

# Procjena troškova održavanja helikoptera Airbus H135

---

**Marinčić, Mate**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:276527>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**PROCJENA TROŠKOVA ODRŽAVANJA HELIKOPTERA AIRBUS  
H135**

**MAINTANANCE COST ESTIMATION OF AIRBUS H135  
HELICOPTER**

Mentor: Izv. Prof. Anita Domitrović

Student: Mate Marinčić

JMBAG: 0135253811

Zagreb, travnja 2023.

Zagreb, 25. travnja 2023.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**  
Predmet: **Održavanje zrakoplova**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7042

Pristupnik: **Mate Marinčić (0135253811)**  
Studij: **Aeronautika**

Zadatak: **Procjena troškova održavanja helikoptera Airbus H135**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno objasniti tehničko eksploatacijske karakteristike i namjena helikoptera Airbus H135, koji se planira koristiti za potrebe Hitne helikopterska medicinska služba u Hrvatskoj (HHMS). Potrebno je objasniti troškovi životnog vijeka zrakoplova općenito te dati pregled i analizu prikladnih metoda za procjenu troškova održavanja zrakoplova. Na primjeru helikoptera Airbus H135 potrebno je prikazati Izračun troškova održavanja sukladno jednoj od metoda te usporediti podatke s drugim javno dostupnim podacima. Potrebno je prikazati udio troškova održavanja kao udio ukupnih troškova operatera zrakoplova.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

# PROCJENA TROŠKOVA ODRŽAVANJA HELIKOPTERA AIRBUS H135

## SAŽETAK

U Republici Hrvatskoj neophodna je hitna helikopterska medicinska služba koja će primarno obavljati zadaće potrebne Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo. Medicinske letove trenutno obavlja Hrvatska vojska helikopterima MI-171-Sh koji imaju dosta visoke troškove eksploatacije i nisu namijenjeni za izvođenje zadaća medicinskih letova. U ožujku 2023. Ministarstvo zdravstva objavilo je postupak javne nabave helikoptera za hitnu helikoptersku medicinsku službu, HHMS (engl. *helicopter emergency medical service, HEMS*). Prilikom nabavke zrakoplova, operatori su uglavnom usredotočeni na troškove nabavke zanemarujući troškove eksploatacije. U ovom diplomskom radu opisana je upotreba helikoptera Airbus H135 u svrhu izvođenja zadaća hitne helikopterske medicinske službe na temelju zahtjeva uspostavljenih od strane Ministarstva zdravstva u javnom natječaju, izračunati su troškovi održavanja helikoptera Airbus H135.

**KLJUČNE RIJEČI:** hitna helikopterska medicinska služba, troškovi održavanja, metode proračuna troškova

## MAINTANANCE COST ESTIMATION OF AIRBUS H135 HELICOPTER

### SUMMARY

*An helicopter emergency medical service has to be established in the Republic of Croatia, which will primarily perform the necessary tasks for the Croatian Institute for Public Health. Medical flights are currently operated by Croatian Army MI-171-Sh helicopters, which have quite high operating costs and are not intended for medical flight tasks. In March 2023, the Ministry of Health announced the public procurement of HEMS (helicopter emergency medical assistance) helicopters. When purchasing an aircraft, its operators mainly focus is on the cost of purchase, ignoring the operational costs. In this thesis, the use of the Airbus H135 helicopter for HEMS operations is described. Based on the previous criteria established by the Ministry of Health in a public call, the maintenance costs of the Airbus H135 helicopter are calculated.*

**KLJUČNE RIJEČI:** helicopter emergency medical service, maintenance costs, cost calculation methods

## Sadržaj

1. Uvod .....	2
2. Tehničko-eksploatacijske karakteristike i namjena helikoptera Airbus H135.....	4
2.1. Tehničke karakteristike helikoptera Airbus H135 .....	4
2.2. Eksploatacijske karakteristike helikoptera Airbus H135 .....	7
2.3. Namjena helikoptera Airbus H135 .....	7
2.4. Održavanje helikoptera Airbus H135 .....	9
3. Hitna helikopterska medicinska služba u Hrvatskoj (HHMS).....	12
3.1. Značajke i podjela zadaća helikopterske medicinske službe .....	12
3.2. Utjecaj prijevoza helikopterom na smrtnost pacijenata .....	13
3.3. Uvjeti i obilježja poziva javne nabave Ministarstva zdravstva za usluge HHMS .....	15
4. Troškovi životnog vijeka helikoptera .....	22
4.1. Pregled metoda podjele troškova .....	22
4.2. Direktni operativni troškovi.....	24
4.3. Indirektni operativni troškovi .....	25
4.4. Operativni troškovi pri izvršavanju HHMS.....	26
5. Pregled i analiza prikladnih metoda za procjenu troškova održavanja .....	32
5.1. Odabir prikladne metode za procjenu troškova održavanja .....	32
5.2. ATA metoda.....	33
5.3. Metode za proračun održavanja helikoptera .....	41
6. Izračun udjela troškova održavanja helikoptera Airbus H135 u ukupnim operativni troškovima pri eksploataciji za zadaće HHMS .....	47
7. Zaključak.....	53
Bibliografija.....	55
Popis kratica .....	57
Popis slika .....	59
Popis grafikona.....	59
Popis tablica .....	59

## 1. Uvod

Krajem 2022. godine Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske raspisalo je natječaj javne nabave za hitnu helikoptersku medicinsku službu (HHMS) kako bi se prikladnije izvršavale zadaće spašavanja u RH, koje je Hrvatska kao članica EU dužna ispunjavati. Trenutno zadaće hitne helikopterske medicinske službe u Hrvatskoj većim dijelom pokriva Hrvatsko ratno zrakoplovstvo helikopterima MI-171-Sh uz pomoć policije helikopterima Airbus H135. Operativni troškovi helikoptera MI-171-Sh su visoki jer se radi o dvomotornom transportnom helikopteru koji je namijenjen za veće Transporte, sposoban je i za medicinske letove, ali nije u potpunosti konfiguriran za te namjene.

Pregledom sustava hitnih helikopterskih medicinskih službi u svijetu jasno se ističu tri tipa helikoptera koji su najučinkovitiji u izvršavanju medicinskih zadaća, a to su Airbus H135, Airbus H145 i McDonald Douglas MD900.

Airbus H135 je helikopter koji u sastavu Zrakoplovne jedinice specijalne policije Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske izvršava zadaće medicinskih letova. Airbus H135 je znatno jeftiniji od helikoptera Airbus H145. Airbus H145 je znatno moćniji helikopter i bolje opremljen za zadaće hitne helikopterske medicinske službe, ali su i operativni troškovi znatno veći.

Za ovaj projekt Ministarstvo zdravstva osiguralo je izvođaču projekta novčana sredstva u iznosu od 63 000 000 eura. U operaterovom je interesu da izabere najbolji sustava za izvođenje projekta, a jedan od najbitnijih dijelova je svakako izbor tipa helikoptera. Osim cijene nabavke helikoptera, operator bi trebao razmišljati i procijeniti operativne troškove koji uključuju i troškove održavanja.

Zadatak diplomskog rada je prikaz eksploatacije helikoptera Airbus H135 u svrhu izvođenja zadaće hitne helikopterske medicinske službe u Republici Hrvatskoj ispunjavajući potrebe Ministarstva zdravstva te definiranje i analiza troškova održavanja i eksploatacije u tim uvjetima.

Prikazati će se i metode izračuna troškova te će se za helikopter Airbus H135 izračunati troškovi eksploatacije i održavanja.

Rad sadrži sedam cjelina, a to su:

1. Uvod
2. Tehničko-eksploatacijske karakteristike i namjena helikoptera Airbus H135
3. Hitna helikopterska medicinska služba u Hrvatskoj (HHMS)
4. Troškovi životnog vijeka zrakoplova
5. Pregled i analiza prikladnih metoda za procjenu troškova održavanja
6. Izračun troškova održavanja helikoptera Airbus H135
7. Zaključak

U uvodu je opisana tema diplomskog rada i razrađena je njegova struktura.

U drugom poglavlju predstavljen je helikopter Airbus H135, opisane su njegove karakteristike i sposobnosti te njegovo djelovanje pri izvršavanju zadaća hitne helikopterske medicinske službe.

U trećem poglavlju iznesen je problem ustroja hitne helikopterske medicinske službe u Republici Hrvatskoj i analizirana je organizacija sustava hitne helikopterske medicinske službe te operaterov izbor helikoptera koji će biti odabran u svrhu izvođenja projekta.

Četvrto poglavlje govori o svim segmentima troškova životnog vijeka zrakoplova, detaljno su analizirani i objašnjeni svi troškovi kroz životni vijek zrakoplova uključujući i troškove eksploatacije i održavanja koji čine najveći dio troškova. Definiran je i fenomen „ledenog brijega“ te podjela troškova na direktne i indirektne.

Peto poglavlje sadrži objašnjene metode za procjenu direktnih operativnih troškova.

U šestom poglavlju proračunati su direktni operativni troškovi helikoptera Airbus H135 pri eksploataciji koju Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske zahtjeva od izvođača projekta.

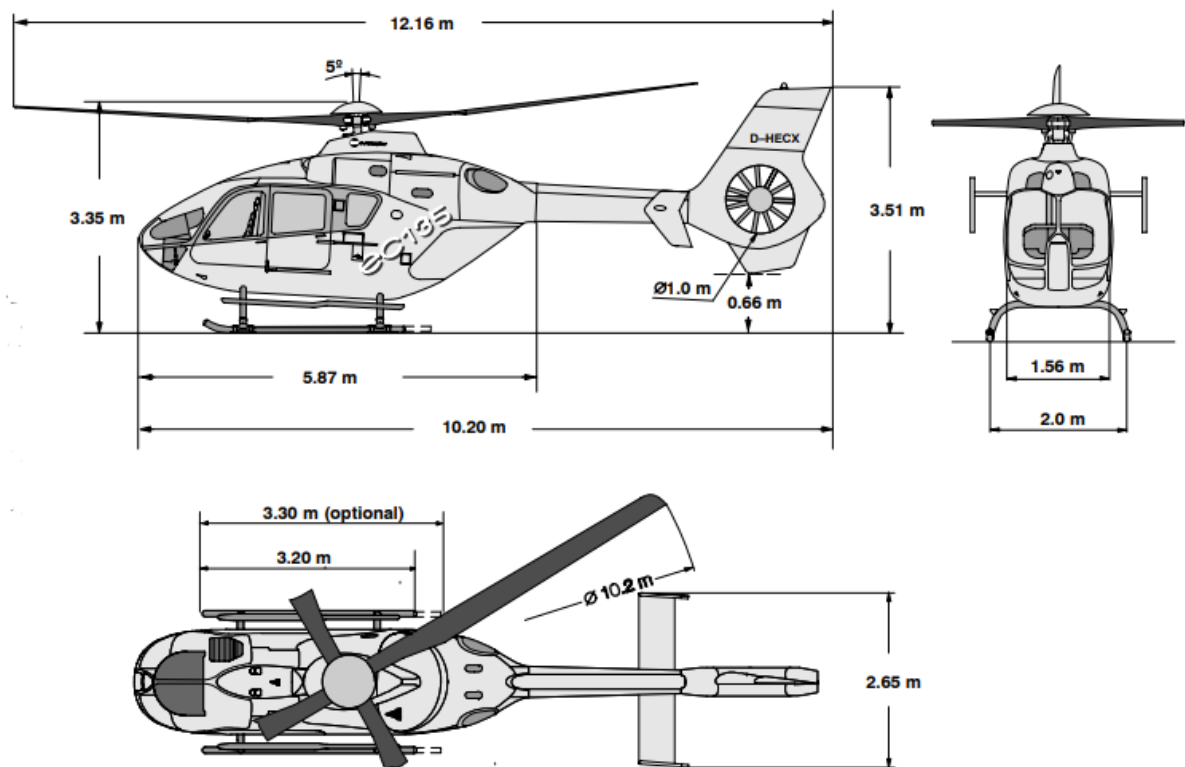
U zaključnom poglavlju su doneseni konkretni zaključci o troškovima održavanja i izboru helikoptera Airbus H135 za izvođenje zadaća hitne helikopterske medicinske službe.

## 2. Tehničko-eksploatacijske karakteristike i namjena helikoptera Airbus H135

Helikopter Airbus H135 laki je dvomotorni helikopter sa 5 sjedala u osnovnoj inačici koji proizvodi tvrtka Airbus Helicopters SAS (prije se nazivala Eurocopter group te je i helikopter bio poznat pod nazivom Eurocopter EC135).

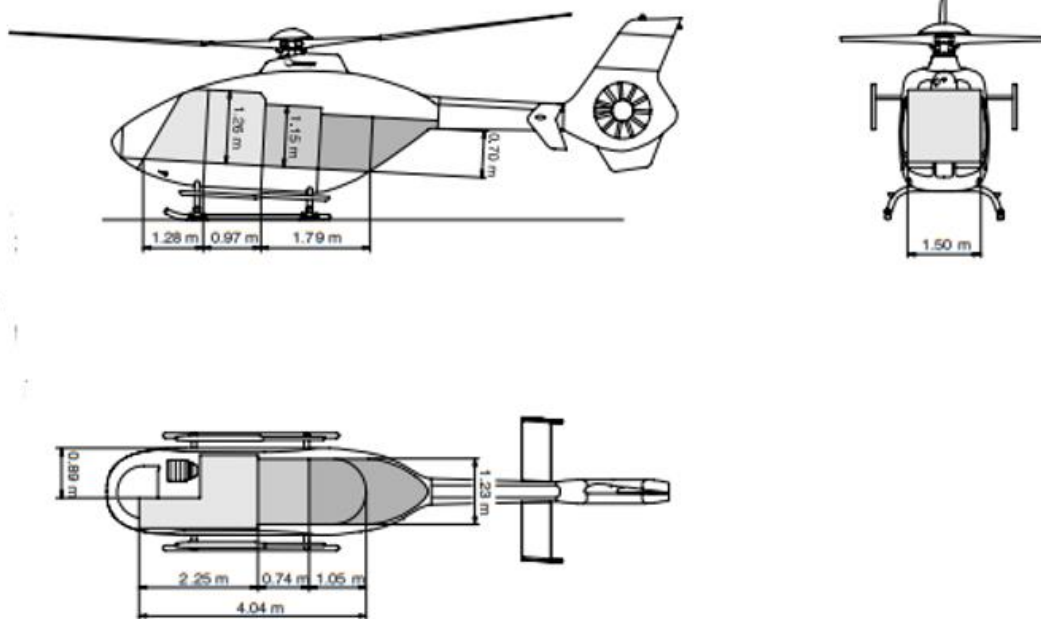
### 2.1. Tehničke karakteristike helikoptera Airbus H135

U tehničke karakteristike zrakoplova ubrajaju se mase i dimenzije helikoptera, karakteristike i način izvedbe pogonske grupe, način izvedbe uzgonskih površina i sl. Na slici 1 prikazane su dimenzije helikoptera, a na slici 2 mogu se vidjeti dimenzije kabine helikoptera.



Slika 1. Dimenzije helikoptera H135 [3]





**Slika 2.** Dimenzije kabine helikoptera H135 [1]

Helikopter je dostupan sa dvije pogonske skupine. Može biti pogonjen sa dva Pratt & Whitney motora PW206B3 maksimalne trajne snage 434 KS (324 kW) ili sa dva ARRIUS 2B2 Plus maksimalne kontinuirane snage 621 KS (456 kW). Motori su u obje verzije opremljeni FADEC sustavom. Pouzdanost motora osigurana je potpuno odvojenim gorivnim sustavom, dvojnim hidrauličkim i električnim sustavom te redundancijom sustava podmazivanja glavne transmisije. U tablici 1 prikazana je usporedba performansi dvaju dostupnih pogonskih skupina [1].

