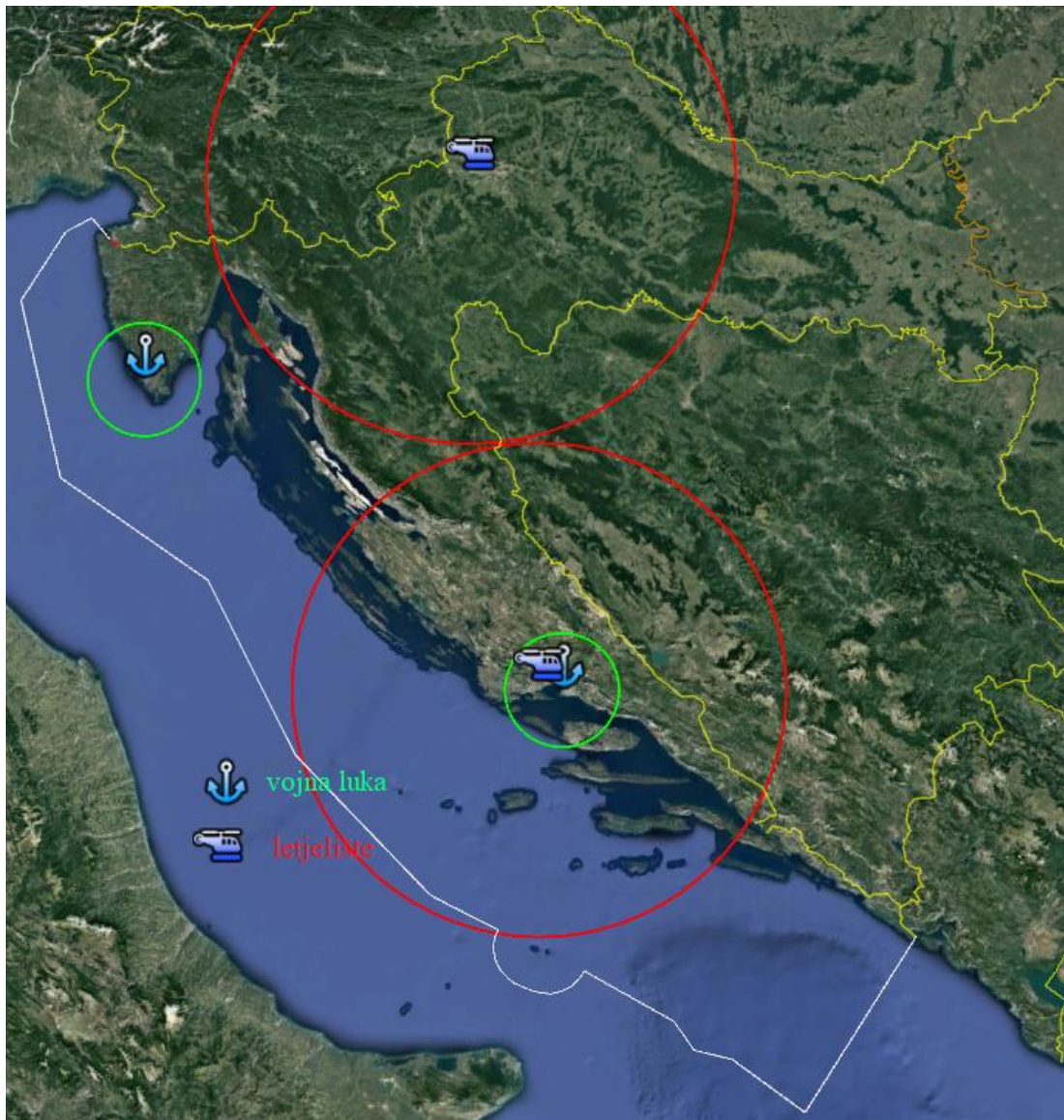
### 6.1. Vrijeme do spašavanja

Vrijeme do spašavanja ovisi o potrebnom vremenu za dolazak službe traganja i spašavanja vojnih zrakoplova do područja pretraživanja i o vremenu potrebnom za pretraživanje tog područja. Vrijeme potrebno za dolazak ovisi o vremenskoj spremnosti službe traganja i spašavanja, udaljenosti od mjesta polaska helikoptera i brodova te o vremenu potrebnom za dobivanje zapovijedi o pokretanju traganja i spašavanja.

Radarski sustavi uspješno prate brzinu, visinu i pravac leta aviona Pilatus PC-9M ako on leti na većim visinama. U slučaju da se za potrebe Obalne straže let izvodi na malim visinama, moguće je da radarski sustav ne zahvaća avion te ne postoji prikaz njegovih podataka. Također, ako prilikom leta na većim visinama dođe do izvanrednih događaja koji zahtijevaju prinudno napuštanje aviona, posada ima vremena javiti kontroli leta svoju lokaciju, događaj i postupke. Pravovremeno dobivanje informacija značajno skraćuje vrijeme potrebno za izdavanje zapovijedi o pokretanju traganja i spašavanja. U slučaju da ne postoji radarska slika aviona i da je posada bila primorana napustiti avion bez da je o tome obavijestila kontrolu leta, neće se pokretati postupak traganja i spašavanja dok ne prođe 15 minuta od predviđenog trenutka javljanja. Ne može se predvidjeti hoće li posada aviona uspješno javiti napuštanje aviona pa se za potrebe proračuna vremena do spašavanja pretpostavlja da je posada uspješno prenijela informaciju o napuštanju aviona ili da je radarska slika pokazala trenutak prinudnog napuštanja aviona.

### 6.1.1. Vrijeme dolaska službe traganja i spašavanja do mjesta pretraživanja

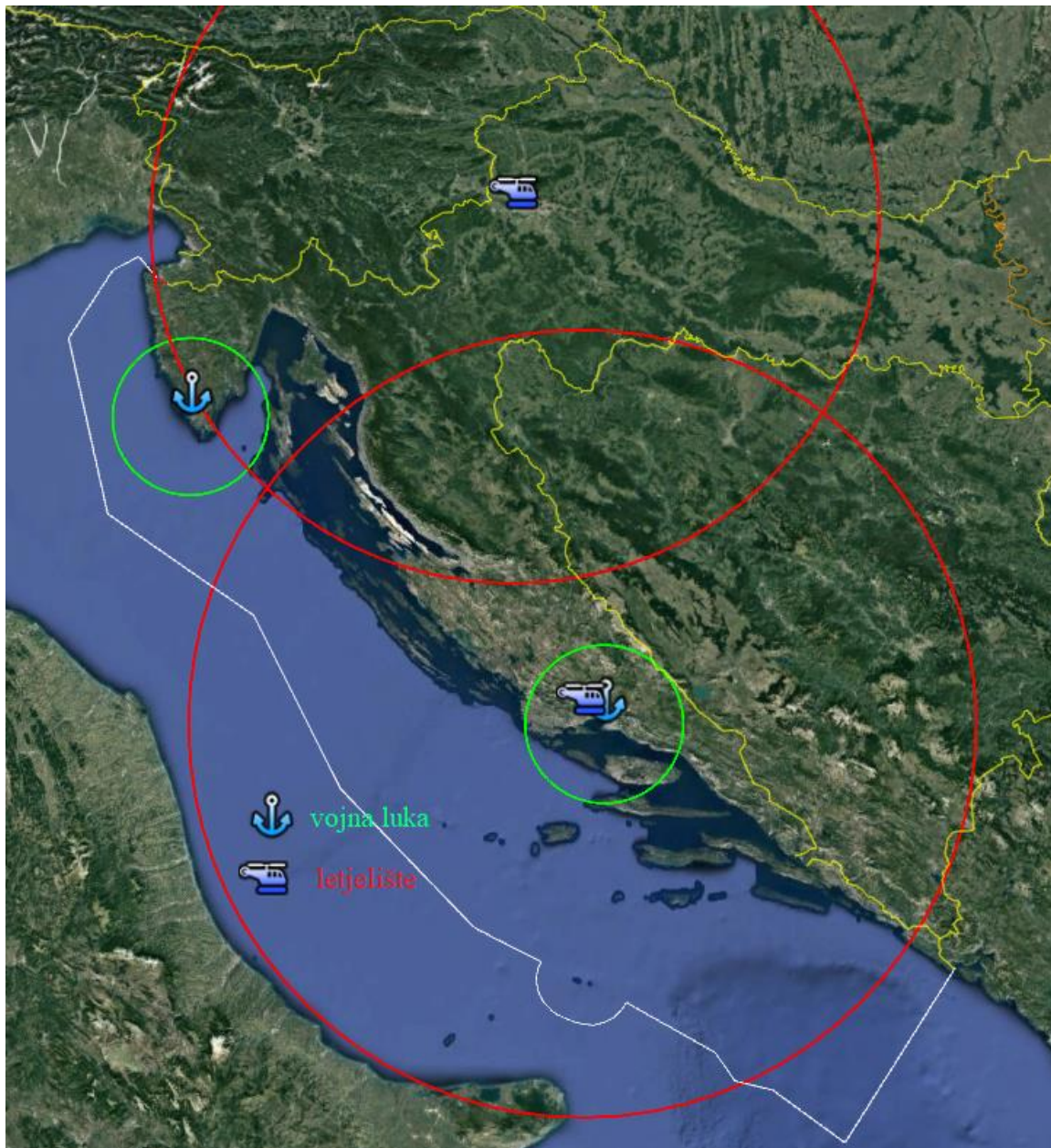
Helikopteri za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova u istoj su vremenskoj pripravnosti kao i zrakoplovne snage Obalne straže Republike Hrvatske. Na slici 6.1. prikazano je područje unutar kojega služba traganja i spašavanja vojnih zrakoplova mora biti u mogućnosti doći unutar sat vremena od dobivanja zapovijedi za vrijeme radnog vremena i unutar dva sata i trideset minuta izvan radnog vremena, u uvjetima bez vjetera. Crvenim kružnicama označeno je područje koje prelaze helikopteri, a zelenim kružnicama prikazano je najveća udaljenost koju brodovi mogu doploviti unutar tog vremena. Veliki dio područja Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa nije pokriven u tom periodu, već je unutar doseg a samo dio oko letjelišta Divulje.