**Tablica 1.** Usporedba performansi motora helikoptera H134 [2]

Performanse motora				
Motor	Pratt & Whitney PW206B3		ARRIUS 2B2 Plus	
Jedinica	HP	kW	KS	kW
MCP	440	324	621	457
T/O P	457	336	660	485

Glavnu transmisiju čini dvostupanjski reduktor sa anti-rezonancijskom izolacijom u vidu sustava ARIS (*anti-ressonant isolation system*). Za kompenzaciju okretnog momenta glavnog rotora zadužen je repni rotor koji je na helikopteru H135 izveden kao repni rotor sa

kućištem(eng. fenestrona). Nosivi rotor sastoji se od 4 lopatice izrađene od kompozitnih materijala. Repni rotor se sastoji od 10 lopatica, a kontroliran je pomoću „Flexball“ kabla koji spaja nožne komande i upravljačku polugu kojom se podešava napadni kut lopatica Fenestrona. U helikopter se može pristupiti na 5 vrata: 2 prednja, 2 bočna klizna vrata i stražnja dvokrilna vrata koja omogućuju lakše ukrcavanje/iskrcavanje pacijenata [1].

Gorivni sustav se sastoji od dva gorivna spremnika ukupnog kapaciteta 680 litara (dostupna je i inačica sa spremnicima kapaciteta 710 litara), opreme za opskrbu motora gorivom i uzemljenje helikoptera te sustavima za praćenje stanja. Glavni i pomoćni spremnik nalaze se u podu kabine, a gorivo iz pomoćnog spremnika (kapaciteta 115(117) l) protječe kroz glavni spremnik (kapaciteta 565(593) l) te osigurava dovoljnu količinu gorivu za let u trajanju od 20 minuta u uvjetima otkaza jednog motora.

Masa praznog helikoptera Airbus H135 kojeg možemo vidjeti na slici 3 iznosi 1490 kg dok je maksimalna masa pri polijetanju 2835 kg odnosno 2980 kg s vanjskim teretom. Minimalna masa pilota iznosi 80 kg, a masa korisnog tereta 1265 kg [1].



**Slika 3.** Helikopter Airbus H135 [3]

## 2.2. Eksploatacijske karakteristike helikoptera Airbus H135

Eksploatacijske karakteristike helikoptera Airbus H135 prikazane su u tablici 2. Najčešće upotrebljavani helikopter za HHMS zadaće, koristi se u više od 60 zemalja, a u aktivnoj upotrebi je oko 1400 helikoptera [2].

**Tablica 2.** Prikaz eksploatacijskih performansi helikoptera H134 [2]

Performanse helikoptera Airbus H135		
<b>Najveća brzina</b>	252 km/h	136 kn
<b>Najdalji dolet</b>	633 km	341.793 NM
<b>Najduža istrajnost</b>	3 h 36 min	216 min
<b>Najviša visina lebdenja (OGE)</b>	2195 m	7201.444 ft
<b>Plafon leta</b>	6096 m	20000 ft
<b>Masa korisnog tereta</b>	1265 kg	2789 lbs

Ovisno o namjeni helikoptera, postoje četiri konfiguracije kabine helikoptera. Kapacitet kabine helikoptera H135 tako ovisi o odabranoj konfiguraciji, a helikopterom upravljaju jedan ili dva pilota. Maksimalan kapacitet je 7 putnika uz dva pilota pri putničkoj konfiguraciji kabine, a kad je kabina konfigurirana za HHMS zadaće u kabinu se mogu smjestiti 2 nosila i 3 pripadnika medicinskog tima. Osim putničke i konfiguracije kabine za hitnu helikoptersku medicinsku službu, postoje još konfiguracije kabine za obuku i za pretraživanje (najčešće koriste pripadnici MUP-a) [3].

## 2.3. Namjena helikoptera Airbus H135

Airbus H135 se koristi za transport, koriste ga razne organizacije te ima široku primjenu uključujući korporativne, medicinske, zadaće traganja i spašavanja. Iznimna upravljivost i prostranost kabine uz napredne sustave avionike omogućuje ugodno i sigurno radno okruženje. Dva motora uz sustav potpune digitalne kontrole motora (*Full authority digital engine control*, FADEC) podižu sigurnost letenja na najviši nivo dajući pilotima sigurno rješenje u slučaju otkaza jednog motora te čine ovaj helikopter jednim od najsigurnijih helikoptera u klasi [3].

Najčešće je upotrebljavan helikopter za hitne medicinske zadaće zbog mogućnosti slijetanja na male površine te je opremljen za let i po lošim vremenskim uvjetima. Posjeduje i sustav autopilota koji koristi podatke četvero-osnog digitalnog sustava kontrole leta (*digital flight control system*, DFCS). Digitalni sustav kontrole leta posjeduje mogućnosti usmjeravanja leta, održavanja položaja, održavanja smjera, održavanja visine, održavanja okomite brzine i mogućnost vođenog prilaza. Funkcija usmjeravanja leta daje navođenje pilotu prikazivanjem informacija o putanji leta na primarnom zaslonu leta (*primary flight display*, PFD). Funkcija zadržavanja položaja održava trenutni položaj zrakoplova, dok funkcija zadržavanja smjera održava trenutni smjer. Funkcija zadržavanja visine omogućuje pilotu održavanje određene visine, dok funkcija zadržavanja okomite brzine omogućuje pilotu održavanje određene brzine penjanja ili spuštanja. Dodatno, sustav autopilota H135 uključuje način automatskog prilaza, koji omogućuje zrakoplovu da automatski leti unaprijed programiranim profilom prilaza i slijetanja. Ova značajka je posebno korisna u uvjetima slabe vidljivosti ili kad su magla ili jaka kiša jer omogućuje pilotu da se usredotoči na praćenje instrumenata i sustava za let dok zrakoplov sam leti prema pisti.

Prostrana kabina može primiti do dva nosila i medicinsko osoblje, što olakšava transport pacijenata. H135 također ima dvostupanjski reduktor ravnog dizajna s anti rezonantnim izolacijskim sustavom rotora, koji smanjuje razinu vibracija i buke za udobniju vožnju. Ova značajka je posebno važna za HHMS operacije, gdje su pacijenti možda već u krhkom stanju i trebaju mirno i tiho okruženje tijekom transporta. Sustav ARIS također pomaže u smanjenju opterećenja na komponente rotora helikoptera, što rezultira duljim životnim vijekom i smanjenim troškovima održavanja tijekom vremena.

Vibracije helikoptera mogu imati značajan utjecaj na tijelo pacijenta tijekom HHMS operacija. Stalne vibracije mogu uzrokovati nelagodu i pogoršati postojeće ozljede ili medicinska stanja, poput ozljeda leđne moždine, ozljeda glave ili unutarnjeg krvarenja. Osim toga, vibracije mogu utjecati na točnost očitavanja medicinske opreme, poput mjerača krvnog tlaka ili EKG uređaja. Stoga je ključno ublažiti te učinke minimiziranjem razine vibracija u kabini. Proizvođači helikoptera razvili su različite tehnologije za rješavanje ovog problema, uključujući dizajn lopatica rotora, sustave aktivne kontrole vibracija i materijale za smanjenje buke. Medicinsko osoblje također može poduzeti korake za smanjenje [3].

Stoga je važno da operateri helikoptera i medicinski timovi poduzmu korake za minimiziranje učinaka vibracija, kao što je osiguravanje upotrebe opreme i tehnika za prigušivanje vibracija te pažljivo praćenje stanja pacijenata tijekom prijevoza.

Osim navedenoga medicinskom osoblju su jako važna dvokrilna vrata na stražnjem dijelu helikoptera koja omogućuju ukrcavanje pacijenata na nosilima na isti način kao u vozilo hitne pomoći. Kombinacija prostrane kabine, dvomotornog dizajna i naprednog ARIS sustava čini ga pouzdanim i učinkovitim izborom za HHMS operacije diljem svijeta.

#### 2.4. Održavanje helikoptera Airbus H135

Osiguravanje sigurnosti i operativne spremnosti helikoptera Airbus H135 od iznimne je važnosti, a kako bi se to postiglo, neophodno je pravilno ga održavati. Procjena radnog okruženja i korištenja zrakoplova ključna je za određivanje odgovarajućih intervala održavanja. Kako bi se uravnotežila sigurnost, operativna spremnost i minimaliziralo vrijeme zastoja, treba primijeniti kombinaciju metoda održavanja prema stanju i prema fiksnim intervalima. Održavanje prema stanju uključuje praćenje stanja kritičnih komponenti korištenjem podataka u stvarnom vremenu i obavljanje zadataka održavanja na temelju utvrđenih performansi ili pragova trošenja samo kada je to potrebno. Održavanje prema fiksnim intervalima uključuje obavljanje zadataka održavanja prema redovnom rasporedu, bez obzira na stanje zrakoplova [4].

Detaljan plan održavanja i provjere za H135 uključuje dnevne preglede, 50 i 100-satne preglede, godišnje preglede i posebne preglede prema potrebi. Metode planiranog održavanja i održavanja prema stanju koristile bi se na temelju priručnika za održavanje H135, preporuka proizvođača, regulatornih zahtjeva i specifičnih čimbenika upotrebe kao što su sati leta, ciklusi i okolišni ili operativni čimbenici.

Prilagođavanjem plana održavanja jedinstvenom radnom okruženju i profilu korištenja zrakoplova, osigurava se da se H135 održava prema najvišim standardima i da je uvijek spreman za obavljanje kritičnih misija. Uspješan program održavanja za H135 zahtijeva ravnotežu između sigurnosti, operativne spremnosti i smanjivanja vremena zastoja, što se može postići korištenjem kombinacije metoda održavanja prema stanju i vremena.

Dnevni pregled uključuje provjeru eksterijera i unutrašnjosti helikoptera, uključujući lopatice rotora, repni rotor, motor, sustav goriva, kontrole leta, avioniku i druge ugrađene sustave. Pilot ili osoblje za održavanje provode pregled prije svakog leta kako bi osigurali da je helikopter siguran za rad. Sve nedosljednosti ili problemi pronađeni tijekom pregleda dokumentiraju se, a potrebni popravci ili korektivne radnje poduzimaju se prije sljedećeg leta.

Pedesetosatni pregled obavlja se svakih 50 sati leta i uključuje dublju provjeru helikoptera. Ovlašteno zrakoplovno osoblje uklanja i pregledava određene komponente, kao što su lopatice glavnog rotora, filtri motora, svjećice i hidraulični filtri, kako bi identificirao istrošenost ili oštećenja koja možda nisu vidljiva tijekom dnevnog pregleda i kako bi pratio stanje komponenti. Sve nedosljednosti ili problemi pronađeni tijekom inspekcije se dokumentiraju, a potrebni popravci ili korektivne radnje poduzimaju se prije nego što helikopter dobije dopuštenje za sljedeći let.

100-satna provjera se provodi svakih 100 sati leta i uključuje sveobuhvatan pregled helikoptera. To uključuje uklanjanje i pregled specifičnih komponenti, kao što su motor, reduktor glavnog rotora i prijenos. Provjeru provodi ovlašteno zrakoplovno osoblje, a cilj joj je otkriti istrošenost ili štetu do koje je moglo doći nakon 50-satne provjere. Sve nedosljednosti ili problemi uočeni tijekom provjere bilježe se i dokumentiraju, te se poduzimaju potrebni popravci ili korektivne radnje prije nego što se helikopteru odobri sljedeći let.

Godišnja provjera uključuje temeljit pregled cijelog helikoptera, uključujući sve sustave, strukture i komponente. Provjeru provodi ovlašteno tehničar ili mehaničar, a cilj joj je osigurati da je helikopter u skladu sa svim relevantnim propisima i zahtjevima proizvođača. Sva odstupanja ili problemi pronađeni tijekom provjere bilježe se i dokumentiraju, a potrebni popravci ili korektivne radnje poduzimaju se prije nego što se helikopteru odobri sljedeći let.

Postoje posebne provjere koje se moraju obavljati povremeno ili kao odgovor na određene događaje ili uvjete. To uključuje provjere kao što su provjera komore izgaranja i turbine, provjera lopatica glavnog rotora i provjera reduktora repnog rotora. Provjere se provode prema preporukama proizvođača ili propisanim zakonima. Sva odstupanja ili

problemi utvrđeni tijekom provjere bilježe se i dokumentiraju, te se poduzimaju potrebni popravci ili korektivne radnje prije nego što se helikopteru odobri sljedeći let.

Zaključno, održavanje ima za cilj osigurati da se helikopter Airbus H135 održava prema najvišim standardima i da je uvijek spreman za obavljanje kritičnih misija. Korištenjem kombinacije održavanja prema fiksnim intervalima i održavanja prema stanju, te prilagođavanjem plana održavanja jedinstvenom radnom okruženju i profilu uporabe zrakoplova, osigurava se da se H135 održava prema najvišim standardima i da je uvijek spreman za obavljanje svojih kritičnih misija.

### 3. Hitna helikopterska medicinska služba u Hrvatskoj (HHMS)

Poznato je pravilo da kod nastanka po život opasne traume postoje tri vrste ozlijeđenih. Prva skupina su ozlijeđeni koji zadobivaju takove povrede zbog kojih umiru unutar nekoliko minuta nakon povrede. Druga skupina su ozlijeđeni koji zadobivaju povrede opasne po život i koje unutar nekoliko sati, ako se odgovarajuće ne intervenira, dovode do smrtnog ishoda. Treća skupina su bolesnici koji umiru nakon nekoliko dana i tjedana zbog infekcija i multiorganskog zatajenja.

#### 3.1. Značajke i podjela zadaća helikopterske medicinske službe

U drugu skupinu bolesnika ubrajaju se bolesnici koji imaju teške povrede glave, povrede dišnog sustava i trbušnih organa te jaka krvarenja. Posve je jasno da zbrinjavanje ove skupine bolesnika mora početi što prije i to na mjestu nezgode. Kritične intervencije su održavanje dišnog puta i kontrola krvarenja [5].

Zadaće HHMS-a dijele se na [5]:

- Primarni transport – prijevoz hitnih medicinskih pacijenata s mjesta hitne medicinske intervencije u odgovarajuću zdravstvenu ustanovu. Kritični transport vrećica krvi, lijekova i specijalista, u pravilu između lokacije HHMS-a i medicinskih ustanova, kada su oni hitno potrebni za pomoć životno ugroženim ozlijeđenim osobama ili oboljelima
- Sekundarni transport –Transport pacijenata u pratnji liječnika ako im je život u opasnosti, iz jedne u drugu zdravstvenu ustanovu koja je odgovarajuća za daljnju obradu ili proširenje dijagnostike ako se oni mogu provesti na temelju medicinske indikacije vezane uz transport zrakom. Vremenski kritični transporti organa.

U Republici Hrvatskoj trenutno ne postoji namjenska helikopterska hitna medicinska služba (HHMS). Tijekom posljednjih petnaestak godina Hrvatsko ratno zrakoplovstvo (HRZ) je primarni partner u pružanju usluga helikopterskog prijevoza. Povremeno, kada sredstva HRZ-a nisu raspoloživa (bilo zbog tehničke neraspoloživosti, organizacijske neraspoloživosti ili



meteoroloških ograničenja), za hitne medicinske letove koristili su se helikopteri MUP-a, kao i zrakoplov Vlade Republike Hrvatske. Poticaj za ovu suradnju bila je, prije svega, potreba otočkog stanovništva srednjodalmatinskih otoka koja je kasnije proširena i postala standard na području cijele Republike Hrvatske. Oformljena su dva stalna centra - Divulje (ICAO kod: LDHD) i Lučko (ICAO kod: LDZL) u okviru operativnog dežurstva pripadnika HRZ-a, a od 2016. godine baza Lučko zamijenjena je bazom na u Zračnoj luci Rijeka na Krku [6].