Slika 6.1. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 30 minuta

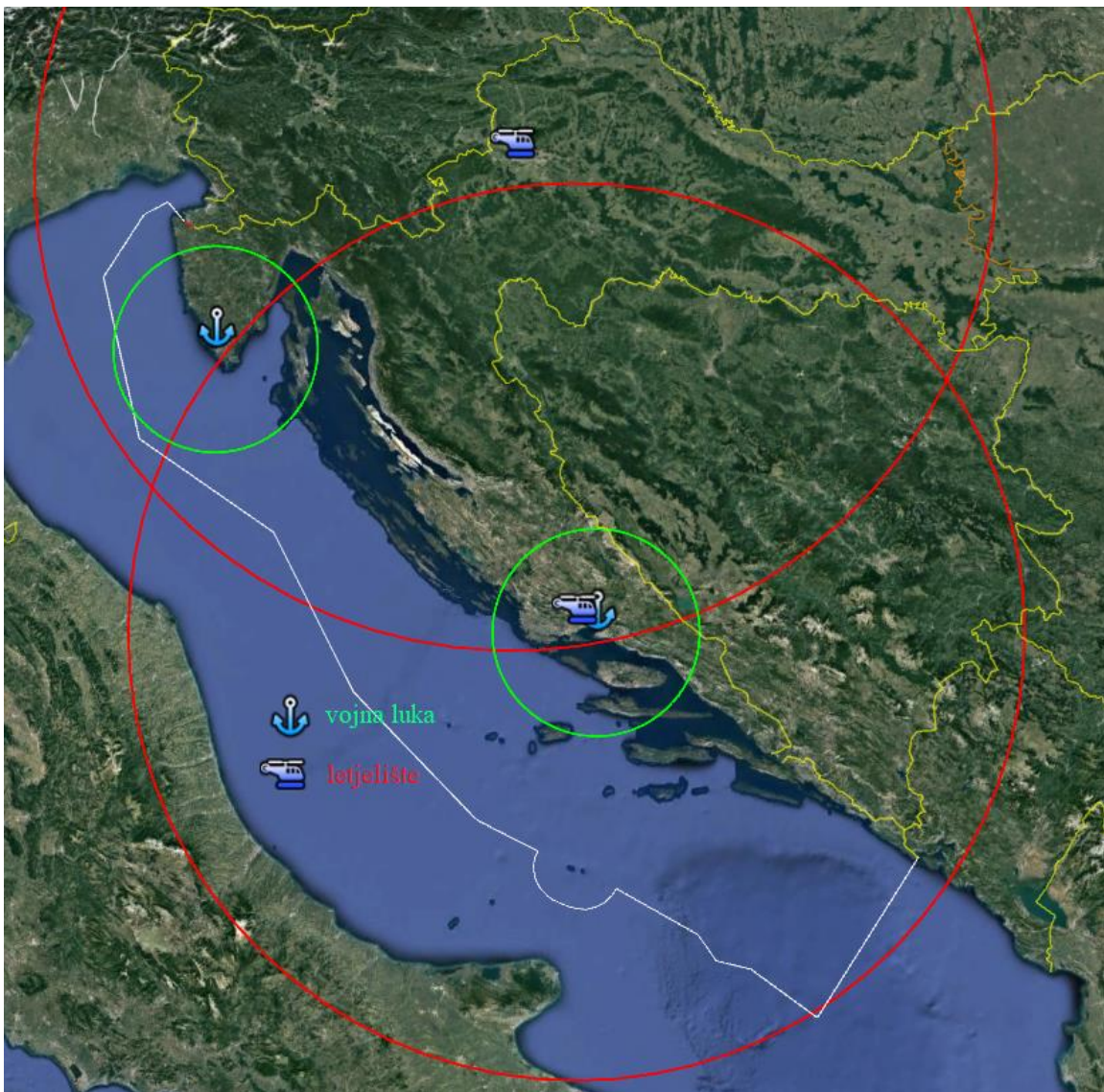


Na slici 6.2. prikazano je područje pokrivenosti službe traganja i spašavanja vojnih zrakoplova unutar 75 minuta tijekom radnog vremena ili unutar 165 minuta izvan radnog vremena. Zelene kružnice predstavljaju najveću udaljenost koju brodovi mogu prijeći ploveći brzinom 15 čvorova, a crvene kružnice predstavljaju područje u koje helikopteri mogu doletjeti u uvjetima bez vjetra. U ovom periodu ostaje nepokriven samo dio krajnjeg južnog dijela i prostor blizu granica sjevernog dijela Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa.



Slika 6.2. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 45 minuta

Pokrivenost cijelog područja obale Jadranskog mora i Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa Republike Hrvatske ostvaruje se unutar dva sata od dobivanja zapovijedi za vrijeme radnog vremena i unutar tri sata izvan radnog vremena. Područje koje pokriva određeno letjelište ili vojna baza prikazano je na slici 6.3. Zbog puno manjih putnih brzina od helikoptera, brodovi pokrivaju samo malo područje oko svojih luka, a to područje pokriveno je i helikopterima. Područje srednjeg Jadrana pokriveno je iz letjelišta Lučko i iz letjelišta Divulje, područje južnog Jadrana pokriva isključivo helikopter iz letjelišta Divulje. Dio sjevernog Jadrana oko Istre pokrivaju brodovi iz vojne luke Pula i helikopteri iz letjelišta Lučko.

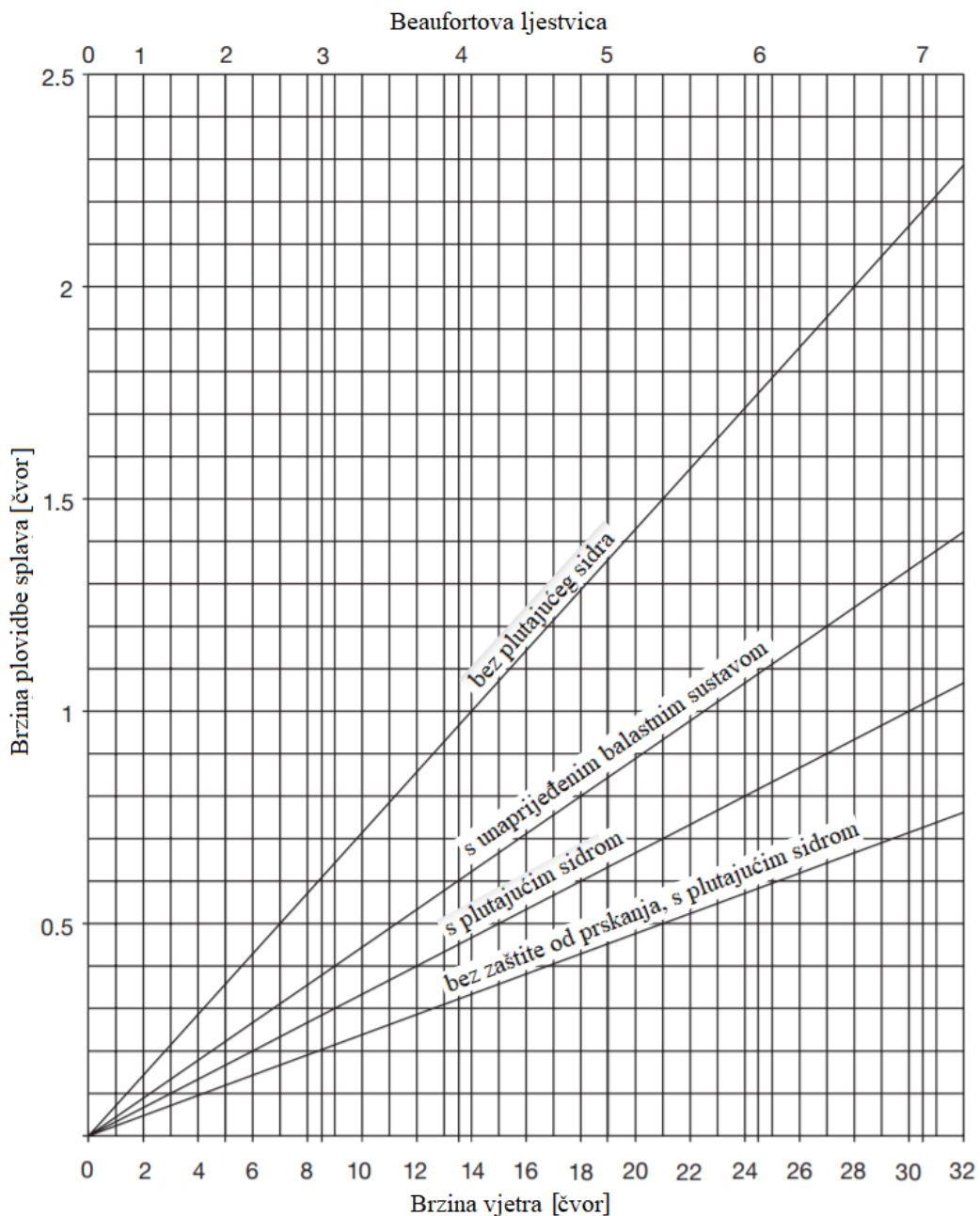


Slika 6.3. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 60 minuta



### 6.1.2. Vrijeme potrebno za pretraživanja područja

Vrijeme potrebno za pretraživanje područja ovisi o veličini područja pretraživanja i brzini leta helikoptera. Područje pretraživanja određuje se ovisno o poznatim podacima mjesta prinudnog napuštanja aviona i trenutnim meteorološkim uvjetima te vremenu potrebnom do dolaska helikoptera u područje pretraživanja. Najveći utjecaj na put koji splav za spašavanje prijeđe ima vjetar. Na grafikonu 9. prikazana je brzina plovidbe splava u odnosu na brzinu vjetra, to jest u odnosu na Beaufortovu ljestvicu.



Grafikon 9. Brzina plovidbe splava za spašavanje, [39]

Meteorološki podatci o brzini i smjeru vjetra mogu se pronaći na službenoj stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda. Splav za spašavanje koji se nalazi u svakom avionu Pilatus PC-9M sadrži, kao osnovni dio, plutajuće sidro. Područje pretraživanja pomiče se u smjeru prevladavajućeg vjetra za udaljenost koja se računa po jednadžbi (3):

$$s = v_s \times t \quad (3)$$

Gdje je:

$s$  – udaljenost koju splav prijeđe do dolaska helikoptera traganja i spašavanja [nautička milja]

$v_s$  – brzina plovidbe splava očitana iz grafikona 9. [čvor]

$t$  – vrijeme do dolaska helikoptera u područje pretraživanja [sat].

Efektivna širina pojasa pretraživanja mjera je lakoće uočavanja objekta traganja za zadane meteorološke uvjete. Ona ovisi o objektu traganja i sredstvu kojim se traga. Nekorigirana efektivna širina pojasa pretraživanja helikopterom prikazana je u tablici 6.

Tablica 6. Nekorigirana efektivna širina pojasa pretraživanja u nautičkim miljama

Izvor: [39]

Objekt traganja	Meteorološka vidljivost [km]		
	1.9	9.3	>37
Osoba u vodi	0	0.2	0.2
Splav za spašavanje (4 osobe)	0.9	3.1	5.4
Splav za spašavanje (8 osoba)	0.9	3.9	7.0
Brod dužine < 5 metara	0.9	3.0	4.6
Brod dužine 10 metara	1.3	7.2	16.9
Brod dužine 24 metra	1.5	10.6	34.3

U slučaju da puše vjetar i na moru ima valova, potrebno je uračunati faktor utjecaja vjetra i valova na efektivnu širinu pojasa pretraživanja, čije su veličine prikazane u tablici 7. U toj situaciji koristi se korigirana efektivna širina pojasa pretraživanja, koja se računa pomoću jednadžbe (4):

$$W_c = W_U \times f_w \quad (4)$$

Gdje je:

$W_c$  – korigirana efektivna širina pojasa pretraživanja [nautička milja]

$W_U$  – nekorigirana efektivna širina pojasa pretraživanja [nautička milja]

$f_w$  – faktor utjecaja vjetra i valova na efektivnu širinu pojasa pretraživanja, [39].



Tablica 7. Faktor utjecaja vjetra i valova na efektivnu širinu pojasa pretraživanja

Izvor: [39]

Meteorološki uvjeti	Objekt traganja	
	Osoba u vodi	Splav za spašavanje
Vjetar 0 – 15 čvorova, valovi 0 – 1 metar	1.0	1.0
Vjetar 15 – 25 čvorova, valovi 1 – 1.5 metara	0.5	0.9
Vjetar > 25 čvorova, valovi > 1.5 metara	0.25	0.6

Prosječan radijus područja pretraživanja za helikoptere iznosi između pet i dvadeset nautičkih milja. Veličina radijusa područja pretraživanja ovisi o točnosti podataka o području prinudnog napuštanja aviona i o pretpostavljenoj vjerojatnosti položaja posade aviona. Ako je lokacija posade svedena na malo područje, započinje se s radijusom pretraživanja od pet nautičkih milja. Ukoliko lokacija posade nije poznata, prvo područje pretraživanja bit će određeno s radijusom pretraživanja od dvadeset nautičkih milja [39]. Kako bi izračunali vrijeme potrebno za pretraživanje određenog područja koristimo jednadžbu (5):

$$t = \frac{4r^2}{W_C \times V} \quad (5)$$

U kojoj je:

$r$  – radijus područja pretraživanja [nautička milja]

$V$  – brzina leta helikoptera [čvor]

$t$  – vrijeme potrebno za pretraživanje područja određeno radijusom  $r$  pri letu brzinom  $V$  [sat],.

Vrijeme potrebo za pretraživanje određenog područja prikazano je u tablici 8. Za izračun je korištena nekorrigirana efektivna širina pojasa pretraživanja od 200 metara i brzina leta helikoptera 120 čvorova. Helikopteri za traganje i spašavanje vojnih zrakoplova u Republici Hrvatskoj imaju istrajnost od najviše pet sati šta uključuje i vrijeme doleta do područja pretraživanja, pa će u slučaju dužeg pretraživanja biti nužno izvršiti nadopunu gorivom.

Tablica 8. Vrijeme potrebno za pretraživanje područja radijus  $r$

$r$ [nautička milja]	$t$ u uvjetima bez vjetra [sat]	$t$ pri vjetru 15-25 čvorova [sat]	$t$ pri vjetru > 25 čvorova [sat]
1	0:18	0:20	0:30
2.5	1:56	2:09	3:13
5	7:43	8:35	12:52
10	30:52	34:18	51:27

## 6.2. Procjena mogućnosti preživljavanja

Smatra se mogućim da posada aviona preživi ako je pretpostavljeno vrijeme preživljavanja manje od vremena do spašavanja. U slučaju da služba traganja i spašavanja ne uspije pronaći posadu aviona unutar pretpostavljenog vremena preživljavanja, smatra se da preživljavanje nije moguće. Za procjenu mogućnosti preživljavanja potrebno je znati temperaturu mora, opremu posade aviona, jačinu vjetera, mjesto prinudnog napuštanja aviona i veličinu područja pretraživanja. U ovom potpoglavlju, za najnižu temperaturu mora u kojoj bi se mogli zateći, prikazan je način procjene mogućnosti preživljavanja posade aviona. Procjene prikazane u ovom potpoglavlju pretpostavljaju da posada neće biti spašena ni na jedan drugi način osim od strane službe traganja i spašavanja. U stvarnoj situaciji moguće je da civilni brodovi budu u blizini mjesta prinudnog napuštanja aviona te da oni uspiju spasiti posadu brže od pretpostavljenog.

Procjena mogućnosti preživljavanja posade izrađena je uz konstantnu temperaturu mora 10 °C, a ostale varijable mijenjane su kako bi se prikazao njihov utjecaj na mogućnost preživljavanja. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za temperaturu 10 °C, ovisno o raspoloživoj odjeći i opremi, prikazano je u tablici 9. Ako splav nije u raspoloživoj opremi, smatra se da će posada aviona postati onesposobljena i utopiti se kada se tjelesna temperatura snizi do 34 °C te se stoga koriste podatci iz grafikona 8. U slučaju uspješnog aktiviranja i penjanja na splav za spašavanje, smatra se da će posada vjerojatno preživjeti dok god tjelesna temperatura ne dosegne 30 °C pa se koriste podatci iz tablice 4, uvećani za faktor 3 zbog sporijeg snižavanja tjelesne temperature izvan mora.

Tablica 9. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za temperaturu mora 10 °C

<b>Raspoloživa odjeća i oprema</b>	<b>Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja [sat]</b>
Letački kombinezon	1
Suho odijelo promočeno jednu litru	1:50
Suho odijelo	3:05
Splav za spašavanje i letački kombinezon	8:51
Splav za spašavanje i suho odijelo	17:42

Ako su pretpostavljeni uvjete bez vjetera i pokretanje traganja i spašavanja unutar radnog vremena, helikopteri mogu doći do područja pretraživanja na Jadranskom moru unutar dva sata od dobivanja zapovijedi. U slučaju da je poznata točna pozicija prinudnog napuštanja aviona, s

dovoljnom sigurnošću se može reći da se posada nalazi unutar područja pretraživanja određena radijusom 2.5 nautičkih milja. Za pretraživanje područja te veličine helikopterima je potrebno 1 sat i 56 minuta, što je ujedno i najduže vrijeme koje helikopter može ostati u zoni pretraživanja. Za potrebe procjene, smatra se da je posada aviona uspješno pronađena najkasnije do završetka pretraživanja područja. Za ovu situaciju vrijeme do spašavanja iznosi četiri sata za bilo koje područje Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa Republike Hrvatske. Sukladno podacima iz tablice 9., preživljavanje posade aviona, koja je aktivirala i uspješno se popela na splav, je moguće. Nije moguće preživljavanje posade koja ima obučeno suho odijelo i nalazi se u moru, osim ako se nalazi u području označeno na slici 6.1. U slučaju da je suho odijelo promoćilo ili je posada obučena samo u letački kombinezon, smatra se da nije moguće preživljavanje posade aviona do dolaska službe traganja i spašavanja.

U slučaju puhanja vjetra pretpostavljeno vrijeme preživljavanja se smanjuje, a nove vrijednosti, ovisno o jačini vjetra, prikazane su u tablici 10. U slučaju da se posada aviona uspješno popela u splav za spašavanje, pretpostavljeno vrijeme preživljavanja ostaje isto jer nije potrebna tjelesna aktivnost za održavanje glave iznad vode i nema izravnog utjecaja valova. Prilikom vjetra koji puše brzinom od 15 do 25 čvorova, potrebno vrijeme za pretraživanje područja produžuje se na 2 sata i 9 minuta. Pretraživanje područja kod vjetrova bržih od 25 čvorova nije vjerojatno jer kod tih uvjeta nije moguće polijetanje helikoptera ni izvlačenja posade iz mora. Kada puše vjetar jači od dva bofora, pretpostavljeno vrijeme preživljavanja kraće je od vremena do spašavanja, što znači da preživljavanje posade nije moguće.

Tablica 10. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za temperaturu mora 10 °C ovisno o jačini vjetra

<b>Vrsta odjeće</b>	<b>Snaga vjetra [bofor]</b>	<b>Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja [sat]</b>
Letački kombinezon	0 – 2	1:00
	3 – 4	0:25
	5 i više	< 0:20
Suho odijelo promoćeno 1 litru	0 – 2	1:50
	3 – 4	0:55
	5 i više	< 0:35
Suho odijelo	0 – 2	3:05
	3 – 4	2:30
	5 i više	< 2:00

Radno vrijeme službe traganja i spašavanja vojnih zrakoplova je od 7 do 15 sati svakog radnog dana. U to vrijeme se posada helikoptera nalazi na letjelištima i helikopteri su spremni za polijetanje. Izvan radnog vremena posade helikoptera po dobivenoj zapovijedi dolaze na letjelišta i pripremaju se za zadaću. Također, tada helikopter nije spreman za polijetanje već ga zrakoplovni tehničari moraju pripremiti za let. Vrijeme do spašavanja izvan radnog vremena iznosi 5 sati i 26 minuta. Najduže vrijeme od dobivanja zapovijedi do polijetanja helikoptera iznosi dva sata, 90 minuta je potrebno da bi se pokrilo područje Zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa i 1 sat i 56 minuta vrijeme je potrebno za pretraživanje područja određeno radijusom pretraživanja 2.5 nautičkih milja. Uz ovo vrijeme do spašavanja, preživljavanje je moguće samo za posadu aviona koja je u splavu za spašavanje zaštićena od vanjskih elemenata. Za razliku od spašavanja za vrijeme radnog vremena, u ovom slučaju nije moguće preživljavanje posade aviona obučene u suho odijelo, neovisno o njenoj poziciji.

Mogućnost preživljavanja ovisi o dobu dana kada je posada prinudno napustila avion jer, zbog nedostatka opreme, helikopteri provode traganje i spašavanje samo za vidljivog dijela dana. U slučaju da je vrijeme do sumraka duže od vremena do spašavanja, smatra se da će vrijeme do spašavanja biti produženo za vrijeme od zalaska do izlaska sunca. Temperatura mora od 10 °C karakteristična je za siječanj, veljaču i ožujak. U tim mjesecima vrijeme zalaska sunca kreće se od 16:23 sati početkom siječnja do 18:23 sati krajem ožujka. Izlazak sunca početkom siječnja je u 7:37 sati, a krajem ožujka u 5:38 sati [40]. Noć je najduža u siječnju kada traje 15 sati i 14 minuta, a kontinuirano se skraćuje do 11 sati i 15 minuta krajem ožujka. U slučaju da posada aviona nije spašena prije zalaska sunca, nije moguće da će posada preživjeti, osim ako nije obučena u suho odijelo i zaštićena od vanjskih utjecaja u splavu za spašavanje. Ako se traganje i spašavanje za posadom aviona provodi u siječnju, nije moguće da će posada aviona preživjeti, neovisno o opremi, ako nije spašena do zalaska sunca. Do sada se računalo s pretpostavkom da će posada aviona biti pronađena u području određenom radijusom pretraživanja 2.5 nautičke milje. U slučaju da se posada aviona 15 sati nalazi u moru, nije vjerojatno da će sa dovoljnom točnošću biti određeno područje te veličine. Zbog toga se vrijeme za pretraživanje produžuje na više od dva sata i pretpostavljeno vrijeme preživljavanja kraće je od vremena do spašavanja. U slučaju da se traganje i spašavanje provodi u ožujku moguće je preživljavanje posade aviona u splavu za spašavanje sa suhim odijelom ako prinudno napusti avion najkasnije četiri sata prije zalaska sunca i područje pretraživanja bude točno određeno.

### 6.3. Proračun vjerojatnosti preživljavanja

U ovom potpoglavlju prikazane su vjerojatnosti preživljavanja posade aviona u moru ovisno o proteklom vremenu. Proračuni su provedeni koristeći Kaplan-Meierovu jednadžbu (6):

$$S_{t+1} = \frac{S_t \times (N_{t+1} - D_{t+1})}{N_{t+1}} \quad (6)$$

U kojoj su:

$S_t$  – vjerojatnost preživljavanja u vremenu  $t$

$S_{t+1}$  – vjerojatnost preživljavanja u vremenu  $t+1$

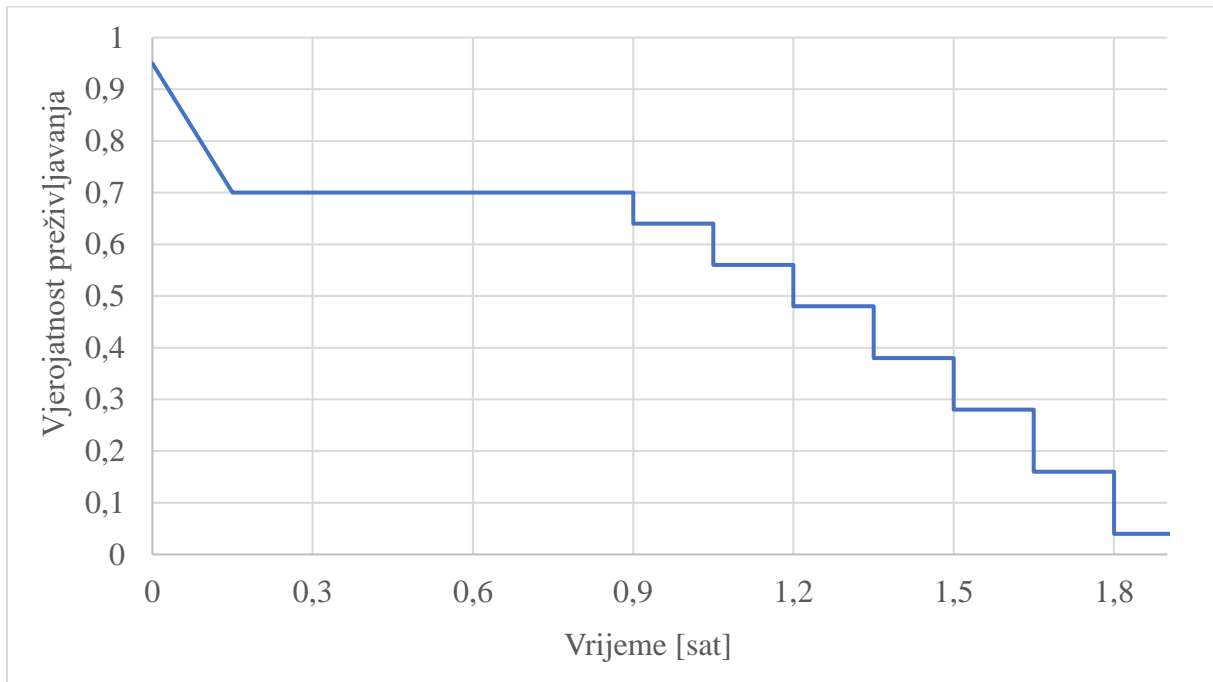
$N_{t+1}$  – broj pilota koji su živi u vremenu  $t+1$

$D_{t+1}$  – broj pilota koji su umrli u vremenskom periodu od  $t$  do  $t+1$ .

Zbog nedostatka podataka o vremenima preživljavanja osoba u moru, proračuni su rađeni procjenom koristeći sve podatke do sad obrađene u radu. Koristeći jednadžbu (6) računa se vjerojatnost preživljavanja u određenom vremenu. U trenutku prinudnog napuštanja aviona  $N_0$  iznosi 100, a u svakom slučaju pretpostavljeno je da prilikom prinudnog napuštanja i uranjanja u mora pogine 5 pilota. Do toga može doći uslijed premale visine i brzine za sigurno korištenje izbacivog sjedišta ili u slučaju da kupola padobrana prekrije pilota u moru i on se zapetljavanjem u veze utopi. Slijedno tome, početna vjerojatnost preživljavanja iznosi 95%, a kasnije se smanjuje ovisno o uvjetima. Za slučajeve kada se posada aviona nalazi u moru koristi se pretpostavljeno vrijeme preživljavanja izračunato Wisslerovim modelom, a ako se posada nalazi u splavu za spašavanje referentno vrijeme je dobiveno Haywardovom jednadžbom (2).