Uspostava hitne helikopterske medicinske službe predstavlja nužan preduvjet za podizanje kvalitete života lokalnog stanovništva i posjetitelja Republike Hrvatske te njenog socioekonomskog napretka, kao i usklađivanje sa zakonodavstvom Europske unije.

Organizirana helikopterska hitna medicinska služba omogućila bi smanjenje vremena reakcije, veću dostupnost i poboljšanje kvalitete pružene hitne medicinske usluge koja bi se provodila za potrebe hitnog medicinskog prijevoza s otoka i iz ruralnih krajeva RH, pružanje hitne medicinske skrbi na cijelom teritoriju RH, pružanje hitne medicinske skrbi u posebnim situacijama i prijevoz medicinskog osoblja u hitnim situacijama.

### 3.2. Utjecaj prijevoza helikopterom na smrtnost pacijenata

Analiza četiri od ukupno šesnaest studija prikazanih u tablici 5. daje prosječno procijenjeno smanjenje smrtnosti od 2,7 dodatnih spašenih života u korist HHMS u odnosu na zemaljsku hitnu medicinsku službu (ZHMS). Međutim, preostale studije pokazuju jasan pozitivan učinak kada se rigorozna statistička metodologija primijeni na literaturu. Potrebno je koristiti dosljedne statistike i usporedive parametre ishoda kako bi se pružili znanstveni dokazi za zatvaranje rasprave o pozitivnom učinku HHMS-a i da se HHMS prepozna kao vrijedan dodatak sustavima hitne medicinske službe u liječenju pacijenata s teškim ozljedama [7].

**Tablica 5.** Prikaz rezultata istraživanja utjecaja HHMS na smrtnost pri hitnim medicinskim intervencijama [8]

Autor	Zemlja	Uzorak	Broj smrtnih slučajeva	Očekivani broj smrtnih slučajeva	Smanjenje smrtnosti po uzorku od 100 slučajeva
<b>Baxt (1985)</b>	USA	1,273	191	240.7	3.9
<b>Rhodes (1986)</b>	USA	130	22	28.6	5.1
<b>Baxt (1987)</b>	USA	574	30	36.4	1.1
<b>Campbell (1989)</b>	USA	168	31	50.0	11.3
<b>Boyd (1989)</b>	USA	103	33	45.5	12.1
<b>Schwartz (1989)</b>	USA	168	25	36.7	7.0
<b>Hamman (1991)</b>	USA	259	20	32.0	4.6
<b>Schmidt (1992)</b>	DEU/ USA	407	42	57.0	3.7
<b>Cameron (1993)</b>	AUS	242	34	41.8	3.2
<b>Moront (1996)</b>	USA	1,460	77	93	1.1
<b>Gearhart (1997)</b>	USA	604	50	90.3	6.7
<b>Younge (1997)</b>	GBR	632	161	168.6	1.2
<b>Bartolacci (1998)</b>	AUS	77	3	18.0	11.7
<b>Oppe (2001)</b>	NLD	210	132	143.7	5.1
<b>Larson (2004)</b>	USA	1,087	59	111.4	4.8
<b>Mitchell (2007)</b>	CAN	545	40	53.6	6.4
<b>Ukupno</b>		7,619	956	1,247.3	3.8

Ukupno 13 220 pacijenata s traumatskim ozljedama bilo je uključeno u studiju „*Survival benefit of helicopter emergency medical services compared to ground emergency medical services in traumatized patients*“. Od toga, 62,3% (n = 8231) prevezeno je ZHMS-om, a 37,7% (n = 4989) HHMS-om. Pacijenti liječeni HHMS-om bili su ozbiljnije ozlijeđeni u usporedbi s ZEMS-om s težim ozljedama prsa i abdomena. Glavni zaključak navedene studije je da unatoč mnogo težim ozljedama pacijenata prevoženim HHMS-om, smanjuje se stopa smrtnosti i pacijenti imaju veće izgleda preživljavanja [7].

### 3.3. Uvjeti i obilježja poziva javne nabave Ministarstva zdravstva za usluge HHMS

U ožujku 2023. otvoren je postupak javne nabave vrijednosti 50 400 000,00 EUR na temelju članka 85. stavka 1. točke 1., članka 86. stavka 1. i članka 88. ZJN 2016. U otvorenom postupku javne nabave svaki zainteresirani gospodarski subjekt može dostaviti ponudu u roku za dostavu ponuda. Procijenjena vrijednost projekta za cjelokupno sedmogodišnje razdoblje za 2 baze (Split, Rijeka), 24 h, te za 2 baze za dnevne vidljivosti (Zagreb, Osijek), 7 dana u tjednu, na bazi 10.500 sati leta iznosi 50.400.000,00 EUR bez PDV-a. što su u prosjeku 4 sata leta po danu [6].

Za HHMS, kao i u većini zemalja članica EU-a, za dnevne operacije planira se tročlana posada, koja se sastoji od jednog pilota, medicinskog tehničara i liječnika hitne medicine.

Medicinski tehničar ima dvostruku ulogu. S jedne strane, on pomaže liječniku na mjestu hitne intervencije, a s druge, medicinski tehničar može pomagati pilotu tijekom leta kao tehnički član posade - HHMS TC (engl. *Technical Crew Member*). Ako je zbog zdravstvenih razloga medicinski tehničar potreban u stražnjem dijelu helikoptera, onda se procjena te situacije donosi nakon konzultacija s pilotom i ovisno o vremenskim prilikama, a konačnu odluku o provedbi leta donosi pilot [6].

Za noćne operacije preporuča se četveročlana posada, koja se sastoji od dva pilota ili pilota i tehničkog člana posad, medicinskog tehničara ili medicinske sestre i liječnika hitne medicine. Za provođenje noćnih operacija biti će obučene posade u bazama Split i Rijeka, a razlog je to što se u noćnim satima u Zagrebu i većini sjeverne Hrvatske vrijeme reakcije zemaljske hitne medicinske službe smanjuje jer je promet rjeđi, posebice u urbanim centrima. U južnoj Hrvatskoj vrijeme reakcije pri medicinskim slučajevima noću na otocima je predugo te je zbog toga potrebno posade osposobiti za noćne operacije, a također i zbog ekonomičnosti leta tj. kako bi se iskoristio puni potencijal HHMS [6].

Kategorizacija troškova za natječaj prikazana je u tablici 3. koju je Ministarstvo zdravstva stavilo u prilog postupku javne nabave kako bi olakšalo gospodarskim subjektima izradu troškovnika za ispunjavanje uvjeta natječaja. Tablica 3. se odnosi na baze HHMS-a u Splitu i Rijeci te je oblik troškovnika dosta detaljan i potrebna je precizna kategorizacija troškova po namjeni jer se radi o fiksnim troškovima koji se mogu približno precizno

predvidjeti. Tablica 4. je troškovnik priložen javnom pozivu, u kojem Ministarstvo zdravstva zahtijeva definiranje varijabilnih troškova. Ponuditelj je dužan ispuniti troškovnike fiksnih i varijabilnih troškova za svaku pojedinu bazu HHMS-a.

**Tablica 3.** Troškovnik fiksnih troškova iz postupka javne nabave Ministarstva zdravstva [6]

R.br/No	Ukupna specifikacija Fiksnih troškova za mjesec dana (u EUR bez PDV-a) <i>Total specification of fixed costs for 1 month (in EUR, VAT excluded)</i>			
		Baza Rijeka <i>Base Rijeka</i>	Baza Split <i>Base Split</i>	Ukupno <i>Total</i>
	Procjena sati leta godišnje <i>Estimated flight hours per year</i>	450	600	1050
	Fiksni troškovi na mjesečnoj bazi <i>Fixed costs per month</i>			
1.	Troškovi osoblja (bez medicinskog osoblja) <i>Staff costs (excluding medical staff)</i>			
1.1.	Honorari/naknade za administrativno i pravno zastupanje i upravljanje <i>Fees for administrative and legal representation and management</i>			0,00
1.2.	Honorari/naknade za pilote <i>Fees for pilots</i>			0,00
1.3.	Honorari/naknade za mehaničare <i>Fees for mechanics</i>			0,00
1.4.	Honorari/naknade ostalo osoblje <i>Fees for other staff</i>			0,00
1.5.	Troškovi edukacije i osposobljavanja letačke posade, uključujući naknade za najam simulatoru letenja (FSTD) bez putnih troškova <i>Flight crew education and training costs, including flight simulator rental fees (FSTD) excluding travel costs</i>			0,00
1.6.	Putni troškovi za pozicioniranje posade <i>Travel costs for crew positioning</i>			0,00
1.7.	Udio troškova stručnjaka koji održavaju letački certifikat (postholderi za AOC) <i>Share of the costs of experts who maintain a flying certificate (AOC postholders)</i>			0,00

1.8.	Eventualno skupno Osiguranje (od gubitka licence, od gubitka medicinske sposobnosti za obavljanje poslova, dodatno životno osiguranje) <i>Possible collective insurance (from loss of license, from loss of medical ability to perform work, additional life insurance)</i>			0,00
	<b>UKUPNO/TOTAL (1)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>2.</b>	<b>Troškovi helikopter</b>			
2,1	Nabavni troškovi <i>Procurement costs</i>			0,00
2.2.	Održavanje i servisiranje (ako ponuditelj ima ugovor koji sadrži fiksne troškove; tzv.pay per hour programs) <i>Maintenance and servicing (if the bidder has a contract that contains fixed costs; so-called pay per hour programs)</i>			0,00
2.3.	Troškovi softvera i ažuriranja (navigacijski i komunikacijski uređaji i oprema) <i>Costs of software and updates (navigation and communication devices and equipment)</i>			0,00
2.4.	Rezervni dijelovi po sugestivnoj listi dijelova <i>Spare parts according to the suggested parts list</i>			0,00
2.5.	Osiguranje <i>Insurance</i>			0,00
2.6.	Troškovi registracije <i>Registration costs</i>			0,00
2.7.	Troškovi nabave i održavanja NVIS uređaja <i>Costs of acquisition and maintenance of NVIS devices</i>			0,00
	<b>UKUPNO/TOTAL (2)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>3.</b>	<b>Troškovi medicinsko-tehničke opreme, lijekova</b> <b><i>Costs of medical-technical equipment, medicines</i></b>			
3.1.	Troškovi medicinske opreme koju Ponuditelj nudi <i>Costs of medical equipment offered by the Bidder</i>			0,00

3.2.	Troškovi edukacije i osposobljavanja medicinskog osoblja (uključuje edukaciju, radne materijale, smještaj, hranu) <i>Costs of education and training of medical staff (includes education, work materials, accommodation, food)</i>			0,00
3.3.	Električni medicinski uređaji <i>Electrical medical devices</i>			0,00
3.4.	Odlaganje medicinskog otpada <i>Disposal of medical waste</i>			0,00
	<b>UKUPNO/ TOTAL (3)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>4</b>	<b>Troškovi helikopterskih baza</b> <b><i>Helicopter bases costs</i></b>			
4.1.	Režijski i administrativni troškovi <i>Overhead and administrative costs</i>			0,00
4.2.	Troškovi osiguranja <i>Insurance costs</i>			0,00
4.3.	Prehrana osoblja <i>Staff meals</i>			0,00
4.4.	Smještaj osoblja <i>Staff accommodation</i>			0,00
4.5.	Prijevoz osoblja <i>Staff transportation</i>			0,00
4.6.	Troškovi nabave i održavanja dodatno ponuđene opreme; npr. Mobilna cisterna za gorivo <i>Acquisition and maintenance costs of additionally offered equipment; eg mobile fuel tank</i>			0,00
4.7.	Ostali potrebni alati <i>Other necessary tools</i>			0,00
4.8.	Trošak zaštitne i radne odjeće i obuće posade, zaštitna oprema <i>The cost of protective and work clothing and footwear of the crew, protective equipment</i>			0,00
	<b>UKUPNO/ TOTAL (4)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5</b>	<b>UKUPNO Fiksni troškovi na mjesečnoj razini (EUR bez PDV-a)</b> <b><i>TOTAL fixed costs on monthly bases (EUR, VAT excluded)</i></b> <b><i>(1 - 4)</i></b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

	Pozicija <i>Position</i>	HHMS baza Rijeka <i>HHMS base Rijeka</i>	HHMS baza Split <i>HHMS base Split</i>	Ukupno <i>Total</i>
		(EUR bez PDV- a) (EUR, VAT excluded)	(EUR bez PDV- a) (EUR, VAT excluded)	(EUR bez PDV-a) (EUR, VAT excluded)
	Fiksni troškovi Ugovora za 12 mjeseci na temelju procijenjenih sata (EUR bez PDV-a) <i>Fixed costs of the Contract for 12 months according to the estimated hours (EUR, VAT excluded)</i>	0,00	0,00	0,00
	Ukupni fiksni troškovi za vrijeme trajanja ugovora (EUR bez PDV-a) (84 mjeseci) <i>Fixed costs of the Contract (EUR VAT excluded) (84 months)</i>	0,00	0,00	0,00
<b>Ukupno EUR (bez PDV-a)/Total (VAT excluded)</b>				<b>0,00</b>
<b>Iznos PDV-a/VAT</b>				
<b>Ukupno EUR (s PDV-om)/ Total (VAT included)</b>				<b>0,00</b>

**Napomena: Naručitelj će osigurati prostor za operativnu bazu HHMS-a na prikladnim lokacijama te će ustupiti taj prostor na korištenje izvršitelju usluge bez naplate.**  
**Note: The client will provide space for the operational base of HHMS at suitable locations and will assign this space for use by the service provider without charge.**

**Tablica 4.** Troškovnik varijabilnih troškova iz postupka javne nabave Ministarstva zdravstva [6]

R.br/No	Ukupna specifikacija varijabilnih troškova po satu leta (u eurima bez PDV-a) <i>Total specification of variable costs per flight hour (in euros VAT excluded)</i>			
		Baza Zagreb <i>Base Zagreb</i>	Baza Osijek <i>Base Osijek</i>	UKUPNO <i>TOTAL</i>
	Procjena sati leta godišnje <i>Estimated flight hours per year</i>	250	200	450
<b>1.</b>	<b>Varijabilni troškovi po satu leta</b> <i>Variable costs per flight hour</i>			
1.1.	Maziva <i>Oils</i>			0,00
1.2.	Operativni troškovi: održavanje i servisiranje - rezervni dijelovi (rezerva za održavanje) <i>Operating costs: maintenance and servicing - spare parts (maintenance reserve)</i>			0,00
	<b>UKUPNO/TOTAL (1)</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2</b>	<b>Ostali varijabilni troškovi:</b> <i>Other variable costs:</i>			
2.1.	Mogući troškovi hotela van matične baze <i>Possible hotel costs outside the home base</i>			0,00
2.2.	Trošak punjenja boca kisika kod intervencija <i>The cost of filling oxygen bottles during interventions</i>			0,00
	<b>UKUPNO/TOTAL (2)</b>	0,00	0,00	0,00
<b>3</b>	<b>Ukupni varijabilni troškovi po satu leta</b> <i>Total variable costs per flight hour</i>	0,00	0,00	0,00
<b>4</b>	<b>Ukupni ostali varijabilni troškovi</b> <i>Total other variable costs</i>	0,00	0,00	0,00
<b>5</b>	<b>Ukupni varijabilni troškovi po satu leta za 12 mjeseci</b> <i>Total variable costs per flight hour for 12 months</i>	0,00	0,00	0,00



6	<b>Ukupni varijabilni troškovi po satu leta za vrijeme trajanja ugovora (84 mjeseci)</b> <i>Total variable costs per flight hour for the duration of the contract (84 months)</i>	0,00	0,00	0,00
7	<b>Ukupni varijabilni troškovi po radnoj minuti leta (2/60)</b> <i>Total variable costs per working minute of flight (2/60)</i>	0,00	0,00	0,00
<b>Ukupno (bez PDV-a)/ Total (VAT excluded)</b>				<b>0,00</b>
<b>Iznos PDV-a/ VAT</b>				
<b>Ukupno (s PDV-om)/ Total (VAT included)</b>				<b>0,00</b>

**NOTE: Naručitelj će osigurati gorivo te preuzeti na sebe plaćanje aerodromskih naknada.**

**NOTE: The Contracting Authority will provide the fuel and take over the payment of airport fees.**

Iz tablica je vidljivo da se Ministarstvo zdravstva odlučilo na podjelu troškova na fiksne i varijabilne. Fiksni troškovi ostaju jednaki, ne ovise o stupnju iskorištenja kapaciteta, ali se povećavaju pri povećanju kapaciteta. Npr. ako je nositelj usluge imao 5 zaposlenih pilota te naknadno zaposli još 5 pilota te tada ima 10 zaposlenih pilota, fiksni troškovi pilotskih plaća će se udvostručiti (uz uvjet kad bi svi piloti imali jednake plaće).