U prvom slučaju proračunava se vjerojatnost preživljavanja za posadu aviona obučenu u letački kombinezon koja se nalazi u mirnom moru temperature 10 °C. Rezultati su prikazani na grafikonu 10. Vjerojatnost da će se osoba utopiti povećava se prvih deset minuta jer se disanje otežava i održavanje glave iznad vode postaje sve teže. Zbog šoka uslijed uranjanja u hladno more pretpostavlja se da će u prvih deset minuta umrijeti 25 pilota,  $D_{0,15} = 25$ . Vjerojatnost preživljavanja u vremenu od  $t = 0$  do  $t = 0,15$  sati linearno se smanjuje od 95 % do 70 %. Posada aviona koja preživi šok sljedećih 45 minuta gubi toplinu i počinje nastupati hipotermija, ali se vjerojatnost utapanja ne povećava. U vremenu od  $t = 0,15$  do  $t = 0,9$  sati vjerojatnost preživljavanja je 70 %, a kako se pretpostavljeno vrijeme preživljavanja približava, vjerojatnost preživljavanja će se krenuti smanjivati. Neposredno prije pretpostavljenog vremena preživljavanja pretpostavlja se da će umrijeti mali broj pilota, onih koji su lošije tjelesne

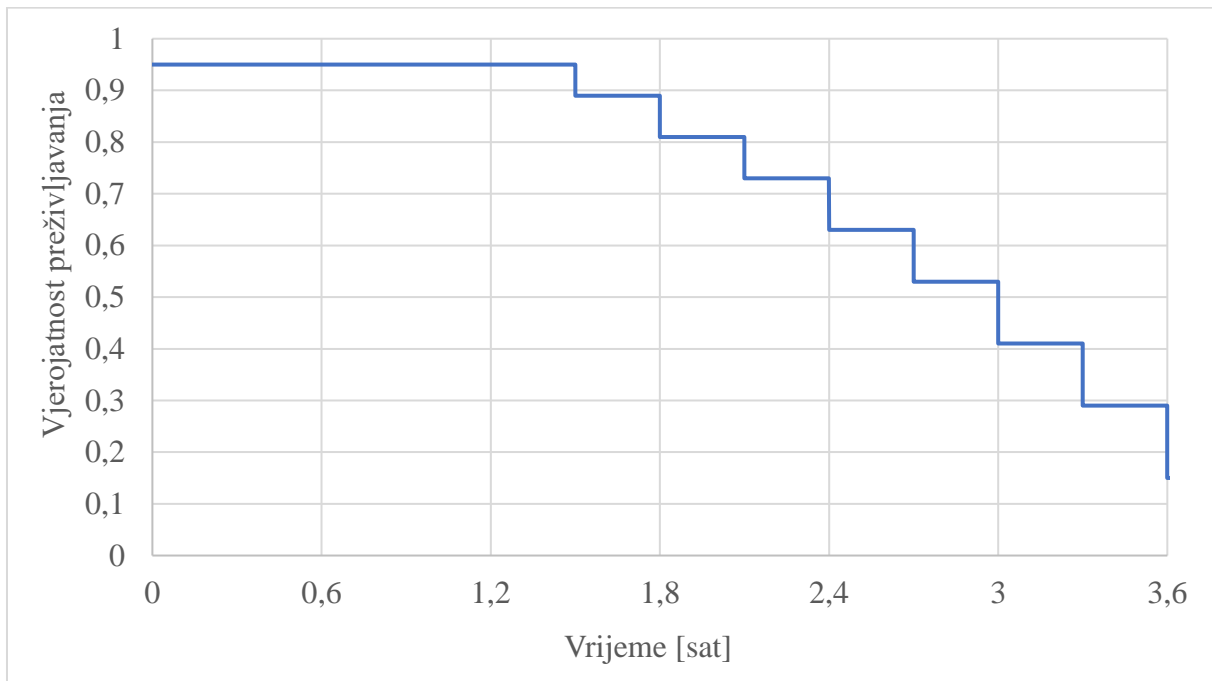
spremnosti i s manjim udjelom tjelesne masti. Vjerojatnost preživljavanja od 50% dosegnuta je već 12 minuta nakon pretpostavljenog vremena preživljavanja. Koristeći jednadžbu (6) u vremenskim intervalima 0,15 sati, pretpostavlja se da se nakon pretpostavljenog vremena preživljavanja vjerojatnost preživljavanja smanjuje sve brže kako više vremena protekne. Ta pretpostavka je postavljena jer tijelo gubi toplinu sve brže nakon što tijelo izgubi mogućnost održavanja tresavice.



Grafikon 10. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 10 °C

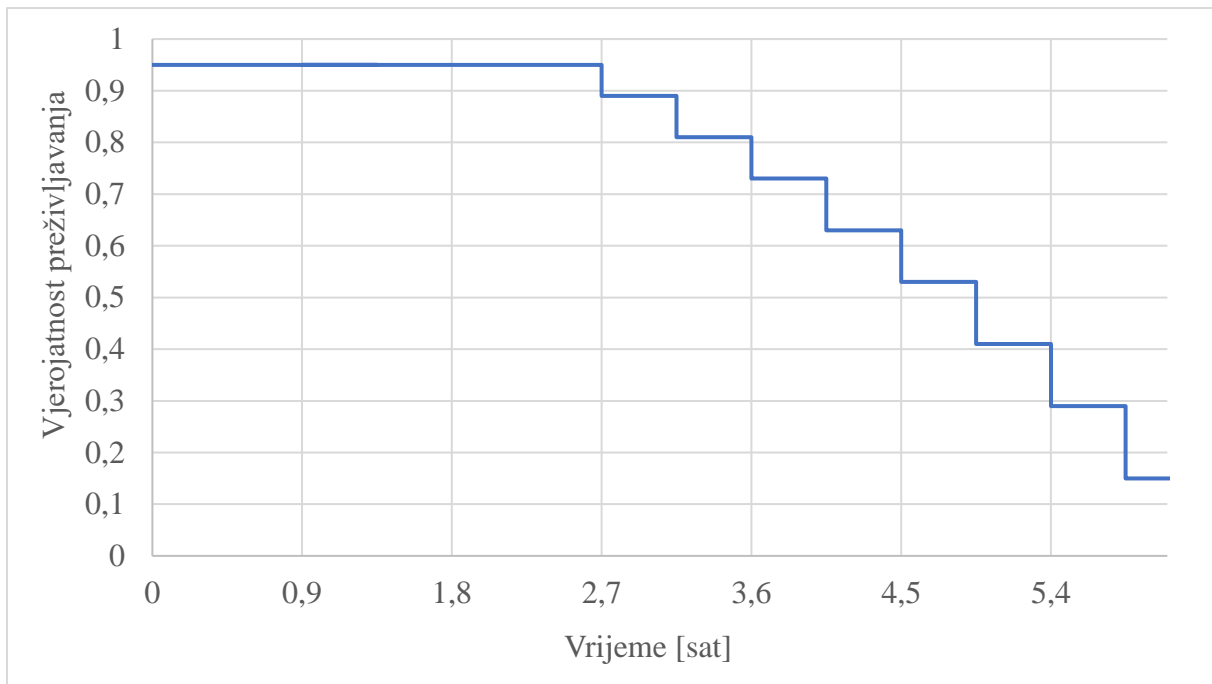
U drugom slučaju se za istu temperaturu mora proračunava vjerojatnost preživljavanja za posadu aviona obučenu u suho odijelo, koje je promoćilo jednu litru mora. Početna vjerojatnost preživljavanja je 95 %, ali nema inicijalnog smanjenja vjerojatnosti preživljavanja uslijed šoka. Pretpostavlja se da će suho odijelo promoćiti u prvih 30 minuta, ali će održati svoja svojstva dovoljno dugo da spriječi nastanak šoka uslijed uranjanja u hladno more. Zbog toga je vjerojatnost preživljavanja 95 % u vremenskom periodu od  $t = 0$  do  $t = 1,5$  sati. Kako se pretpostavljeno vrijeme preživljavanja približava, opet se pretpostavlja da neće preživjeti mali broj pilota koji su loše tjelesne spremnosti i s manjim postotkom tjelesne masti. Za razliku od slučaja kada je posada obučena samo u letački kombinezon, u ovom slučaju vjerojatnost preživljavanja sporije se smanjuje. S prolaskom vremena, tjelesna temperatura se snižava i gubitak motorike sprječava održavanje glave iznad vode te dolazi do utapanja. Što više vremena

prođe, tjelesna temperatura je niža i vjerojatnost da će se pilot utopiti brže raste. Rezultati su prikazani na grafikonu 11.



Grafikon 11. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 10 °C

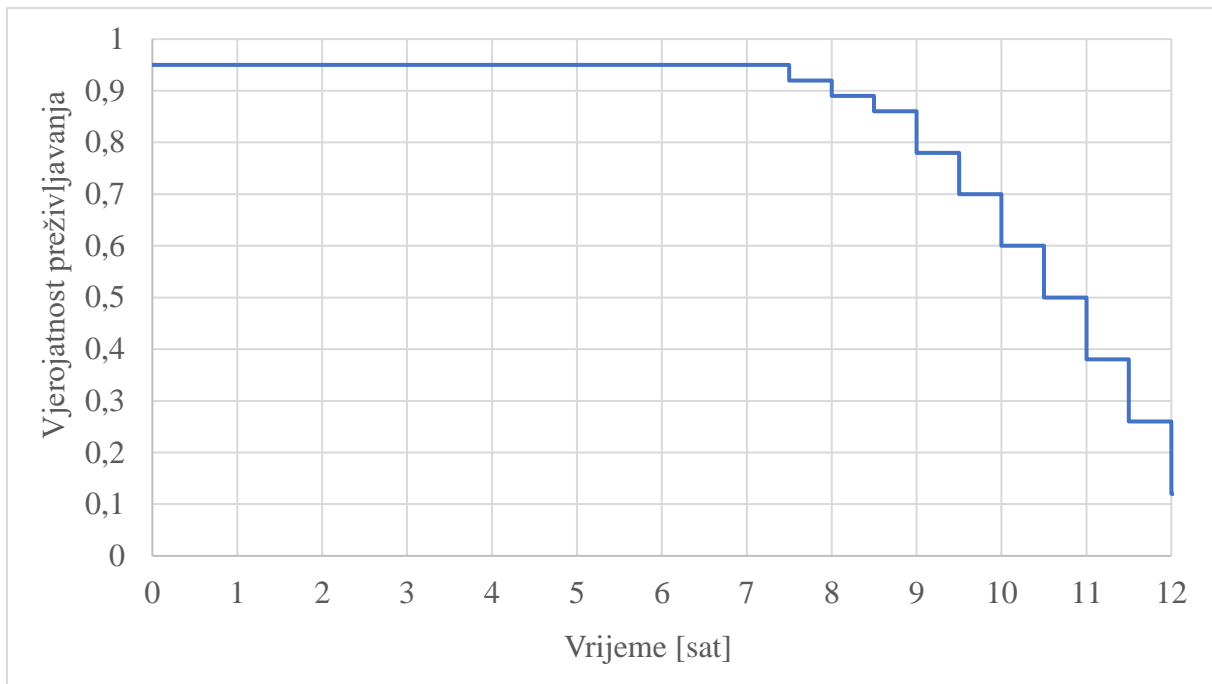
U trećem slučaju proračunata je vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo koje nije promoćilo. Temperatura mora je stalna 10 °C i pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za tu temperaturu je tri sata i pet minuta. Početna vrijednost vjerojatnosti preživljavanja je 95 % i utjecaj šoka je zanemariv. Rezultat je vjerojatnost preživljavanja 95 % u vremenu od  $t = 0$  do  $t = 2,7$  sati. Na grafikonu 12. prikazana je ovisnost vjerojatnosti preživljavanja o proteklom vremenu. U vremenu od  $t = 2,7$  do  $t = 3,15$  sati, vjerojatnost je 89 % da će posada aviona preživjeti. Pretpostavljeno je da će se u tom periodu utopiti piloti koji imaju mali postotak tjelesne masti i koji su u lošoj tjelesnoj spremi. Suho odijelo održava odjeću ispod njega suhom, a ona onda ima puno bolja termoizolacijska svojstva. Zbog toga je gubitak topline je manji pa u jednakim vremenskim intervalima posada aviona koja ima suho odijelo gubi puno manje topline od posade aviona obučene samo u letački kombinezon. Brzina smanjenja vjerojatnosti preživljavanja je zato puno manja. Za razliku od slučaja kada je posada obučena u letački kombinezon, u ovom slučaju vjerojatnost preživljavanja dosegne 50 % tek 1,3 sati nakon pretpostavljenog vremena preživljavanja.



Grafikon 12. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 10 °C

U zadnjem, četvrtom slučaju, proračunata je vjerojatnost preživljavanja posade aviona koje se nalazi u splavu za spašavanje i obučena je samo u letački kombinezon. Temperatura mora je 10 °C, a valovitost i vjetar ne utječu na vjerojatnost preživljavanja. U ovom slučaju je teško procijeniti hoće li šok uslijed uranjanja u hladno more nastupiti ili ne. Ako se posada u kratkom vremenu, unutar jedne minute, uspješno popne u splav za spašavanje sa dovoljnom sigurnošću se može zanemariti šok. Za potrebe proračuna, smatra se da je posada uspješno odradila navedeno. Vjerojatnost preživljavanja u vremenskom periodu od  $t = 0$  do  $t = 7,5$  sati iznosi 95 %. Kada je posada smještena u splavu za spašavanje ne postoji opasnost od utapanja pa vjerojatnost preživljavanja ima najsporiji gradijent smanjenja. Kao i u prijašnjim slučajevima, piloti koji su u lošijoj tjelesnoj spremi i koji imaju malen postotak tjelesne masti prije će doseći tjelesnu temperaturu koja predstavlja opasnost od smrti. Prolaskom vremena vjerojatnost preživljavanja se sve brže smanjuje jer je tjelesna temperatura niža i tijelo gubi mogućnost održavanja temperature tresavicom. Uslijed toga, dolazi do veće vjerojatnosti za zaustavljanje rada srca ili drugih zdravstvenih komplikacija koje mogu uzrokovati smrt.





Grafikon 13. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona koja se nalazi u splavu za spašavanje

U ova četiri slučajeva prikazan je način i logika iza proračuna vjerojatnosti preživljavanja koristeći Kaplan-Meierovu jednadžbu (6). Rezultati su vjerojatnosti preživljavanja ovisno o vremenu. Na isti način odrađeni su proračuni za više uvjeta, a rezultati su prikazani grafički u priložima 1. do 10. Koristeći te rezultate mogu se izračunavati vjerojatnosti preživljavanja posade aviona ovisno o njihovoj lokaciji i stanju pripravnosti službe traganja i spašavanja. Procijenjene mogućnosti preživljavanja uspoređene su s vjerojatnošću preživljavanja za iste uvjete. Zaključeno je da je moguće preživljavanje posade aviona koja je obučena u suho odijelo i nalazi se unutar područja označenog na slici 6.1. Vjerojatnost preživljavanja te posade je 89 %, očitano s grafikona 12. za vrijeme 2 sata i 56 minuta. Procijenjeno je da nije moguće preživljavanje posade koja se nalazi u moru osim za prije navedeni uvjet. U slučaju da je posada aviona obučena u suho odijelo i nalazi se unutar područja označenog na slici 6.2. vjerojatnost preživljavanja iznosi 81%, a ako je unutar područja označenog na slici 6.3. vjerojatnost iznosi 73 %. Zbog konzervativnosti procjene mogućnosti preživljavanja pretpostavljeno je da nije moguće da će posada preživjeti, ali koristeći podatke o vjerojatnosti preživljavanja dolazi se do suprotnog zaključka. Vjerojatno je da će posada aviona preživjeti ako je obučena u suho odijelo, neovisno o području unutar kojeg se nalazi. Vjerojatnosti preživljavanja posade aviona koja je obučena u letački kombinezon iznosi 0 %, neovisno o području unutar kojeg se posada nalazi. Ako je posada prinudno napustila avion iznad područja označenog na slici 6.1. i obučena je u promočeno suho odijelo vjerojatnost

preživljavanja iznosi 53 %, a ako se nalazi unutar područja označenog na slici 6.2. vjerojatnost iznosi 29 %. Podatci su očitani s grafikona 11. za vrijeme 2 sata i 56 minute, te 3 sata i 26 minuta u drugom slučaju. Zbog lakše usporedbe procjena mogućnosti preživljavanja i vjerojatnost preživljavanja prikazani su u tablici 11. Procijenjeno je da posada aviona koja se nalazi u splavu za spašavanje može preživjeti, što je u skladu i s vjerojatnošću preživljavanja koja iznosi 95 %.

Tablica 11. Usporedba procijenjene mogućnosti preživljavanja s vjerojatnošću preživljavanja

Oprema	Mogućnost preživljavanja			Vjerojatnost preživljavanja		
	Područje 6.1.	Područje 6.2.	Područje 6.3.	Područje 6.1.	Područje 6.2.	Područje 6.3.
Letački kombinezon	NE	NE	NE	0 %	0 %	0 %
Promočeno suho odijelo	NE	NE	NE	53 %	29 %	1 %
Suho odijelo	DA	NE	NE	89 %	81 %	73 %
Splav	DA	DA	DA	95 %	95 %	95 %
Splav i suho odijelo	DA	DA	DA	95 %	95 %	95 %

Ovi podatci vrijede za vrijeme radnog vremena u uvjetima bez vjetra. Izvan radnog vremena vjerojatnost preživljavanja posade aviona koja je obučena u letački kombinezon ili u promočeno suho odijelo iznosi 0 %. Posadi koja ima obučeno suho odijelo vjerojatnost preživljavanja unutar područja prikazanog na slici 6.1. iznosi 63 %, unutar područja sa slike 6.2. 41 %, a za ostalo područje 29 %. Ako je posada unutar splava za spašavanje vjerojatnost preživljavanja iznosi 95 %. U slučaju da puše vjetar jači od 2 bofora vjerojatnost preživljavanja posade aviona, koja je obučena u letački kombinezon ili promočeno suho odijelo, iznosi 0 %. Ako je posada obučena u suho odijelo vjerojatnost preživljavanja iznosi 0 % za vjetar jači od 5 bofora. Za vjetar jačine od 2 do 4 bofora, vjerojatnost preživljavanja iznosi 61 % unutar područja sa slike 6.1., 29 % za područje označeno na slici 6.2. i 0 % ako je posada izvan tih područja.

## 7. ZAKLJUČAK

Klima na području Jadranskog mora, zbog svojih blagih zima, povoljna je za vrijeme preživljavanja posade u moru. Najznačajniji čimbenik je prosječna temperatura mora, koja se kreće između 10 i 25 °C. Dodatnu opasnost za preživljavanje u moru čine valovi koji otežavaju pretraživanje i skraćuju vrijeme preživljavanja. Posebnost Jadranskog mora je ta što pri manjim jačinama vjetra nastaju strmiji valovi koji se lome i smanjuju vidljivost te otežavaju disanje zbog pojave morskog dima.

Traganja i spašavanje na moru u Republici Hrvatskoj organizirano je u skladu s međunarodnim propisima. U slučaju traganja za vojnih zrakoplovom, operaciju provode snage Hrvatskog ratnog zrakoplovstva i Hrvatske ratne mornarice, koje su namijenjene za tu zadaću. Iako su detaljno obrađene procedure vezane uz traganja i spašavanje aviona Pilatus PC-9M, proračuni provedeni u ovom radu mogu se primjenjivati za sve posade aviona koje su opremljene navedenom odjećom i opremom.

U slučaju prinudnog napuštanja aviona iznad mora, posada će biti izložena šoku uslijed uranjanja u hladno more, hipotermiji, dehidraciji, umoru i mogućim ozljedama. Tijekom zimskih mjeseci, hipotermija je glavna opasnost kod preživljavanja čovjeka u moru, a brzina nastupanja ovisi o mnogobrojnih fiziološkim i vanjskim čimbenicima. Održavanje dobre tjelesne aktivnosti, poznavanje pravilnih procedura i oblačenje za uvjete u moru, a ne u kabini, posadi aviona može značajno produžiti vrijeme preživljavanja u moru.

Procjena mogućnosti preživljavanja posade aviona kompleksan je zadatak koji zahtjeva poznavanje velikog broja varijabli. Kada su svi podaci poznati, moguće je pretpostaviti hoće li posada aviona preživjeti ili ne. Za vrijeme najhladnijih mjeseci, moguće je da će posadu na vrijeme pronaći služba traganja i spašavanja, ako je posada adekvatno obučena i opremljena. U slučaju da posada nema suho odijelo ili ono promoči, nije moguće da će preživjeti dovoljno dugo da budu spašeni od strane službe traganja i spašavanja. Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade rađen je pomoću Kaplan-Meierove formule. Vjerojatnost preživljavanja većinom je konstantna do pretpostavljenog vremena za preživljavanje, nakon čega se smanjuje sve više kako vrijeme prolazi. Usporedbom procijenjene mogućnosti i vjerojatnosti preživljavanja dolazi se do zaključka da procjena donosi konzervativne rezultate, pogotovo u slučaju kada je vrijeme do spašavanja slično pretpostavljenom vremenu preživljavanja.

## BIBLIOGRAFIJA

- [1] L. Parlob, »Poziv u koji se ide srcem,« *Hrvatski vojnik*, br. 266, pp. 12-15, 2009.
- [2] »Zakon o Obalnoj straži Republike Hrvatske,« *Narodne novine*, br. 125/19, 2019.
- [3] G. Grgić, ANALIZA MOGUĆNOSTI UPORABE ESKADRILE AVIONA ZA IZVIĐANJE, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2016.
- [4] [Mrežno]. Available: <https://obris.org/wp-content/uploads/2020/12/ribolovno-more-RH.gif>. [Pokušaj pristupa 11. ožujka 2021.].
- [5] L. Eleršek, Priručnik za tehničku obuku za avion Pilatus PC-9M, Zagreb: Hrvatsko ratno zrakoplovstvo i protuzračna obrana, 2017.
- [6] [Mrežno]. Available: <https://martin-baker.com/wp-content/uploads/2017/05/eject11.jpg>. [Pokušaj pristupa 11. ožujka 2021.].
- [7] Pilatus aircraft LTD., PC-9 Aircraft Flight Manual, Stans: Pilatus Aircraft LTD:, 1998.
- [8] [Mrežno]. Available: <https://www.secumar.com/wp-content/uploads/2016/01/KSA-Contra-110-LW-01.jpg>. [Pokušaj pristupa 11. ožujka 2021.].
- [9] [Mrežno]. Available: <https://www.irvingq.com/wp-content/uploads/2017/11/PSP-pack.jpg>. [Pokušaj pristupa 11. ožujka 2021.].
- [10] [Mrežno]. Available: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Klima>. [Pokušaj pristupa 11. ožujka 2021.].
- [11] [Mrežno]. Available: [https://meteo.hr/klima.php?section=klima\\_hrvatska&param=k1](https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hrvatska&param=k1). [Pokušaj pristupa 12. ožujka 2021.].
- [12] »Vrijeme i klima Hrvatskog Jadrana,« [Mrežno]. Available: <http://jadran.gfz.hr/temperatura.html>. [Pokušaj pristupa 12. ožujka 2021.].
- [13] Pomorski fakultet u Rijeci, Prometno-plovidbena studija - plovno područje Split, Ploče i Dubrovnik, Rijeka: Sveučilište u Rijeci, 2014.
- [14] A. B. Višnja Vučetić, Klimatski atlas Hrvatske, Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod, 2008.