Varijabilni troškovi se za razliku od fiksnih troškova mijenjaju pri svakoj promjeni iskorištenosti kapaciteta te također ovise i o tržišnoj vrijednosti usluge, sirovina i sl.

## 4. Troškovi životnog vijeka helikoptera

Uz troškove osoblja, troškovi održavanja i eksploatacije čine najveći dio troškova životnog vijeka zrakoplova. Eksploatacijski troškovi su troškovi goriva i maziva, troškovi kabinskog i zemaljskog osoblja. Pod troškove održavanja ubrajaju se troškovi održavanja, obnove, skladištenja i osiguranja [4].

### 4.1. Pregled metoda podjele troškova

Potpuni životni ciklus troškova zrakoplova sastoji se od troškova razvoja, istraživanja, proizvodnje, nabave, korištenja i raspolaganja većine zrakoplova određenog tipa. LCC zrakoplova je zbroj četiri komponente to su [4]:

$$LCC = CRTDE + CACQ + COPS + CDISP$$

gdje su:

- CRTDE - troškovi istraživanja, razvoja, ispitivanja i ocjenjivanja
- CACQ - troškovi nabave
- COPS - operativni troškovi
- CDISP - troškovi održavanja nakon uporabe.

Eksploatacija, održavanje i upravljanje održavanjem zahtijevaju sljedeće aktivnosti:

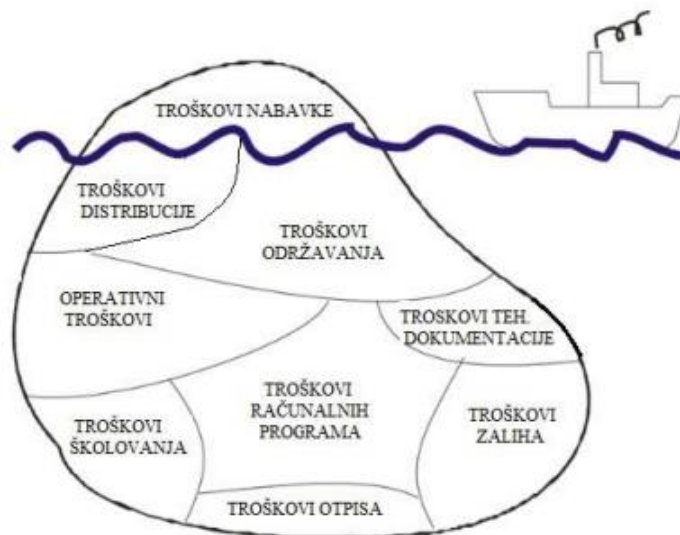
- korištenje
- održavanje
- čuvanje, konzerviranje
- transportiranje

Program održavanja precizno definira sve postupke i načine kako se provodi održavanje zrakoplova, uključujući sve sustave i dodatnu opremu kroz cijeli životni vijek zrakoplova. Cilj je kontinuirana razina pouzdanosti eksploatacije zrakoplova i izvrsna operativna raspoloživost koja se postiže jedino uz dobro razrađeni program održavanja koji

će se temeljiti na dostupnim sredstvima i dobroj procjeni. Osim visoke kvalitete, u planiranju je operateru cilj i najviša razina sigurnosti uz koliko je moguće niže troškove.

Tijekom životnog vijeka zrakoplova, bitno je da operater prilikom nabavke osvijesti sve troškove. Teško je precizno predvidjeti buduće troškove, ali bitno je predvidjeti sve grupe troškova kako bi operateri na vrijeme mogli prilagoditi svoje strateške planove i tako poboljšati poslovanje.

Ilustracija na slici 1. ukazuje na potrebu uvažavanja svih vrsta troškova od strane operatera. Iznad površine nalaze se troškovi nabave, što je razumljivo u trenutku nabave, ali ilustracija prikazuje da operater mora uzeti u obzir i ostale troškove ispod površine [4].



**Slika 4.** Ledeni brijeg troškova životnog vijeka zrakoplova [4]

Troškovi su dio ekonomskog poslovanja jednog operatera. Općeniti cilj operatera je povećanje dobiti, tj. razlike između prihoda i troškova. Međutim, u ovom slučaju, nije preporučljiva, a možda nije niti moguća takva praksa, jer se time dovodi u pitanje ispunjavanje propisanih standarda. Povećanjem troškova tj. ulaganjem više sredstava poboljšava se kvaliteta usluge, samim tim i prodajna cijena pa će se racionalno uložena sredstva, ako poslovanje bude uspješno svakako isplatiti.

Troškovi se dijele na direktne tj. izravne troškove i indirektno tj. neizravne troškove. Direktni troškovi su troškovi eksploatacije određenog tipa zrakoplova, dok indirektno

troškove definiramo kao troškove koji nastaju tijekom operaterovog pružanja usluge, a tiču se propisa i zakona države u kojoj se usluga odvija [9].

#### 4.2. Direktni operativni troškovi

Direktni operativni troškovi dijele se na [10]:

- troškove letačkog osoblja
- troškove goriva
- troškove održavanja strukture, sustava i pogonskog sustava
- navigacijske takse
- troškove amortizacije zrakoplova
- troškove kamata
- troškovi osiguranja zrakoplova

*Troškovi letačkog osoblja* uključuju sredstva kojima će se podmiriti obuka i primanja letačkog osoblja, njihova osiguranja te troškovi službenih putovanja uzrokovanih rasporedom tj. planom letenja. Troškovi letačkog osoblja variraju ovisno o tipu i kapacitetu zrakoplova, tržišnoj vrijednosti zaposlenja i ugovorenim uvjetima od strane ugovaratelja. Bitne varijable su i zakonski okviri, propisi i porezi zemlje koja regulira poslovanje operatera. Ako su poznate ulazne varijable (broj sati naleta, tržišna vrijednost zaposlenja itd.), precizno se mogu proračunati tj. predvidjeti budući troškovi letačkog osoblja za određeno razdoblje [9].

*Troškovi goriva izračunavaju* se temeljem prosječne potrošnje goriva zrakoplova po satu i planiranim satima naleta operaterove flote. Promjenjiva varijabla u izračunu je tržišna cijena goriva koja se mijenja ovisno o ekonomskim čimbenicima u svijetu.

*Troškovi održavanja strukture, sustava i pogonskog sustava* su kompleksna grupa troškova koja se prema instrukcijama međunarodne agencije civilnog zrakoplovstva (International Civil Aviation Organization, ICAO) svrstava u jednu cjelinu. Najveći udio čine troškovi koji pokrivaju:

- pregledi i popravci trupa i motora zrakoplova

- najam motora i dijelova, tehnička podrška
- rezervni i potrošni dijelovi za zrakoplove
- certificiranje
- izdaci za plaće i obuku osoblja za održavanje.

*Navigacijske takse* ubrajaju podmirivanje troškova zračnim lukama za korištenje njihovih operativnih usluga kao što su usluge kontrole letenja, usluge pružanja meteoroloških informacija, usluge pružanja letnih informacija, usluge uzbunjivanja i sl.

*Troškovi amortizacije zrakoplova* računaju se na temelju ukupne vrijednosti investicije te se mijenjaju s obzirom na trajanje eksploatacije zrakoplova. Mogu predstavljati troškove amortizacije zrakoplova ili samo troškove amortizacije pogonske grupe zrakoplova. Razdoblje u kojem se troškovi amortizacije uzimaju u obzir okvirno je dvanaest do dvadeset godina za nove zrakoplove te pet do deset godina od uvođenja u flotu za polovne zrakoplove ovisno o starosti i prijašnjoj eksploataciji zrakoplova. Preostala vrijednost zrakoplova nakon što istekne amortizacija iznosi do 15% njegove vrijednosti [9].

*Troškovi kamata* ovise o ugovorenim kreditima operatera, ako se ugovara kredit sa fiksnom kamatnom stopom, troškovi kamata se ne mijenjaju, međutim ako je kamatna stopa varijabilna potrebno je pratiti ekonomsko tržište jer na temelju promjena na tržištu dolazi do promjena kamatnih troškova. Operater bi trebao pratiti promjene kamatnih postotaka kako bi bio svjestan povećanja ili smanjenja kamatnih troškova.

*Troškovi osiguranja zrakoplova* su sredstva koja operater izdvaja kako bi osigurao zrakoplove jer se radi o visoko vrijednoj imovini čija oštećenja uzrokuju visoke financijske gubitke. Troškovi osiguranja se razlikuju s obzirom na uvjete ugovorene police osiguranja, a okvirna procjena je da iznose 2% ukupnih troškova [10].

### 4.3. Indirektni operativni troškovi

Procjenu operativnih troškova zrakoplova može se ograničiti na direktne operativne troškove jer na indirektno troškove ne utječe izbor tipa zrakoplova već oni ovise o cijenama usluga u zemlji u kojoj operater posluje. Pod indirektno troškove ubrajaju se troškovi kao što su najam zračne luke i zemljišta, plaće upravitelja, održavanje objekta i instalacija

komunikacijske i informacijske infrastrukture. Analiza troškova u mnogim industrijama izražava neizravne troškove kao postotak izravnih troškova. To je praktična metoda za procjenu općih i administrativnih troškova, radova na održavanju, amortizacije i drugih režijskih troškova za određeni tip zrakoplova koji su potrebni u regulatorne svrhe [10].

Indirektne troškove dijele se u tri skupine: troškove vezane za zrakoplov i njegovu eksploataciju (kao što su troškovi kabinskog osoblja, troškovi zemaljske opreme i infrastrukture za održavanje, troškovi prihvata i otpreme), troškove vezane za prijevoz putnika (osiguranje putnika, rezervacija i prodaja karata i sl.) te troškove vezane za prijevoz robe (osiguranje robe, skladištenje, transport robe, carina) [11].

Indirektne troškove je teško precizno definirati. Naprimjer u slučaju da putnicima na letu sa presjedanjem prvi let kasni sat vremena, propustiti će svoje presjedanje te je zračni prijevoznik dužan pokriti troškove alternativnog leta. Takva situacija će putnike navesti da u budućnosti koriste usluge drugog zračnog prijevoznika te će tako osim dodatnih troškova, smanjiti i prihode zračnog prijevoznika. Medicinski troškovi se također ubrajaju u indirektne troškove, prema statističkim podatcima dnevno se događaju 2.7 medicinska slučaja dnevno na uzorku od otprilike 30 000 letova koja prevezu oko dva milijuna putnika dnevno [12].

#### 4.4. Operativni troškovi pri izvršavanju HHMS

U SAD 1997. godine provedeno je istraživanje „Analiza isplativosti hitne helikopterske medicinske službe za pacijente s traumom“. U programu je korišten jedan helikopter Dauphin AS-365N2 (*American Eurocopter*) koji je pokrивao ruralno i prigradsko područje sa populacijom oko 2 milijuna ljudi. Obavljeno je 1946 letova 1994. i 1995. godine. Posada helikoptera sastojala se od jednog pilota, jedne ovlaštene medicinske sestre za hitne slučajeve i jednog medicinski tehničara po dvanaest satnoj smjeni [13].

Prije provođenja programa izvršena je procjena troškova, a u troškove su između ostalog uračunati i troškovi obuke tehničara s punim radnim vremenom, godišnja obuka na simulatoru te IFR obuka za svakog pilota te dvogodišnji kontrolni letovi sa ispitivačem Savezne uprave za zrakoplovstvo (*Federal Aviation Authority, FAA*).

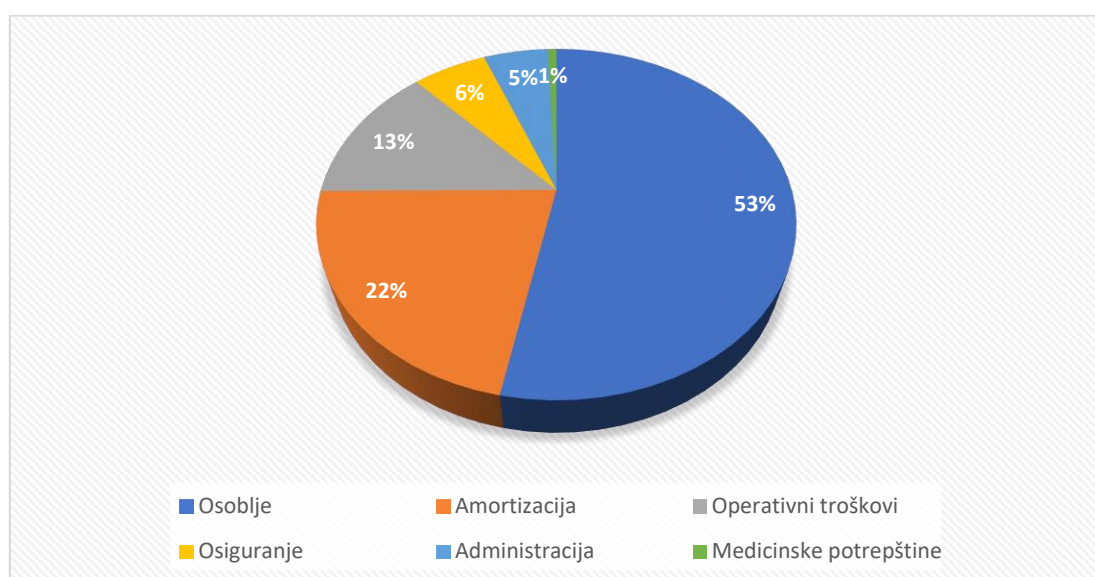
Uzeti su u obzir i troškovi amortizacije koji se odnose na nabavku opreme, amortizaciju infrastrukture i helikoptera, izgradnju hangara i održavanje. Hangar je

amortiziran na 10 godina dok je amortizacija helikoptera traje 8 godina. Ove konzervativne metode zapravo su precijenile stvarne troškove jer je imovina imala duži vijek trajanja od razdoblja amortizacije.

Operativni troškovi uključuju gorivo, ugovore o održavanju, rezervne dijelove, plaćanje usluga i najam zamjenskog helikoptera tijekom razdoblja duljeg održavanja. Medicinski zalihe su uključivale ugrađeni sustav tekućeg kisika, lijekove i potrepštine za jednokratnu njegu pacijenata. Troškovi osiguranja uključuju osiguranje od odgovornosti i kasko zrakoplova. Administracijski troškovi su uključivali telefone, dojavljivače, uredski materijal, oglašavanje, računala i bolničke troškove među odjelima.

Prema toj analizi [14], na kraju programa, direktni operativni troškovi koji suprikazani su grafikonu 1, iznosili su:

- 1 197 115 USD troškova osoblja,,
- 491 081 USD troškovi amortizacije,
- 296 796 USD operativnih troškova,
- 134 942 USD troškova osiguranja,
- 118 332 USD administrativnih troškova,
- 15 685 USD troškova za medicinske potrepštine.