- [15] [Mrežno]. Available: [https://3.bp.blogspot.com/-8jN7TANxhCM/TwnCihL7\\_cI/AAAAAAAAADss/mJDZtjZNH3Y/s1600/Bura+6%255B1%255D.JPG](https://3.bp.blogspot.com/-8jN7TANxhCM/TwnCihL7_cI/AAAAAAAAADss/mJDZtjZNH3Y/s1600/Bura+6%255B1%255D.JPG). [Pokušaj pristupa 12. ožujka 2021.].
- [16] M. Bender, Morske struje Jadrana, Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku, 2018.
- [17] [Mrežno]. Available: [http://skola.gfz.hr/slike/d6\\_8\\_slika1.gif](http://skola.gfz.hr/slike/d6_8_slika1.gif). [Pokušaj pristupa 14. ožujka 2021.].
- [18] [Mrežno]. Available: <data:image/jpeg;base64,iVBORw0KGgoAAAANSUgAAA6sAAAJvCAIAAAASjtDEAAAgAEIEQVR4AeydLXgkR7K1e79HQGCAgIGAgYCBwAIBAwEDgQUCBgIGAgGLBiwYMAFAxYMMBhwgcEFAxYMWDBgwQCDAQYCBgIGAgYCBgIGAgYCBgIC35sVrVAo66frr/9PjZ6erMjIyMiT1d2noiOz/nL/cD/RIQSEgBAQakJACAgBISAEtgaBna0Z>. [Pokušaj pristupa 13. ožujka 2021.].
- [19] E. J. Branka Milošević Pujo, »Traganje i spašavanje na moru,« Naše more, Dubrovnik, 2006..
- [20] [Mrežno]. Available: <https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/2008/mrccustroj.pdf>. [Pokušaj pristupa 15. ožujka 2021.].
- [21] [Mrežno]. Available: [https://vojnipilot.hr/wp-content/uploads/2019/12/dsc\\_1198.jpg](https://vojnipilot.hr/wp-content/uploads/2019/12/dsc_1198.jpg). [Pokušaj pristupa 15. ožujka 2021.].
- [22] [Mrežno]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mil\\_Mi-8](https://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-8). [Pokušaj pristupa 15. ožujka 2021.].
- [23] [Mrežno]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mil\\_Mi-17](https://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-17). [Pokušaj pristupa 15. ožujka 2021.].
- [24] [Mrežno]. Available: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Obalna\\_stra%C5%BEa\\_Republike\\_Hrvatske#Obalna\\_stra%C5%BEa\\_RH\\_u\\_sustavu\\_obrene](https://hr.wikipedia.org/wiki/Obalna_stra%C5%BEa_Republike_Hrvatske#Obalna_stra%C5%BEa_RH_u_sustavu_obrene). [Pokušaj pristupa 15. ožujka 2021.].
- [25] [Mrežno]. Available: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Creeping\\_line\\_Search.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Creeping_line_Search.jpg). [Pokušaj pristupa 16. ožujka 2021.].
- [26] [Mrežno]. Available: <https://slideplayer.com/slide/3909655/13/images/15/EXPANDING+SQUARE+SEARCH+%28SS%29.jpg>. [Pokušaj pristupa 16. ožujka 2021.].

- [27] [Mrežno]. Available: <https://marinegyaan.com/wp-content/uploads/2016/05/six4.jpg>. [Pokušaj pristupa 16. ožujka 2021.].
- [28] S. Joković, Organizacija letačke obuke u pilotskoj školi, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [29] [Mrežno]. Available: [https://live.staticflickr.com/7014/6725761621\\_585befe8b7\\_b.jpg](https://live.staticflickr.com/7014/6725761621_585befe8b7_b.jpg). [Pokušaj pristupa 17. ožujka 2021.].
- [30] B. Grozdanić, Taktička navigacija II. dio, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2002.
- [31] F. Ashcroft, Life at the Extremes, Los Angeles: University of California, 2002.
- [32] E. E. Turk, »Hypothermia,« Springer Science+Business Media, Berlin, 2010.
- [33] [Mrežno]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypothermia>. [Pokušaj pristupa 18. ožujka 2021.].
- [34] M. E. S. D. H. Robertson, Review of probable survival times for immersion in the north sea, Sheffield: Health and Safety Executive, 1996.
- [35] J. S. Hayward, Thermal Balance and Survival Time Prediction of Man in Cold Water, Toronto: Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 1975.
- [36] R. W. G. R. White, Cold Water Survival Suits for Aircrew, New Jersey: Aviation Space and Environmental Medicine, 1979.
- [37] [Mrežno]. Available: <https://hrvatski-vojnici.hr/wp-content/uploads/2019/08/585-ljetnikamp-3.jpg>. [Pokušaj pristupa 23. ožujka 2021.].
- [38] [Mrežno]. Available: <https://www.maritimenz.govt.nz/images/recreational/lifejackets/help.png>. [Pokušaj pristupa 23. ožujka 2021.].
- [39] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION; INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL AERONAUTICAL AND MARITIME, Montreal: ICAO; IMO, 2016.
- [40] [Mrežno]. Available: <https://zvjezdarnica.hr/znanost/izlazak-i-zalazak-sunca-u-zagrebu/>. [Pokušaj pristupa 25. ožujka 2021.].

## POPIS SLIKA

Slika 2.1. Područje nadzora i zaštite Obalne straže Republike Hrvatske, [4] .....	4
Slika 2.2. Izbacivo sjedište Martin-Baker MK11, [6] .....	5
Slika 2.3. Suho odijelo contra 110 LW, [8] .....	7
Slika 2.4. Osobni paket za preživljavanje, [9].....	8
Slika 3.1. Morski dim usred jake bure na moru, [15].....	11
Slika 3.2 Prikaz prevladavajućih morskih struja Jadrana, [17] .....	12
Slika 3.3. Ruža vjetrova Zračne luke Zadar, [18] .....	14
Slika 4.1. Ustroj službe traganja i spašavanja na moru Republike Hrvatske, [20] .....	15
Slika 4.2. Helikopter MIL Mi-171sh i helikopter MIL Mi-8 prilikom izvođena vježbe, [21].	16
Slika 4.3. Dolet helikoptera MIL Mi-8 iz letjelišta Lučko .....	18
Slika 4.4. Dolet helikoptera MIL Mi-171sh iz letjelišta Divulje .....	19
Slika 4.5. Doplov brodova Obalne straže Republike Hrvatske .....	21
Slika 4.6. Metoda pretraživanja paralelnim kursevima, [25] .....	22
Slika 4.7. Metoda pretraživanja proširivanje kvadrata, [26] .....	23
Slika 4.8. Metoda pretraživanja jednim preletom s povratkom, [27].....	24
Slika 4.9. Metoda pretraživanja jednim preletom bez povratka, [27] .....	25
Slika 4.10. Brod u magli, [29] .....	26
Slika 5.1. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u veljači.....	35
Slika 5.2. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u travnju .....	36
Slika 5.3. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja u Jadranskom moru u svibnju.....	36
Slika 5.4. Splav za spašavanje, [37] .....	40
Slika 5.5. "HELP" položaj, [38] .....	42
Slika 6.1. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 30 minuta .....	44
Slika 6.2. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 45 minuta .....	45
Slika 6.3. Pokrivenost službe traganja i spašavanja, 60 minuta .....	46

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Potrebna visina za sigurno korištenje izbacivog sjedišta pri brzini leta 100 čvorova, [7] .....	6
Grafikon 2. Potrebna visina za sigurno korištenje izbacivog sjedišta pri brzini leta 250 čvorova, [7] .....	6
Grafikon 3. Srednje mjesečne temperature zraka na postajama duž Jadrana, [12] .....	9
Grafikon 4. Srednje mjesečne temperature Jadranskog mora izmjerene na sedam postaja, [12] .....	10
Grafikon 5. Učestalost grmljavinskih oluja iznad Zračne luke Zadar.....	14
Grafikon 6. Određivanje kose daljine vidljivosti .....	26
Grafikon 7. Udaljenost mjesta pada aviona od posade ovisno o visini prinudnog napuštanja aviona .....	29
Grafikon 8. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja ovisno o temperaturi mora za odjeću različite razine termoizolacije .....	38
Grafikon 9. Brzina plovidbe splava za spašavanje, [39] .....	47
Grafikon 10. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 10 °C .....	54
Grafikon 11. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 10 °C .....	55
Grafikon 12. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 10 °C .....	56
Grafikon 13. Vjerojatnost preživljavanja posade aviona koja se nalazi u splavu za spašavanje .....	57



## POPIS TABLICA

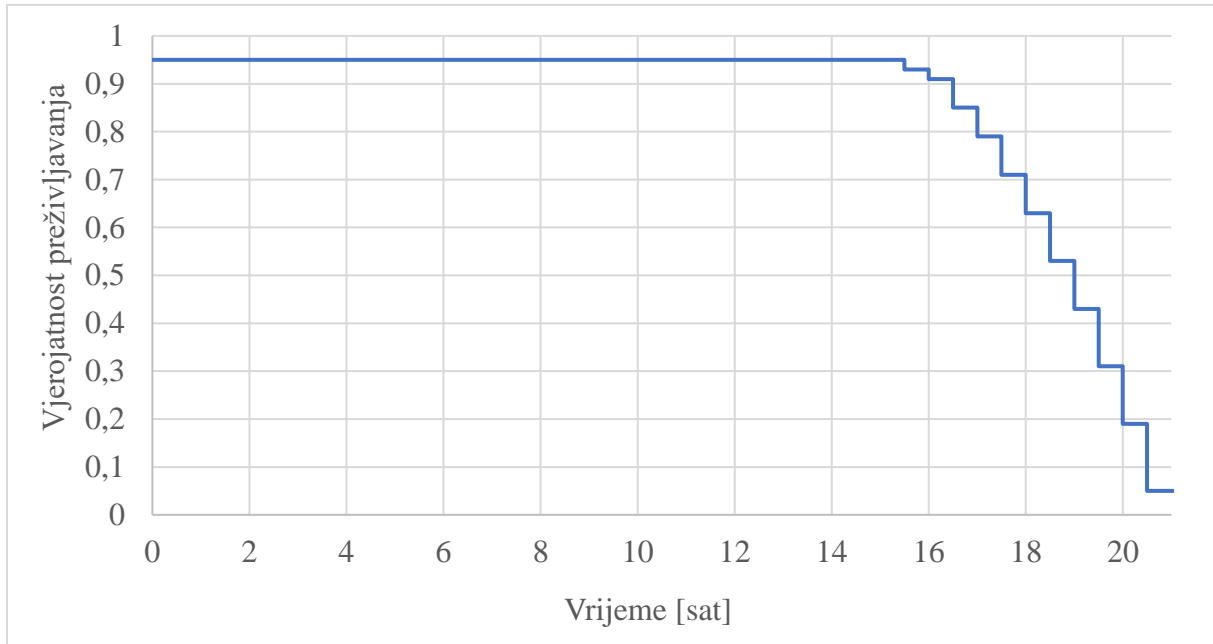
Tablica 1. Beaufortova ljestvica.....	13
Tablica 2. Karakteristike brodova iz sastava Obalne straže Republike Hrvatske .....	20
Tablica 3. Klasifikacija hipotermije .....	31
Tablica 4. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja čovjeka ovisno o temperaturi mora .....	34
Tablica 5. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za različitu vrstu odjeće ovisno o snazi vjetra.....	39
Tablica 6. Nekorigirana efektivna širina pojasa pretraživanja u nautičkim miljama.....	48
Tablica 7. Faktor utjecaja vjetra i valova na efektivnu širinu pojasa pretraživanja .....	49
Tablica 8. Vrijeme potrebno za pretraživanje područja radijus $r$ .....	49
Tablica 9. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za temperaturu mora 10 °C.....	50
Tablica 10. Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja za temperaturu mora 10 °C ovisno o jačini vjetra.....	51
Tablica 11. Usporedba procijenjene mogućnosti preživljavanja s vjerojatnošću preživljavanja .....	58

## POPIS JEDNADŽBI

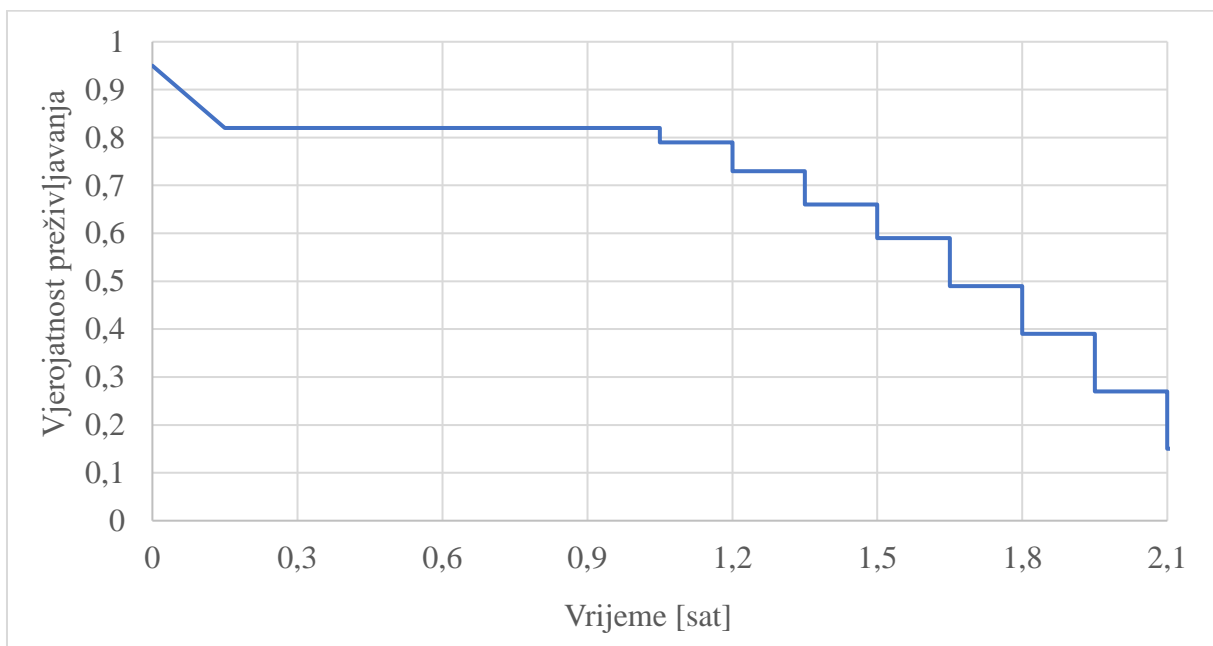
(1) Udaljenost mjesta pada aviona od posade .....	28
(2) Pretpostavljeno vrijeme preživljavanja .....	33
(3) Udaljenost koju splav prijeđe do dolaska helikoptera traganja i spašavanja.....	48
(4) Korigirana efektivna širina pojasa pretraživanja .....	48
(5) Vrijeme potrebno za pretraživanje .....	49
(6) Kaplan-Meierova jednadžba.....	53

## PRILOZI

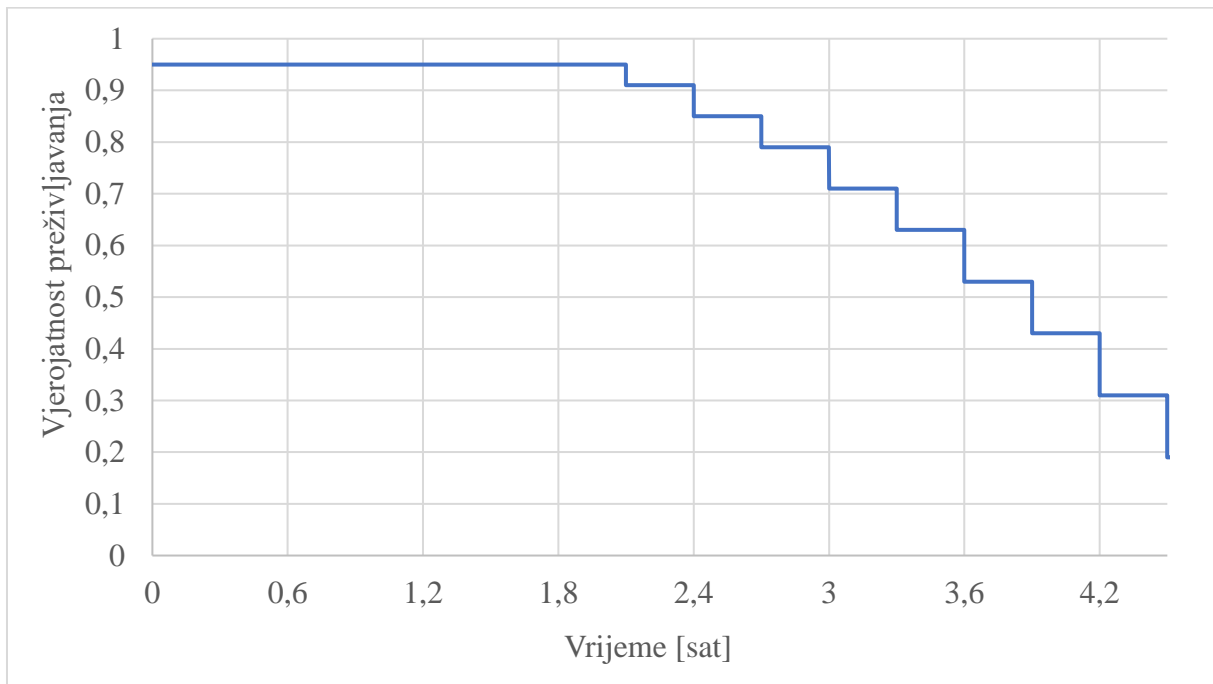
**Prilog 1.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona u splavu za spašavanje opremljena sa suhim odijelom pri temperaturi mora 10 °C



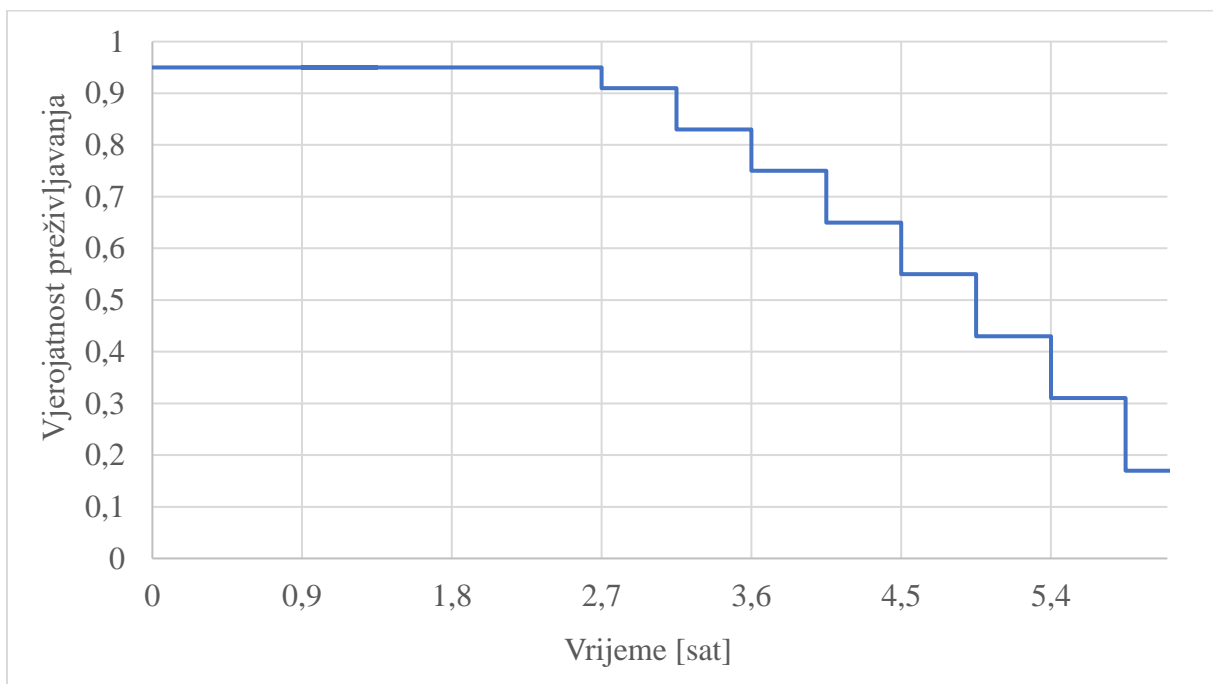
**Prilog 2.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 15 °C



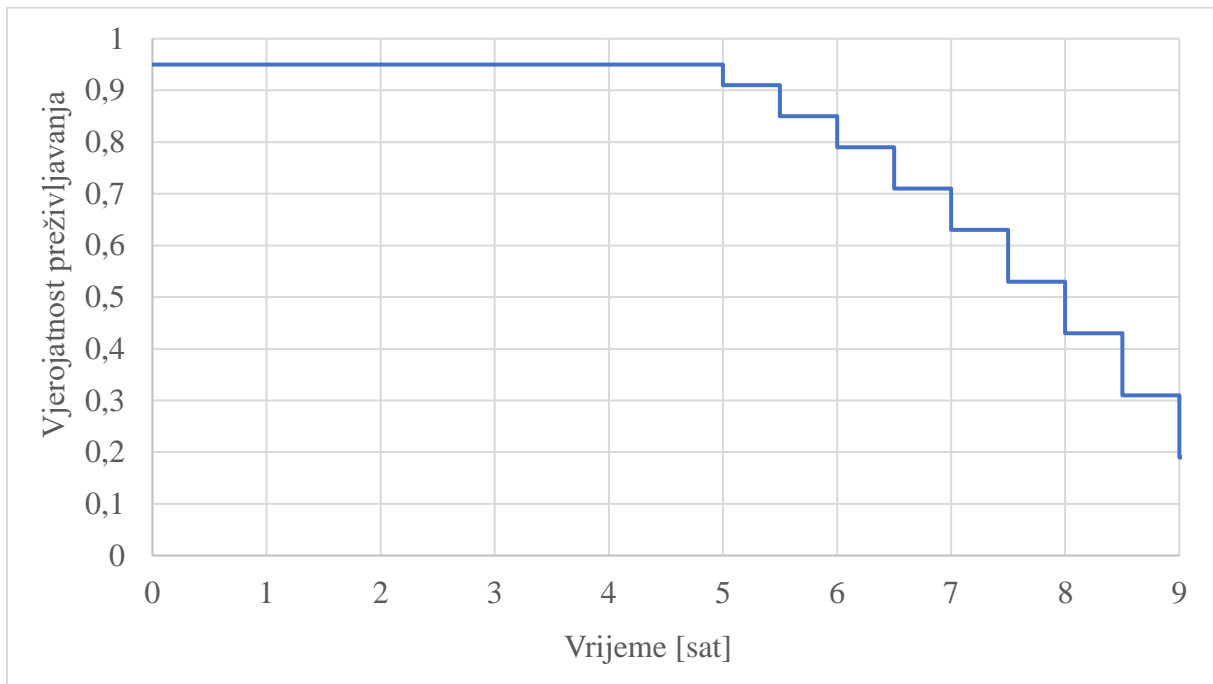
**Prilog 3.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u mirnom moru temperature 20 °C



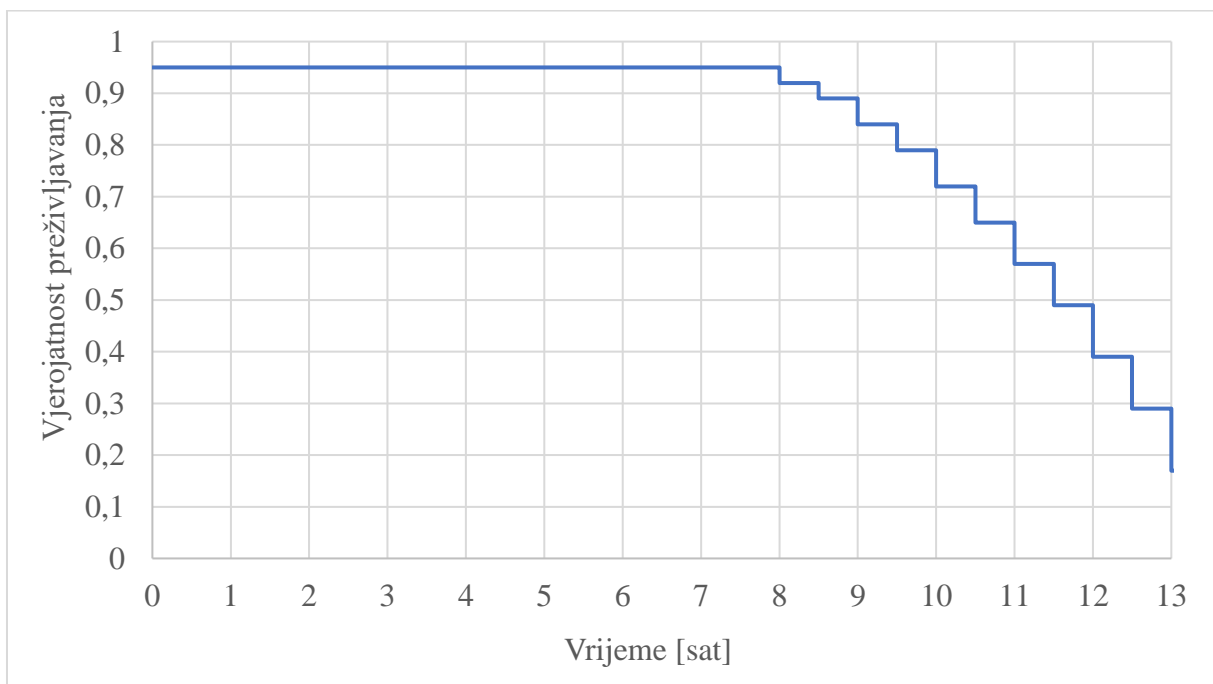
**Prilog 4.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 15 °C