**Grafikon 1.** Prikaz udjela u ukupnim direktnim operativnim troškovima [13]

U 1995. izvršeno je 1018 letova te je prosječan trošak po pacijentu iznosio 2214 USD dok je prosječna bolnička naknada iznosila 15 833 USD (2722 USD do 64 526 USD). Istraživanje je zaključilo da po jednom spašenom životu hitnom helikopterskom medicinskom službom dolazi do uštede u iznosu od 60 163 USD.

Ukupan broj transporta helikopterom u 1995. bio je 1018, što je rezultiralo prosječnim troškom po pacijentu od 2214 USD. Prosječna očekivana bolnička naknada za preživjelog pacijenta s traumom (korištena za procjenu bolničkih troškova) 15 883 USD (raspon: 2722 USD do 64 526 USD) [13].

Ako se uzmu u obzir podatci iz istraživanja navedenih u prošlom poglavlju koja pokazuju smanjenje smrtnosti od 3.8 spašenih u odnosu na zemaljsku hitnu službu dolazimo do podatka da uvođenje HHMS rezultira uštedom od 245 198.8 USD po uzorku od 100 slučajeva. Podatci su reprezentativnog karaktera jer ovise o raznim varijablama kao što su zemlja i razdoblje u kojoj su se istraživanja provodila, iznos naknada i sl. [8].

U tablici 4. prikazani su podatci iz šest studija (sedma je izostavljena jer je prethodno obrađena u ovom poglavlju) koja su se bavila značajkama HHMS te su izračunati godišnji troškovi za pojedine programe. Ova studija navodi da su navedene studije pokazale da su usluge HHMS ekonomski opravdane za pacijente sa traumom, ali postoje i suprotni rezultati. Što se tiče pacijenata bez trauma kao što su moždani udar, infarkt miokarda, ova je studija pružila nove dokaze o isplativosti korištenja HHMS-a u tim skupinama pacijenata. S obzirom na ove nalaze i široku upotrebu HHMS, visoku cijenu zdravstvenog sustava i razlike u pružanju usluga HHMS potrebno je iskoristiti puni radni kapacitet HHMS da bi bila isplativa te uključiti i pacijente bez traume kako bi se povećala ekonomičnost projekta [14].



**Tablica 6.** Rezultati provedenih studija koji prikazuju godišnju vrijednost usluga HHMS [14]

Studija	Obilježja HHMS	Značajke uključene u procjenu vrijednosti	Godišnja vrijednost	Ekvivalentna godišnja vrijednost 2008.
Bruhn i dr.	<p>Helikopter: BK 117 A3</p> <p>Opremljen medicinski tehničarom i medicinskom sestrom</p> <p>Izvršavana u državi Massachusetts u dvije smjene po 12 sati kao dodatak zemaljskoj hitnoj službi zbog bržeg vremena reakcije (30 min)</p> <p>Primarno za pacijente s traumom i pacijente u kritičnim stanjima</p>	<p>Administrativni troškovi</p> <p>Operativni troškovi</p> <p>Troškovi medicinskih zaliha</p> <p>Troškovi održavanja</p> <p>Neplanirani troškovi</p>	<p>1 686 500</p> <p>USD</p>	<p>2 512 862</p> <p>USD</p>
Lechleuthner i dr.	<p>Cologne, Sanderbusch i Traunstein (Njemačka)</p> <p>Opremljen liječnikom i medicinski tehničarom</p> <p>Izvršavana HHMS danju (Cologne i Traunstein) u dvije smjene po 12 sati (Sanderbusch)</p> <p>Jedan pilot</p> <p>Korištena kao dodatak zemaljskoj hitnoj službi kako bi se postiglo vrijeme reakcije od 15 min</p>	<p>Troškovi osoblja (2.5 pilota, 2.5 medicinski tehničara i 2.5 liječnika)</p> <p>Troškovi održavanja</p> <p>Troškovi najma</p> <p>Operativni troškovi</p> <p>Troškovi amortizacije</p>	<p>1 575 000-</p> <p>2 500 000</p> <p>DEM</p>	<p>1 319 113–2</p> <p>093 829</p> <p>USD</p>
Nichol i dr.	<p>Helikopter: Stretched Bolkow 105</p> <p>Opremljen medicinski tehničarima</p> <p>Djelovanje 8 sati dnevno</p> <p>Jedan pilot</p>	<p>Troškovi amortizacije helikoptera</p> <p>Troškovi osoblja i obuke</p> <p>Troškovi hangara i izgradnje prikladnih</p>	<p>£594 666</p>	<p>1 278 173</p> <p>USD</p>

	Korištena kao prvi odaziv Primarno za pacijente s traumom i pacijente u kritičnim stanjima	mjesta za slijetanje Troškovi opremanja zrakoplova		
<b>Snooks i dr.</b>	<p>Cornwell: Helikopter: Stretched Bolkow 105 Opremljen medicinski tehničarima Djelovanje 8 sati dnevno Jedan pilot Korištena kao prvi odaziv Primarno za pacijente s traumom i pacijente u kritičnim stanjima London:</p> <p>Helikopter: Aerospatiale Dauphin 365N Opremljen liječnikom i medicinski tehničarom Izvršavana HHMS danju na području Londona, jedino u dnevnim satima Sussex:</p> <p>Helikopter: Bolkow 105 Opremljen liječnikom i policijskim tragačem Izvršavana HHMS danju na urbanom području Londona, u dnevnim i popodnevnim satima Jedan pilot Združene operacije sa policijskim snagama Wiltshire:</p> <p>Nema dostupnih podataka</p>	<p>Operativni troškovi helikoptera Posebna oprema i infrastruktura za slijetanje i prijenos pacijenata (prema potrebi) Troškovi posade</p>	<p>Cornwall: £594 666 London: £1 146 861 Sussex: £54 503 Wiltshire: £151 200</p>	<p>Cornwall: 1 278 173 USD London: 2 436 178 USD Sussex: 115 777 USD Wiltshire: 321 182 USD</p>
<b>Brazier i dr.</b>	<p>Helikopter: Aerospatiale Dauphin 365N Opremljen liječnikom i medicinski tehničarom Izvršavana HHMS danju na području Londona, jedino u</p>	<p>Helikopter Platforma za slijetanje Osoblje (piloti, posada, 12 služba i menadžment) Ostali</p>	£1 146 861	2 436 178 USD

	dnevnim satima	troškovi(gorivo, osiguranje, naknade itd.)		
<b>Silbergleit i dr.</b>	Podatci nisu dostupni.	Troškovi osoblja Troškovi amortizacije Operativni troškovi Administrativni troškovi Troškovi osiguranja Troškovi medicinskih zaliha	4 761 524 USD	5 571 578 USD

Zaključak studije koja je prikupila podatke prikazane u tablici 6. je da je potrebno uključiti sve vrste pacijenata u operacije HHMS-a kako bi se postigla najveća isplativost uvođenja usluge. [14] U Hrvatskoj će se HHMS koristiti za sve pacijente s otoka zbog trenutnog predugog vremena reakcije medicinskih službi uzrokovano lošom prometnom povezanosti te će se time postići zadovoljavajuća razina iskoristivosti usluge.

## 5. Pregled i analiza prikladnih metoda za procjenu troškova održavanja

Postoje razne metode za procjenu direktnih operativnih troškova eksploatacije zrakoplova. Metode se primjenjuju u početnoj fazi projekta kako bi se predvidio iznos troškova i na temelju procjene odabrao najbolji model pružanja usluge, tip zrakoplova, sustav održavanja itd. [10].

### 5.1. Odabir prikladne metode za procjenu troškova održavanja

U literaturi je predloženo nekoliko metoda za procjenu operativnih troškova u fazi koncepta, posebice izravnih operativnih troškova. Zapravo, teško je pronaći formulu koja se može koristiti za procjenu indirektnih operativnih troškova. Ti su troškovi usko povezani s načinom na koji zračni prijevoznici odluče poslovati. Među suvremenim metodama je metoda Liebecka i sur. [15] koji za izračun direktnih operativnih troškova predlažu DOC+ I (*direct operating costs + interest*) metodu. Metoda DOC+I ažurirana je metoda Udruge za zračni promet (ATA) i pruža skup empirijskih formula za procjenu izravnih operativnih troškova. DOC + I metoda razmatra sljedeće stavke troškova:

- letačko i kabinsko osoblje
- održavanje
- naknade za slijetanje
- naknade za navigaciju
- gorivo
- amortizacija
- kamate
- osiguranje.

Ostale metode za procjenu operativnih troškova zrakoplova uključuju AEA metodu Europske udruge zrakoplovnih društava objavljenu 1989. godine. [11] i ekonomski model da od NASA-e (*National Aeronautics & Space Administration*) [16] temeljen na operativnim troškovima koje je imalo 67 američkih zrakoplovnih prijevoznika 1999. godine. Glavno

ograničenje gore navedenih metoda je pristup uzet za procjenu troškova održavanja koji se rastavlja na direktne troškove održavanja (DTO) i teret održavanja tj. indirektne troškove održavanja [17].

DOT uključuju izravne troškove rada i materijala potrebne za aktivnosti održavanja trupa zrakoplova i motora. Indirektni troškovi održavanja uključuju režijske troškove zračnog prijevoznika, troškove nabave i održavanja opreme i alata, zgrada, objekata i ostale režijske troškove. Ukratko, dostupne metode izračunavaju doprinos troškova održavanja konstrukcija i motora bez razmatranja učinaka sustava zrakoplova. Procjena troškova održavanja na razini podsustava pomaže u procjeni utjecaja specifičnih arhitektura i tehnologija sustava u zrakoplovu. Na primjer, za razliku od tradicionalnih metoda procjene troškova održavanja, metodologije za procjenu troškova održavanja na razini sustava podložne su usvajanju modernih, pretežno električnih konfiguracija (npr. *fly-by-wire*) te se stoga ne preporučuju sa stajališta troškova [17].

#### 5.1.1. ATA metoda

ATA (*Air Transport Association of America*) metoda proračuna direktnih operativnih troškova datira od 1944. godine. Metoda se temelji na statističkim podacima operiranja Douglas DC serije zrakoplova. Tijekom godina metoda je modificirana u skladu s tehnološkim promjenama. Nastala je kao potreba za kvantificiranjem ekonomskih pokazatelja neposrednog prometovanja zrakoplova. Primjenjiva je kako za zrakoplovne operatore, za odabir zrakoplova za određenu prometnu liniju, tako i od strane proizvođača zrakoplova za planiranje proizvodnje zrakoplova za određeno tržište [10].

ATA metoda spada u kategoriju *cost-benefit* analiza te predstavlja aproksimaciju kompleksnog ekonomskog modela s velikim brojem varijabli koja daje rezultate približne realnim uz korištenje jednostavnih matematičkih metoda. Cilj ATA DOC metode je standardizacija načina kojim se obavlja usporedba ekonomskih pokazatelja prometovanja zrakoplova. Metoda je bazirana na vremenskom razdoblju od godine dana, koje u određenim slučajevima može predstavljati ograničavajući faktor naročito kad se uzmu u obzir veći radovi održavanja koji imaju razdoblja obavljanja veća od godine dana. Stvarni troškovi variraju s obzirom na promjene cijene goriva, radnim ugovorima, cijenom rezervnih dijelova itd. [10].

ATA DOC metoda daje aproksimaciju temeljenu na statističkim podacima velikog broja zračnih operatora, temeljena je na statističkom prosjeku tako da daje približan rezultat. Na točnost rezultata prilikom komparativnih analiza zrakoplova ne utječu varijable stohastičke prirode budući da se za promatrani vremenski period kreću istim trendom. Jedan od najnepredvidljivijih elemenata ATA DOC metode su troškovi održavanja, odnosno količina posla predviđenog za održavanje. ATA DOC metoda ovdje također koristi aproksimaciju temeljenu na statističkom praćenju. Tehnološki razvoj zrakoplova odnosno njegovih sustava, povećanje pouzdanosti, uvođenje *fly-by-wire* sustava ima za posljedicu konstantan trend modificiranja parametara. Distribucija radnih sati potrebnih za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) i radnih sati potrebnih za održavanje motora varira ovisno o vrsti zrakoplova i motora te ovisno starosti motora. Radni sati potrebni za održavanje motora čine između 10% i 50% ukupnih radnih sati održavanja [17].

Sukladno istraživanju Roskama [10], troškovi se izražavaju u USD po nautičkoj milji , i mogu se izračunati prema izrazu [10]:

$$DOT_{\text{održa}} = C_{lab/ap} + C_{lab/eng} + C_{mat/ap} + C_{mat/eng} + C_{amb}$$

gdje su:

- $C_{lab/ap}$  - troškovi radne snage potrebne za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) u USD/NM
- $C_{lab/eng}$  - troškovi radne snage potrebne za održavanje motora zrakoplova u USD/NM
- $C_{mat/ap}$  - troškovi materijala za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) u USD/NM
- $C_{mat/eng}$  - troškovi materijala za održavanje motora zrakoplova u USD/NM
- $C_{amb}$  - režijski troškovi održavanja u USD/NM.

Troškovi radne snage potrebne za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) ( $C_{lab/ap}$ ) izračunavaju se:

$$C_{lab/ap} = \frac{1,03 \times (MHR_{mapbl} \times Rl_{ap})}{V_{bl}}$$

gdje su [10]:

- **1,03** - ne prihodovani faktor koji uključuje dodatne troškove održavanja zbog kašnjenja
- $MHR_{mapbl}$  - broj radnih sati potrebnih za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) po blok satu
- $RI_{ap}$  - cijena radnog sata na održavanju konstrukcije zrakoplova i sustava (bez motora) u USD/NM
- $V_{bl}$  - blok brzina tj. blok udaljenost/blok vrijeme.

Troškovi radne snage potrebne za održavanje motora zrakoplova po jednoj nautičkoj milji se računaju prema sljedećem obrascu [10]:

$$C_{lab/eng} = \frac{1,03 * (1,3) * N_e * MHR_{mengbl} * RI_{eng}}{V_{bl}}$$

gdje su :

- **1,3** - faktor radne snage ovisne o ciklusu leta
- $N_e$  - broj motora na zrakoplovu
- $MHR_{mengbl}$  - broj radnih sati potrebnih za održavanje motora po blok satu
- $RI_{eng}$  - cijena radnog sata na održavanju motora.