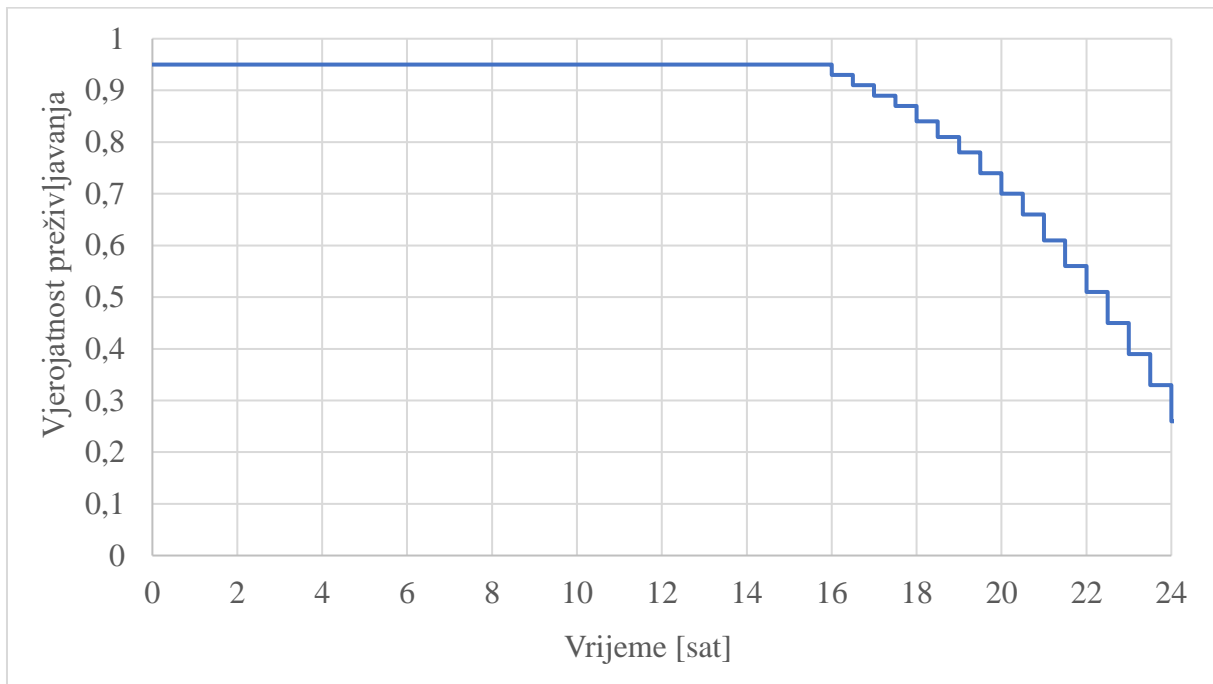
**Prilog 5.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u mirnom moru temperature 20 °C



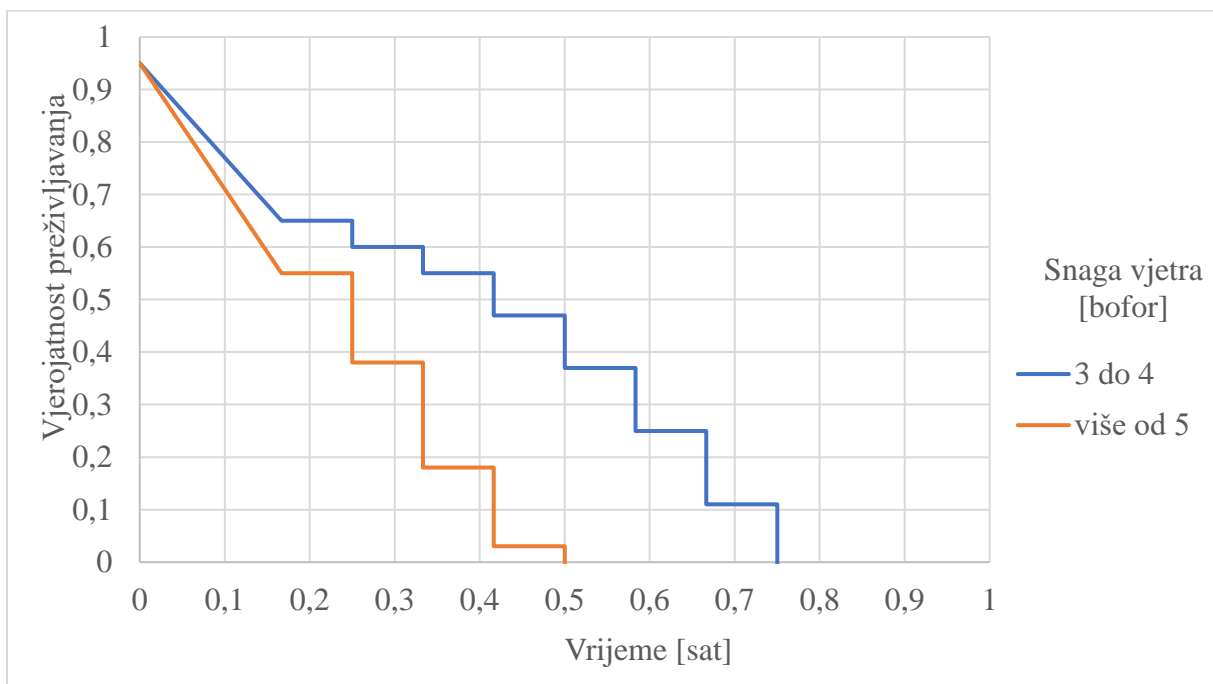
**Prilog 6.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 15 °C



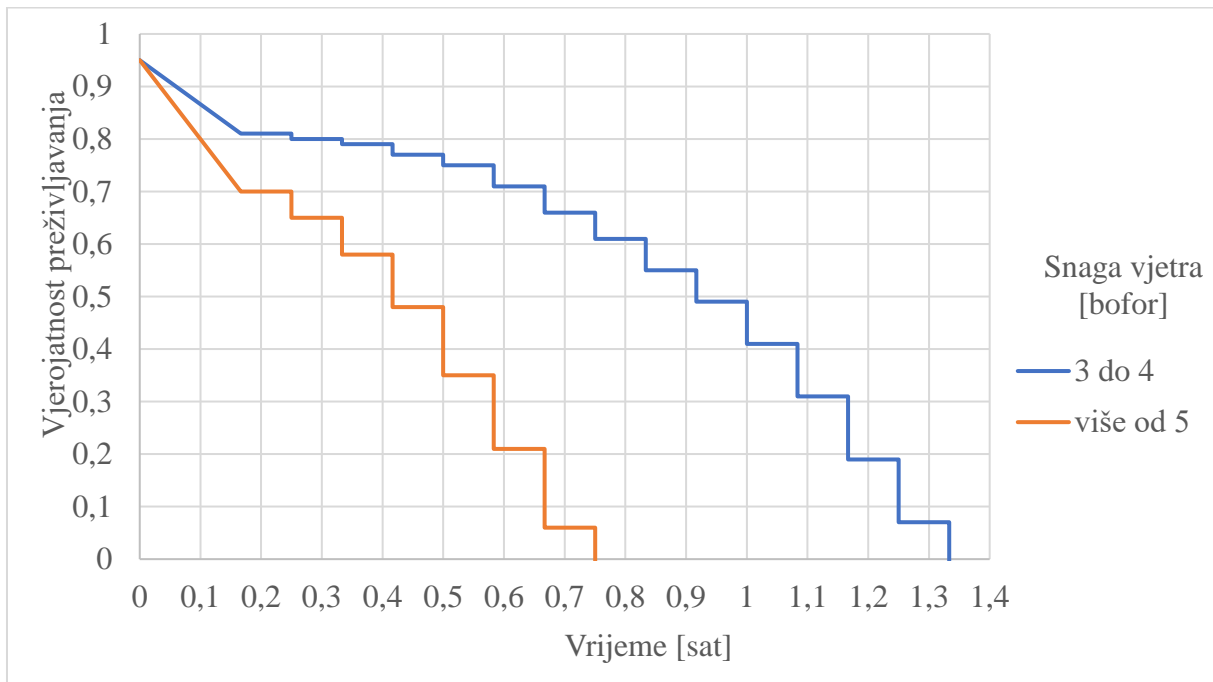
**Prilog 7.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u mirnom moru temperature 20 °C



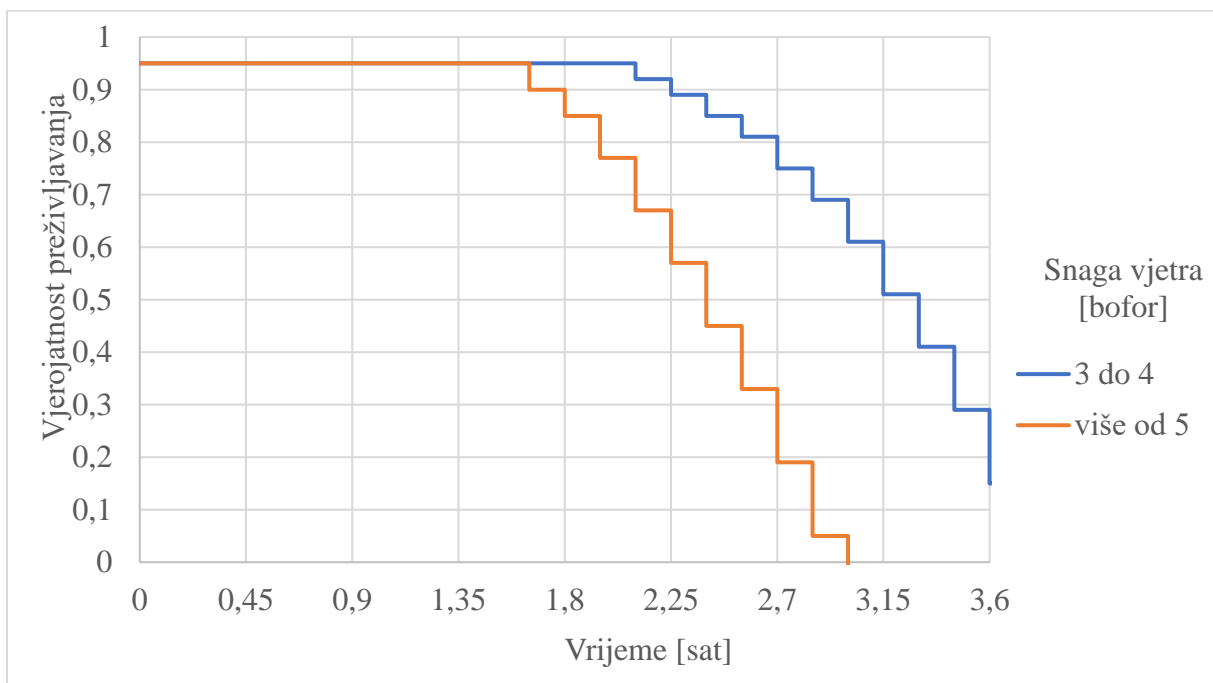
**Prilog 8.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u letački kombinezon u valovitom moru temperature 10 °C



**Prilog 9.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u promočeno suho odijelo u valovitom moru temperature 10 °C



**Prilog 10.** Vjerojatnost preživljavanja posade aviona obučene u suho odijelo u valovitom moru temperature 10 °C





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

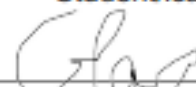
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada pod naslovom **Proračun vjerojatnosti preživljavanja posade u slučaju prinudnog napuštanja zrakoplova iznad mora**

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

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 14.4.2021.

Student/ica:

  
\_\_\_\_\_  
(potpis)