Troškovi materijala za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) po jednoj nautičkoj milji se računaju prema sljedećem obrascu:

$$C_{mat/aplhr} = \frac{1,03 * C_{mat/aplhr}}{V_{bl}}$$

gdje su  $C_{mat/aplhr}$  troškovi materijala za održavanje konstrukcije i sustava zrakoplova (bez motora) po blok satu. [10]

Troškovi materijala za održavanje motora zrakoplova po jednoj nautičkoj milji iznose:

$$C_{mat/eng} = \frac{1,03(1,3) * N_e * C_{engblhr}}{V_{bl}}$$

gdje je  $C_{engblhr}$  troškovi materijala za održavanje motora zrakoplova po blok satu. [10]

Režijski troškovi održavanja pokrivaju troškove rasvjete, grijanja, administrativne troškove u vezi s održavanjem i sl. Računaju se po formuli:

$$C_{amb} = 1,03 * \frac{f_{\frac{amb}{lab}}(MHR_{mapbl} * Rl_{ap} + N_e * MHR_{mengbl} + Rl_{eng}) + f_{\frac{amb}{apblhr}} * (c_{\frac{mat}{apblhr}} + N_e * C_{\frac{mat}{engblhr}})}{V_{bl}}$$

gdje su  $f_{\frac{amb}{lab}}$  i  $f_{\frac{amb}{apblhr}}$  faktori raspodjele između troškova radne snage i materijala za održavanje, a procjenjuju se od 0,80 do 1,4 odnosno od 0,2 do 0,7. [10]

Troškovi goriva i ulja po nautičkoj milji prema ATA metoda se mogu izračunati pomoću formule:

$$C_{pol} = \left(\frac{WF_{bl}}{R_{bl}}\right) * \left(\frac{FP}{FD}\right) * \left(\frac{Wol_{bl}}{R_{bl}}\right) * \left(\frac{OLP}{OD}\right)$$

gdje su :

- **WF<sub>bl</sub>**- blok gorivo u lbs
- **R<sub>bl</sub>** - lok udaljenost u NM
- **FP** - cijena goriva u USD/gal
- **FD** - gustoća goriva u lbs/gal
- **Wol<sub>bl</sub>**- težina ulja i maziva u lbs/NM
- **OLP**- cijena ulja i maziva u USD/gal
- **OD**- gustoća ulja u lbs/gal. [10]

Alternativna metoda za predviđanje troškova ulja i maziva je da se pretpostavi da oni iznose 5% od troškova goriva što vodi slijedećem obrascu [10].

$$C_{pol} = 1,05 * \left(\frac{WF_{bl}}{R_{bl}}\right) * \left(\frac{FP}{FD}\right)$$

Troškovi letaćkog osoblja po ATA metodi računaju se s obzirom na udaljenost te troškovi letaćkog osoblja po jednoj nautičkoj milji iznose [10]:



$$C_{crew} = 1, \sum nc_j * \left[ \frac{(1 + K_j)}{V_{bl}} \right] * \frac{SAL_j}{AH_j} + \frac{TEF_j}{V_{bl}}$$

gdje su:

- $nc_j$ - broj članova posade tipa j
- $K_j$  - faktor koji pokriva godišnje odmore, troškove obuke, premije, osiguranje
- $V_{bl}$  - blok brzina (NM/h)
- $SAL_j$  - godišnja plaća člana posade tipa j
- $AH_j$ - godišnji broj sati leta za člana posade tipa j
- $TEF_j$ - trošak nastao na putovanju za člana posade j (obično je jednak za sve j).

Direktni operativni troškovi koji nastaju pri amortizaciji prikazani su u sljedećoj jednadžbi [10]:

$$DOT_{amort} = C_{dap} + C_{deng} + C_{dprp} + C_{dav} + C_{dapsp} + C_{dengsp}$$

gdje je:

- $C_{dap}$  - troškovi amortizacije konstrukcije zrakoplova (bez motora, elise, sustava zrakoplova i rezervnih dijelova) u USD/NM
- $C_{deng}$  - troškovi amortizacije motora zrakoplova (bez elise) u USD/NM
- $C_{dprp}$  - troškovi amortizacije elise u USD/NM
- $C_{dav}$  - troškovi amortizacije sustava zrakoplova u USD/NM
- $C_{dapsp}$  - troškovi amortizacije rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova u USD/NM
- $C_{dengsp}$  - troškovi amortizacije rezervnih dijelova motora u USD/NM.

Trošak amortizacije konstrukcije zrakoplova po nautičkoj milji može se procijeniti pomoću formule [10]:

$$C_{lab/eng} = \frac{F_{dap} * (AEP - N_e * EP - N_p * PP - ASP)}{DP_{ap} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{dap}$  - faktor amortizacije konstrukcije zrakoplova
- $AEP$  - cijena zrakoplova u USD
- $N_e$  - broj motora na zrakoplovu
- $EP$  - cijena motora
- $N_p$  – broj propelera
- $PP$  – cijena propelera
- $ASP$  – cijena avionskih sustava
- $DP_{ap}$  – razdoblje amortizacije konstrukcije zrakoplova
- $U_{annbl}$  – godišnji nalet u blok satima
- $V_{bl}$  - blok brzina (NM/h).

Trošak amortizacije motora po jednoj nautičkoj milji mogu se odrediti iz [10]:

$$C_{deng} = \frac{F_{deng} * N_e * EP}{DP_{eng} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{deng}$  - faktor amortizacije motora
- $DP_{eng}$  – razdoblje amortizacije motora.

Trošak amortizacije elise po jednoj nautičkoj milji jednak je [10]:

$$C_{dprp} = \frac{F_{dprp} * N_e * EP}{DP_{prp} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{dprp}$  - faktor amortizacije elise

- $DP_{prp}$  – razdoblje amortizacije elise.

Trošak amortizacije sustava zrakoplova po jednoj nautičkoj milji računa se:

$$C_{dav} = \frac{F_{dav} * ASP}{DP_{av} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{dav}$  - faktor amortizacije avionskih sustava
- $DP_{pav}$  – razdoblje amortizacije avionskih sustava. [10]

Troškovi amortizacije rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova po jednoj nautičkoj milji računaju se [10]:

$$C_{dapsp} = \frac{F_{dapsp} * F_{apsp} * (AEP - N_e * EP)}{DP_{apsp} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{dapsp}$  - faktor amortizacije rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova
- $F_{apsp}$  - faktor rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova (jednak je omjeru cijene rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova i cijene zrakoplova bez motora)
- $DP_{apsp}$  – razdoblje amortizacije rezervnih dijelova konstrukcije zrakoplova.

Troškovi amortizacije rezervnih dijelova motora zrakoplova po jednoj nautičkoj milji računaju se [10]:

$$C_{dengsp} = \frac{F_{dengsp} * F_{engsp} * N_e * EP * ESPPF}{DP_{engsp} * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $F_{dengsp}$  - faktor amortizacije rezervnih dijelova motora zrakoplova

- $F_{engsp}$  - faktor rezervnih dijelova motora zrakoplova (jednak je omjeru cijene rezervnih dijelova motora zrakoplova i cijene motora zrakoplova)
- $ESPPF$  - faktor rezervnih dijelova motora ovisan o proizvođaču; za slučaj da je zbroj cijena svih komponenti motora upravo jednak cijeni motora  $ESPPF = 1$ , preporuča se uzeti da je  $ESPPF = 1,5$
- $DP_{engsp}$  – razdoblje amortizacije rezervnih dijelova motora.

Troškovi amortizacije jednaki su [10]:

$$C_{depr} = \frac{P_{AP} * AP}{N_y * U_{annbl} * V_{bl}}$$

gdje su:

- $P_{ap}$  - postotak vrijednosti zrakoplova koji se amortizira, ako nije drugačije naznačeno  $P_{AP}=0,9$
- $AP$ - cijena zrakoplova
- $N_y$  – predviđen broj godina amortizacije aviona.

Direktni operativni troškovi u vezi kamata iznose do 7% ukupnih direktnih operativnih troškova eksploatacije zrakoplova te se taj podatak može koristiti za procjenu ovih troškova. ( $C_{fin} = 0,07$  DOC).

Troškovi kamata na liniji duljine D u USD se mogu izračunati prema slijedećem obrascu [10]:

$$C_{fin} = \frac{k_{fin} * AP * tb}{U_{annbl}}$$

$$k_{fin} = \frac{i * (1 + i)^{N_y}}{(1 + i)^{N_y} - 1}$$

gdje su:

- $i$  - godišnja kamatna stopa
- $AP$  - cijena zrakoplova spremnog za uporabu
- $U_{annbl}$  – godišnje iskorištenje u blok satima
- $N_y$  – broj godina otplate kredita. [10]

Troškovi osiguranja na liniji duljine  $D$  u USD se mogu izračunati prema slijedećem obrascu:

$$C_i = \frac{k_i * AP * tb}{U_{annbl}}$$

gdje je  $k_i$  stopa osiguranja zrakoplova i uobičajena vrijednost je 0,005.

## 5.2. Metode za proračun održavanja helikoptera

Metoda koja će se u ovom diplomskom radu koristiti za izračun udjela troškova održavanja biti će usporedba provedenih studija. Za izračun ukupnih materijalnih troškova i udjela troškova održavanja koristit će se studija provedena 2022. godine u Mađarskoj pod nazivom „*Cost dynamics of helicopter emergency services: A Hungarian example*“ [18].

Mađarska je do 2019. godine zadaće HHMS provodila helikopterima unajmljenim od Austrijske Medicinske Zračne Službe (*Austrian Air Ambulance*) te je 2019. godine Mađarska policija nabavila je devet prethodno rabljenih helikoptera EC 135 P2+ od Norveške za potrebe Mađarske HHMS (*Hungarian Air Ambulance*). Sedam od devet helikoptera je operativno dok se dva koriste kao rezerve. Helikopteri su opremljeni za noćno letenje, a raspoređeni su u 7 baza, radi toga jedan helikopter po bazi.

Troškovi osoblja čine najveći dio direktnih operativnih troškova, čak 67% ukupnih troškova. Mađarski model izvršavanja operacija HHMS-a se također fokusira na pružanje što više pomoći na licu mjesta te posadu helikoptera zbog toga čine pilot, liječnik i medicinski tehničar letač koji ima dvostruku ulogu. Udio plaća u ukupnom iznosu prikazan je u grafikonu 2. U studiji se navodi da, osim relativno niskih plaća, drugi najveći problem ove službe je starost pilota koji su većina stariji od 55 godina, a služba je usvojila načelo civilnog zrakoplovstva da se piloti umirove nakon 60. godine. Ipak, starije pilote to ne ugrožava jer ne postoje pokazatelji povećanog rizika u odnosu na mlađe pilote [18].

Troškovi obuke ubrajaju troškove obuke pilota na simulatorima koji se temelje na godišnjem broju sati naleta te se očekuju da ostanu fiksni jer se godišnje očekuje isti broj sati naleta na simulatoru te troškove obuke tehničara. Obuka tehničke službe se obavlja jednom te se troškovi obuke tehničara zbog toga ne uračunavaju u proračun direktnih operativnih troškova.

Troškovi goriva čine najveći udio indirektnih operativnih troškova te su važan faktor pri odabiru helikoptera kojim će se izvršavati zadaće. Mađarska HHMS nabavila je rabljenje helikoptere Airbus EC-135 P2+ opremljene sa dva motora Pratt & Whitney čija prosječna potrošnja goriva iznosi 204.5 kg/h. Na helikopterima su napravljene dvije preinake, prvo su ugradili pomoćne spremnike kako bi povećali ukupni dolet helikoptera te je promijenjena oprema kako bi helikopter bio prilagođeniji vremenskim uvjetima u Mađarskoj za razliku od vremenskih uvjeta koji su prisutni u Norveškoj. Modifikacijom opreme smanjena je ukupna masa zrakoplova za 40kg.

Troškovi održavanja su podijeljeni u tri grupe: održavanje trupa, održavanje motora i linijsko održavanje. Troškovi održavanja trupa i motora ponašaju se kao direktni operativni troškovi te na godišnjoj razini ne iznose puno, no kako se približava razdoblje remonta (osam godina) oni se povećavaju te operator mora snositi znatne troškove, a najviši dio čine troškovi remonta motora. Troškovi održavanja trupa i motora prikazani su kao troškovi po satu naleta uključujući troškove predviđenih remonta, nepredviđene troškova održavanja i troškove preinake opreme koji su karakteristični za rano razdoblje eksploatacije zrakoplova. Kao dodatni izvor optimizacije, operateri mogu koristiti zalihe dobavljača koji uvijek drže zalihe najčešće korištenih dijelova, čime se dramatično smanjuje vrijeme na održavanju. Nakon što se dio iskoristi tj. kada dođe vrijeme za zamjenu dijela helikoptera dobavljač automatski šalje novi set dok se troškovi ne pokrivaju odmah. Linijsko održavanje za mađarsku HHMS čine vanjski suradnici predvođeni tvrtkom Aeroplex Ltd, državnim gospodarskim subjektom koji se bavi održavanjem zrakoplova [18].

U tablici 5 vidi se izvješće o troškovima mađarske HHMS-a za 2020. godinu po satu naleta HHMS-a helikopterima Airbus H135.

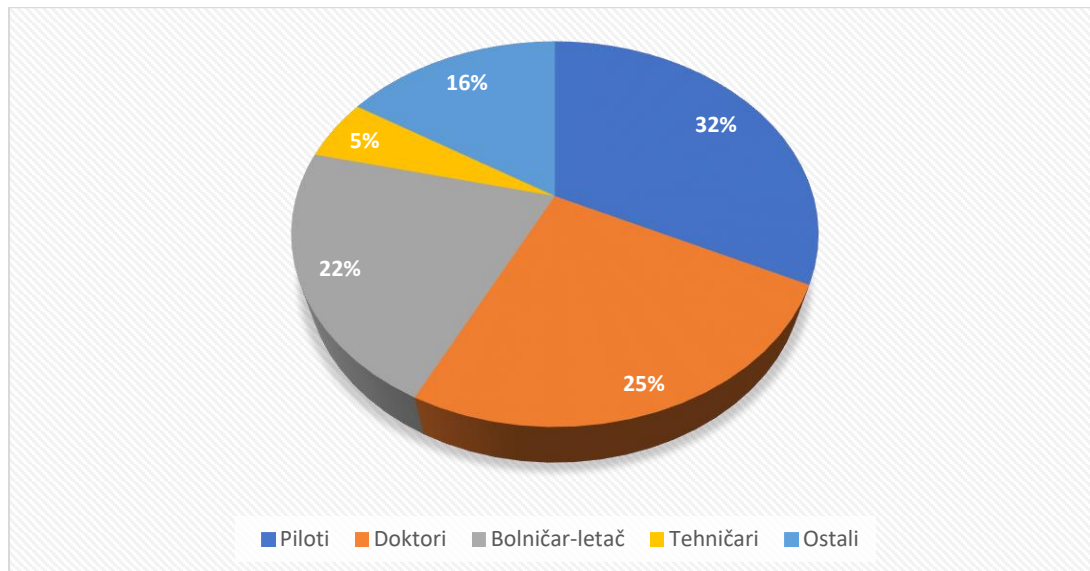
U posljednja dva stupca izračunata je današnja vrijednost u eurima i uzimajući u obzir prosječan postotak od 15% doprinosa na plaću s obzirom na područja obavljanja usluga

HHMS (Zagreb, Split, Osijek, Rijeka). Ekvivalentna vrijednost u Hrvatskoj izračunata je na temelju ekonomskih podataka razlika prosječnih plaća i cijena u Hrvatskoj i Mađarskoj. Cijene goriva su izračunate na temelju tržišne vrijednosti litre goriva u travnju 2023., a cijena održavanja i obuke će ostati iste jer je to specijalizirana djelatnost koju provode većinom isti subjekti pa na cijene iz studije utječe samo stopa inflacije koja povećava troškove.

**Tablica 7.** Troškovi po satu naleta mađarske hitne helikopterske medicinske službe za 2020. godinu [18] [19] [20]

	Jedinica	Iznos	Ekvivalentna vrijednost za ožujak 2023.	Ekvivalentna vrijednost u Hrvatskoj
Gorivo	EUR/h	93.92	109.89	131.39
Obuka	EUR/h	48.1	55.79	55.79
Medicinske potrepštine	EUR/h	33.6	38.97	15.98
<b>Ukupni iznos prve grupe troškova</b>	EUR/h	175.62	204.66	203.16
Održavanje trupa	EUR/h	450	521.95	521.95
Održavanje motora	EUR/h	306.4	355.39	355.39
Linijsko održavanje	EUR/h	252.1	292.41	292.41
<b>Ukupni troškovi održavanja</b>	EUR/h	1 008.5	1 169.75	1 169.75
<b>Ukupni troškovi resursa</b>	EUR/h	1 184.12	1 374.41	1 372.91
Plaće pilota	EUR/h	381.7	442.73	419.27
Plaće liječnika	EUR/h	298.0	345.65	327.33
Plaće medicinski tehničar	EUR/h	253.6	294.15	278.56
Plaće tehničkog osoblja	EUR/h	61.6	71.45	67.66
<b>Ukupan iznos plaća</b>	EUR/h	994.9	1 153.97	1 092.82
Iznos društvenih doprinosa i sl.	% plaće	15%		
<b>Ukupni troškovi osoblja</b>	EUR/h	1 144.135	1 327.07	1 256.75
<b>Ukupni troškovi po satu (bez održavanja)</b>	EUR/h	1 319.755	1 531.72	1 459.91
<b>Ukupni troškovi po satu (sa održavanjem)</b>	EUR/h	2 328.255	2 701.47	2 629.66

Odnos troškova za plaćanje osoblja prikazan je u grafikonu 2. Valja napomenuti da plaće navedene u tablici čine 83% ukupnih troškova za plaće. Plaće administrativnog osoblja i pomoćnog osoblja čine 17% troškova.



**Grafikon 2.** Udio pojedinih plaća osoblja u ukupnim troškovima plaća [18]

Mađarska HHMS je u 2021. godini planirala provesti godišnju obuku pilota na simulatoru u okvirnoj vrijednosti od 100 000 EUR te praktičnu obuku novih pilota u vrijednosti od 18 500 EUR. Takvi troškovi se ponavljaju na godišnjoj razini i smatraju se fiksnima te se izračunavaju s obzirom na planirani broj sati naleta za 2021. koji iznosi 2398 sati. Planirana je i obuka tehničara u vrijednosti od 66 690 EUR, međutim školovanje tehničkog osoblja se smatra jednokratnim ulaganjem jer nakon što se tehničko osoblje obučila za obavljanje određene djelatnosti ne ponavljaju se troškovi takvih obuka te se ti troškovi isključuju iz proračuna troškova. Troškovi goriva izračunavaju se umnoškom prosječne potrošnje po satu i tržišne cijene goriva. Na temelju informacija koje su javno dostupne u dodatnim bilješkama Mađarske zračne hitne pomoći, poznato je da je prosječna cijena kerozina bila 0.45929 EUR po litri u Mađarskoj [18]. S obzirom na prosječnu potrošnju od 204.5 kg/h, troškovi goriva po satu leta su iznosili 94 EUR. Prema proračunu za godišnji nalet u 2020. godini (2221 sati naleta) potrošeno je 333 735 EUR [18].

Dobiveni rezultati jednaki su 93.4% stvarnih troškova prema izvješću što je sasvim precizan izračun kad se uzme u obzir da se radi o prosječnoj potrošnji goriva na koju mogu utjecati mnogi uvjeti eksploatacije.



Troškovi održavanja su procijenjeni na 450 EUR po satu za održavanje trupa i 153.3 EUR po satu za održavanje jednog motora. Što se tiče troškova linijskog održavanja uzima se u obzir pravilo da su jednaki jednoj trećini vrijednosti troškova održavanja trupa i motora [18].

Studija „*Costing of helicopter emergency services- a strategic simulation based on the example of a German rural region*“ [21] provedena 2020. godine u Njemačkoj od strane Röper-a i sur. pokazuje prosječnu vrijednost troškova održavanja 243.8 EUR po zadaći, uzme li se obzir da je prosječno trajanje leta helikoptera pri izvršavanju zadaća HHMS od petnaest do dvadeset i pet minuta, uzima se u obzir da je procjena troškova održavanja prikazana u tablici 5. zadovoljavajuća [21].

Prema Röper-u [21] ukupni troškovi HHMS po minuti mogu se i izračunati po formuli [21]:

$$K = a + p + o + v +$$

$$\sum_{d=1}^4 \text{trunc} \left( \frac{r + (1 - \alpha) * t * x + \alpha * x * t * m + t * (y + z + w)}{u_d} \right) * c_d +$$

$$\sum_{d=1}^4 \text{trunc} \left( \frac{r * s + (1 - \alpha) * x * b_x + \alpha * b_x * x * n + y * b_y + z * b_z + w * b_w}{e_d} \right) * f_d +$$

$$\text{trunc} \left( \frac{\alpha * x + r}{g} \right) * h + i * (x + y) + j * (z + w) +$$

$$l * [(1 - \alpha) * x * b_x + y * b_y + z * b_z + w * b_w + \alpha * b_x * x * n]$$

a – fiksni troškovi za standardne operacije u eurima

p – fiksni troškovi osoblja za standardne operacije u eurima

o – dodatni troškovi za specijaliziranu opremu u eurima

v – dodatni troškovi osoblja za operacije sa specijaliziranom opremom

trunc – vraća cijeli broj i uklanja razlomke

r – fiksni broj pokretanja godišnje pri operacijama sa specijaliziranom opremom

$\alpha$  – udio primarnih misija sa specijaliziranom opremom

t – broj pokretanja po zadaći

x – broj primarnih dnevnih zadaća

$b_x$  – prosječna naplata primarnih dnevnih misija

$b_y$  – prosječna naplata primarnih noćnih misija

$b_z$  – prosječna naplata sekundarnih dnevnih misija

gdje su:

c – troškovi održavanja koji ovise o broju pokretanja

s – prosječno trajanje letova za obuku sa specijalnom opremom

n – korektivna varijabla za naplativo trajanje misije

f – troškovi održavanja ovisni o satu naleta

e – interval održavanja ovisnog o satu naleta

d – interval održavanja

g – interval održavanja vitla za spašavanje ovisnog o upotrebi

l – prosječna potrošnja goriva po minuti

h – troškovi održavanja vitla za spašavanje

i – troškovi medicinskog potrošnog materijala pri primarnim zadaćama

j – troškovi medicinskog potrošnog materijala pri sekundarnim zadaćama. [21]

Studija koja postavlja ovaj model izračuna troškova HHMS-a primarne zadaće definira kao zadaće u kojima je potrebna što brža intervencija kako bi služba došla i preuzela pacijenta u helikopter te ga prevezla do najbliže medicinske ustanove koja je najopremljenija za rješavanje slučaja. HHMS za to koristi specijaliziranu opremu koju čine statički kabeli, vitla i dizalice [21].

## 6. Izračun udjela troškova održavanja helikoptera Airbus H135 u ukupnim operativni troškovima pri eksploataciji za zadaće HHMS

U Republici Hrvatskoj biti će ustrojene 4 baze hitne helikopterske medicinske službe u Zagrebu, Splitu, Osijeku i Rijeci [6]. Troškove infrastrukture na prostorima osiguranim snosi ministarstvo zdravstva. Ti troškovi obuhvaćaju [6]:

- Operativno središte za rad i boravak posade će uključivati prostoriju za pripremu HHMS posade, prostorije za osoblje za potporu letenju, prostorije za odmor HHMS posade i zajednički prostor za dnevni boravak i odmor.
- Hangarsko-skladišni prostor (hangar) će biti minimalnih dimenzija od 17 metara dužine i 15 metara širine bez prepreka, uz vrata od najmanje 10 metara širine i najmanje 5,5 metara visine. Prostor hangara će služiti za dežuranje helikoptera, njegovo linijsko održavanje i osiguranje plovidbenosti, kao i prostor za skladištenje zrakoplovne i medicinske opreme i pohranu materijala.
- Stajanka za helikoptere ispred hangara bit će minimalnih dimenzija 50 metara dužine i 50 metara širine, a prostor će se koristiti za operativne radnje na helikopterima, ali i za slijetanje/polijetanje helikoptera.
- Heliodrom će se sastojati od jedne jedinice za završni prilaz i polijetanje (*Final approach and take-off area, FATO*) u skladu s Uredbom (EU) 2018/1139 površine ovisne o dijametru rotora ponuđenog tipa helikoptera, odnosno, planirana je minimalna FATO površina od 24,5 x 24,5 m.

Minimalan preporučeni broj ključnog osoblja po bazi HHMS je tri pilota i tri člana medicinskog osoblja. U slučaju da baza provodi noćne operacije potrebno je 5 pilota jer posadu za noćno letenje čine dva pilota, a kako bi osigurali stopostotnu operativnost uvjet su dvije posade po zrakoplovu.

Operater zapošljava i medicinske tehničare koji ovisno o situaciji imaju dvostruku ulogu, dužan ih je osposobiti tj. školovati za izvršavanje te zadaće. Medicinsko osoblje će vjerojatno biti na dežurstvima iz obližnjih medicinskih ustanova hitne pomoći, iako operateru

sigurno ostaje opcija da zaposli vlastite doktore koje će obučiti za zadaće HHMS-a i koordinaciju sa medicinskim ustanovama na području rada [6].

Helikopteri će se linijski održavati u hangarima koji će operatoru biti ustupljen od Ministarstva zdravstva, a operator je dužan zaposliti i školovati tehničare ili ugovoriti sa drugim gospodarskim subjektom najam tehničara.

Operativni sati naleta baza HHMS iznose [6]:

- Split – 600 sati naleta mjesečno, 4 200 sati naleta u razdoblju od 7 godina
- Rijeka – 450 sati naleta mjesečno, 3 150 sati naleta u razdoblju od 7 godina
- Zagreb – 250 sati naleta mjesečno, 1 750 sati naleta u razdoblju od 7 godina
- Osijek – 200 sati naleta mjesečno, 1 400 sati naleta u razdoblju od 7 godina.

Na temelju podataka izračunatih u tablici 7. i mjesečnog broja sati naleta izračunati su mjesečni troškovi za svaku pojedinu bazu HHMS te prikazani u tablici 8.

**Tablica 8.** Proračun mjesečnih troškova za 2023. po bazi HHMS [6] [18]

<b>HHMS baza Split – prosječno 50 sati naleta mjesečno</b>		
<b>Opis troškova</b>	<b>Iznos troška [EUR/h]</b>	<b>Mjesečni iznos troškova [EUR]</b>
Gorivo	131.39	6 569.5
Obuka	55.79	2 789.5
Medicinske potrepštine	15.98	799
Održavanje trupa	521.95	26 097.5
Održavanje motora	355.39	17 769.5
Linijsko održavanje	292.41	14 620.5
Plaće pilota	419.27	20 963.5
Plaće doktora	327.33	16 366.5
Plaće medicinski tehničar	278.56	13 928
Plaće tehničara	67.66	3 383
<b>Ukupni troškovi po satu</b>	<b>2 629.66</b>	<b>131 483</b>
<b>HHMS baza Rijeka – prosječno 37.5 sati naleta mjesečno</b>		
<b>Opis troškova</b>	<b>Iznos troška [EUR/h]</b>	<b>Mjesečni iznos troškova [EUR]</b>

Gorivo	131.39	4 927.125
Obuka	55.79	2 092.125
Medicinske potrepštine	15.98	599.25
Održavanje trupa	521.95	19 573.125
Održavanje motora	355.39	13 327.125
Linijsko održavanje	292.41	10 965.375
Plaće pilota	419.27	15 722.625
Plaće doktora	327.33	12 274.85
Plaće medicinski tehničar	278.56	10 446
Plaće tehničara	67.66	2 537.25
Ukupni troškovi	2 629.66	98 612.25

#### HHMS baza Zagreb – prosječno 21 sat naleta mjesečno

Opis troškova	Iznos troška [EUR/h]	Mjesečni iznos troškova [EUR]
Gorivo	131.39	2759.19
Obuka	55.79	1 171.59
Medicinske potrepštine	15.98	335.58
Održavanje trupa	521.95	10 960.95
Održavanje motora	355.39	7 461.09
Linijsko održavanje	292.41	6 140.61
Plaće pilota	419.27	8 804.67
Plaće doktora	327.33	6 873.93
Plaće medicinski tehničar	278.56	5 849.76
Plaće tehničara	67.66	1 420.86
Ukupni troškovi	2 629.66	55 222.86

#### HHMS baza Osijek – prosječno 17 sati naleta mjesečno

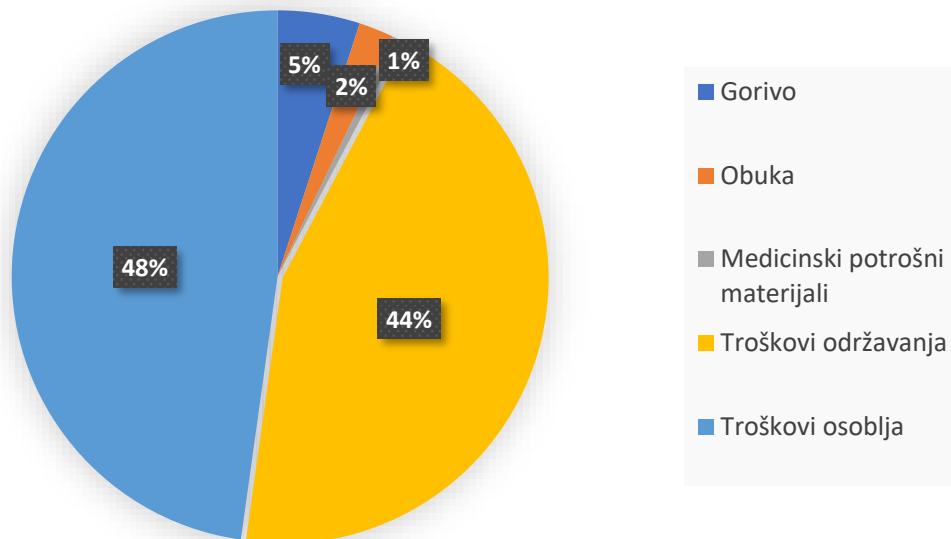
Opis troškova	Iznos troška [EUR/h]	Mjesečni iznos troškova [EUR]
Gorivo	131.39	2 233.63
Obuka	55.79	271.66
Medicinske potrepštine	15.98	3 196
Održavanje trupa	521.95	8 873.15
Održavanje motora	355.39	6 041.63

Linijsko održavanje	292.41	4 970.97
Plaće pilota	419.27	7 127.59
Plaće doktora	327.33	5 564.61
Plaće medicinski tehničar	278.56	4 735.52
Plaće tehničara	67.66	1 150.22
Ukupni troškovi	2 629.66	44 704.22
Mjesečni iznos troškova za sve četiri baze HHMS-a		330 022.33
Godišnji troškovi za sve četiri baze HHMS-a		3 960 267.96
Troškovi za sve četiri baze HHMS-a za razdoblje od 7 godina		27 721 875.72

Iz rezultata proračuna može se primijetiti da je iznos godišnjih troškova proračunat u tablici 6. dosta veći od troškova stručnih studija navedenih u tablici 4. Međutim, promatramo li iznose iz tablice 4. i njihovu današnju vrijednost tj. uračunamo li povećanje vrijednosti zbog dinamike tržišta, ekonomskih uvjeta i uvjeta i utjecaja inflacije rezultati su približno slični. Za primjer, studija koju je proveo Gearhart „*Cost-Effectiveness Analysis of Helicopter EMS for Trauma Patients. Annals of Emergency Medicine*“ [13] navodi godišnje troškove u iznosu od 2 235 951 USD što odgovara današnjoj vrijednosti od 4 197 080.26, razlika u rezultatima je samo 6% u dobivenim rezultatima.

Valja napomenuti da su isključeni troškovi nabavke helikoptera. Cijena novog helikoptera iznosi oko 5 500 000 EUR, s obzirom da je Hrvatskoj potrebno minimalno 5 helikoptera (četiri operativna i jedan rezervni), kupan iznos nabavke novih helikoptera iznosio bi 27 500 000 EUR. S obzirom na visoku cijenu nabavke nove flote i relativno kratko razdoblje eksploatacije od 7 godina, pretpostavlja se da će se ići u nabavku rabljenih helikoptera čija cijena se kreće od 400 000 - 5 500 000 EUR. Prema tome, preostala sredstva u iznosu od 22 678 124.28 EUR će se rasporediti za troškove nabavke zrakoplova, opreme, softvera i ostale potrebne infrastrukture.

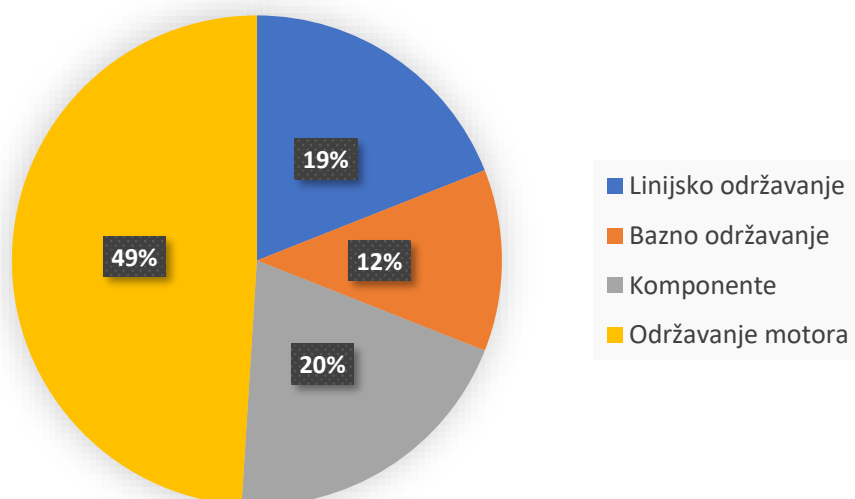
Udio troškova održavanja u godišnjim troškovima prikazan je u grafikonu 3.



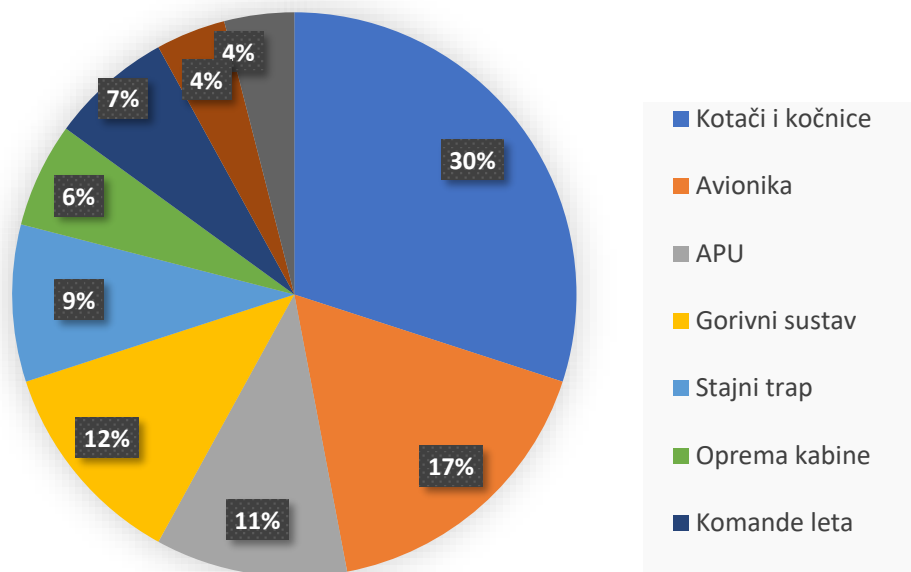
**Grafikon 3.** Udio troškova održavanja u ukupnim troškovima

Procjena se slaže sa ostalim studijama koje također tvrde da najveći dio troškova otpada na pokrivanje plaći osoblja, a drugu glavninu troškova čine troškovi održavanja. Ukupni godišnji troškovi održavanja procjenjuju se na 1 754 625 EUR godišnje što čini 44% od ukupnog godišnjeg troška od 3 960 268 EUR. Tijekom sedmogodišnjeg razdoblja troškovi održavanja se procjenjuju na 12 282 375 EUR.

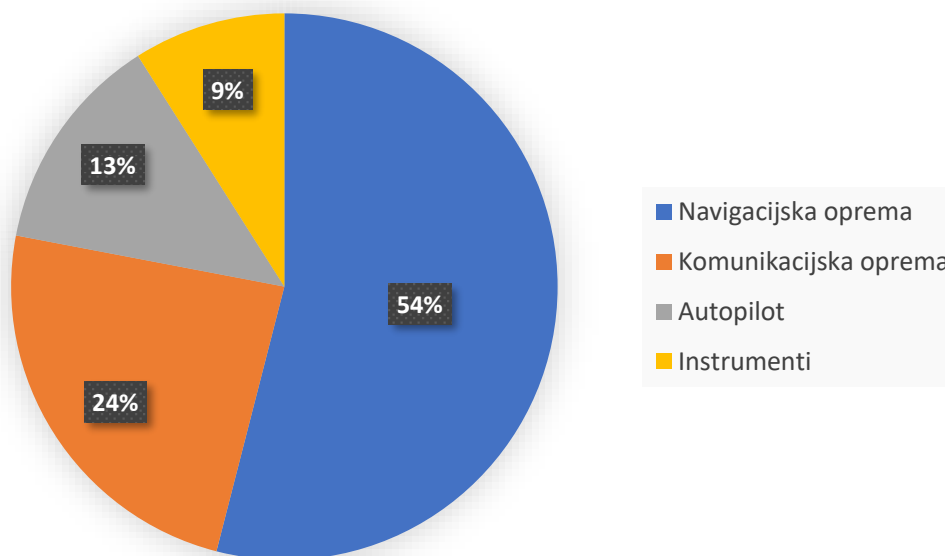
Prema podacima IATA kategorizacija troškova održavanja prikazana je postotno u grafikonima 4., 5. i 6. [22].



**Grafikon 4.** Udjela troškova pojedinih vrsta održavanja u ukupnim troškovima održavanja [22]



**Grafikon 5.** Postotni prikaz udjela u troškovima održavanja komponenti [22]



**Grafikon 6.** Postotni prikaz udjela u troškovima održavanja avionike [22]

Iz grafikona 4., 5. i 6. jasno je da troškovi održavanja motora iznose najviše od svih troškova održavanja. Nakon troškova održavanja motora slijede troškovi održavanja komponenti, a tu su najveći troškovi održavanja kotača i kočnica i avionike. Što se tiče troškova održavanja avionike najveći dio otpada na navigacijsku opremu.



## 7. Zaključak

U ovom radu prikazana je procjena troškova održavanja helikoptera Airbus H135. Napravljen je izračun troškova prema godišnjim troškovima HHMS u Mađarskoj na temelju kojih su izračunati troškovi po satu naleta helikoptera. Prema prikazanim podacima, predviđeni godišnji operativni izdaci za HHMS uslugu u Hrvatskoj, korištenjem helikoptera Airbus H135 s četiri baze, iznose oko 3 960 268 EUR. Ovaj iznos uključuje niz troškova, kao što su troškovi vezani uz osoblje, opremu, lijekove, helikopter, bazu i druge fiksne troškove. Dodatno, procijenjeni godišnji trošak održavanja ovih helikoptera je 1 754 625 EUR. Za izračun troškova korišten su podaci iz studije „Cost dynamics of helicopter emergency services: A Hungarian example“ [18].

Jedan od glavnih doprinosa ukupnim operativnim troškovima usluge HHMS su troškovi održavanja za helikopter H135. Pravilno održavanje ključno je za osiguranje sigurnosti i pouzdanosti eksploatacije helikoptera, kao i za usklađenost s regulatornim standardima. Na trošak održavanja utječu različiti čimbenici, uključujući starost i stanje zrakoplova, učestalost korištenja i razinu održavanja koju zahtijeva proizvođač.

Osim održavanja, drugi značajni operativni troškovi za uslugu HHMS su troškovi vezani za osoblje, a to su plaće za pilote, zrakoplovno tehničko osoblje, kao i troškovi za bazne operacije, komunalni troškovi i drugi troškovi povezani s objektima, troškovi održavanja i popravka opreme i objekata, te troškovi osiguranja.

Općenito, točna procjena troškova ključna je za učinkovito planiranje proračuna i donošenje odluka pri organiziranju i planiranju usluge hitne helikopterske medicinske službe. Uzimajući u obzir različite čimbenike, kao što su sati leta, potrebe održavanja i troškovi osoblja, moguće je razviti sveobuhvatnu procjenu operativnih troškova koji će omogućiti HHMS službi da funkcionira učinkovito i djelotvorno. Nadalje, stvaranjem učinkovitih strategija održavanja i optimiziranjem raspodjele resursa, moguće je smanjiti operativne troškove i povećati ukupnu održivost HHMS usluge.

Nakon analize troškova održavanja i operativnih troškova helikoptera za HHMS u Hrvatskoj, potvrđuje se da je Airbus H135 najprikladnija opcija za ovu uslugu. Procijenjeni godišnji operativni troškovi od 3 960 268 EUR i troškovi održavanja od 1 754 625 EUR

pokazuju da bi H135 bio najisplativija opcija za HEMS u Hrvatskoj, posebice zbog velikog broja letova i potrebe za pouzdanim i učinkovitim prijevozom pacijenata.

H135 je projektiran primarno za hitne medicinske službe, nudeći niz značajki koje ga čine savršenim za HEMS operacije. Ima prostranu i lako pristupačnu kabinu u koju mogu stati do dva nosila i medicinski tim do šest osoba. Njegovi moćni motori i sposobnosti na velikim visinama čine ga idealnim za letenje u teškim vremenskim uvjetima i iznad planinskog terena.

Štoviše, troškovi održavanja H135 niži su od troškova ostalih helikoptera u njegovoj klasi, zahvaljujući modernom dizajnu, najsuvremenijoj avionici i korištenju kompozitnih materijala. To rezultira manjim zastojsima i dužim vremenom letenja, povećavajući ukupnu učinkovitost i djelotvornost operacija HHMS.

Zaključno, Airbus H135 je optimalan izbor za HEMS operacije u Hrvatskoj, pružajući kombinaciju visokih performansi, učinkovitosti i isplativosti. Sa svojim naprednim značajkama i nižim troškovima održavanja, H135 je pouzdan i učinkovit helikopter koji zadovoljava potrebe HHMS u Hrvatskoj, što ga čini savršenim izborom za ovu namjenu.

## Bibliografija

- [1] Eurocopter, *EC135 P2+ Flight Manual*, Eurocopter, 2014..
- [2] Airbus, *H135 technical data*, travanj 2023.. [Mrežno]. Available: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h135/h135-technical-information>.
- [3] Airbus, *Airbus Helicopter H135*, travanj 2023.. [Mrežno]. Available: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h135>.
- [4] Bazijanac, E., *Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova, Teoretske osnove*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2007..
- [5] Švajda D., *Helikopter i Trauma sustav*, Medicinska komisija HGSS, Požega, 2008..
- [6] Ministarstvo Zdravstva, *Dokumentacija o nabavi usluge hitne helikopterske medicinske službe (HEMS) u Hrvatskoj*, Zagreb: Ministarstvo Zdravstva, 2023..
- [7] Andruszkow H., Lefering R., Frink M., Mommsen P., Zeckey C., Rahe K. i Hildebrand F., *Survival benefit of helicopter emergency medical services compared to ground emergency medical services in traumatized patients*, *Critical Care*, 2013..
- [8] Ringburg A. N., Thomas S. H., Steyerberg E. W., van Lieshout E. M. M., Patka P., Schipper I. B., *Lives Saved by Helicopter Emergency Medical Services: An Overview of Literature*. *Air Medical Journal*, 28(6), 298–302. doi:10.1016/j.amj.2009.03, 28(6), 298–302. doi:10.1016/j.amj.2009.03 ur., 2009..
- [9] dr. sc. Mirko Tatalović, *Menadžment zrakoplovne kompanije*, Zagreb: MATE d.o.o., Zagreb, 2012..
- [10] Roskam J., *Airplane Design, Part VII, Airplane cost estimation: Design, development, manufacturing and operating*, Lawrance, Kansas, The University of Kansas, 1990., pp. Airplane Design, Part VII.
- [11] Available: [http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/HOOU/AircraftDesign\\_14\\_DOC.pdf](http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/HOOU/AircraftDesign_14_DOC.pdf).
- [12] Shehadi H. M., *Bleed Air Contamination Financial Related Costs on Board Commercial Flights*, SAE International Journal of Aerospace, 2015..
- [13] Gearhart L. A. R., *Cost-Effectiveness Analysis of Helicopter EMS for Trauma Patients*, 1997. .
- [14] Taylor C. B., Stevenson M., Jan S., Middleton P. M., Fitzharris M. i Myburgh J. A., *A systematic review of the costs and benefits of helicopter emergency medical services*, 2010..
- [15] Liebeck R. H., Andrastek D. A., Chau J., Girvin R., Lyon R., Rawdon B. K., Scott P. W., Wright R. A., *Advanced Subsonic Airplane Design and Economic Studies*, CR-195443, 1995..
- [16] Harris F. D., *An Economic Model of U.S. Airline Operating*, NASA, 2005..

- [17] Fioriti V. N., *Cost-Estimating Model for Aircraft Maintenance*, *Journal of Aircraft*, 2018..
- [18] Szabo B. A., Kobilka I., Zadori I., *Cost dynamics of helicopter emergency services: A Hungarian example*, *Heliyon*, 1 Ožujak 2023..
- [19] U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS, 17. Travanj 2023., Available:  
[https://www.bls.gov/data/inflation\\_calculator.htm](https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm).
- [20] *countryeconomy.com*, Travanj 2023.. Available:  
<https://countryeconomy.com/countries/compare/hungary/croatia?sc=XEAA>.
- [21] Röper T. K.-C., *Costing of helicopter emergency services- a strategic simulation based on the example of a German rural region*, *Health Economics Review*, 2020..
- [22] Geraldine, *Preliminary Analysis of MCTG FY 2018 Data, IATA 15th MAINTENANCE COST CONFERENCE*, Greece, 2019..

## Popis kratica

AEA <i>Airlines)</i>	<i>(Association of European Airlines)</i>	udruženje europskih zrakoplovnih prijevoznika
AOC	<i>(Air operator certificate)</i>	certifikat zračnog operatera
ARIS	<i>(anti-ressonant isolation system)</i>	anti-vibracijski izolacijski sistem
ATA <i>America)</i>	<i>(Air Transport Association of America)</i>	udruženje američkih zrakoplovnih prijevoznika
CACQ	<i>(Acquisition cost)</i>	trošak proizvodnje
CDISP	<i>(Cost of disposal)</i>	trošak otpisa
COPS	<i>(Operations cost)</i>	trošak eksploatacije i održavanja
CRTDE	<i>(Cost of resarch, development, testing, evaluation)</i>	troškovi za istraživanje, razvoj, ispitivanje i evaluaciju
DFCS	<i>(digital flight control system)</i>	digitalni sustav upravljanja letom
DOC+I costs+interests)	<i>(direct operating costs+interests)</i>	direktni operativni troškovi + kamate
DOT		direktni operativni troškovi
DTO		direktni troškovi održavanja
EMS		emergency medical service
FAA	<i>(Federal Aviation Authority)</i>	Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
FADEC <i>Control)</i>	<i>(Full-Authority Digital Engine Control)</i>	potpuna digitalna kontrola motorskih parametara
FATO	<i>(Final approach and take-off area)</i>	područje za završni prilaz i polijetanje
FSTD <i>device)</i>	<i>(Flight simulator training device)</i>	simulator letenja za obuku
HHMS		hitna helikopterska medicinska služba
HEMS		helicopter emergency medical service
HRZ		Hrvatsko ratno zrakoplovstvo
IATA <i>Association)</i>	<i>(International Air Transportation Association)</i>	Međunarodna organizacija za zračni promet
IFR	<i>(Instrument flight rules)</i>	pravila instrumentalnog letenja
LCC	<i>(Life cycle cost )</i>	troškovi životnog vijeka
MCP	<i>(maximum continous power)</i>	najveća kontinuirana snaga
MUP		Ministarstvo unutarnjih poslova
NASA	<i>(National Aeronautics &amp; Space Administration)</i>	američka državna uprava za zrakoplovna i svemirska istraživanja
NVIS <i>system)</i>	<i>(Night vision imaging system)</i>	sistem za noćno letenje
PDV		Porez na dodanu vrijednost
PFD	<i>(primary flight)</i>	osnovni prikaznik letnih parametara

*display)*

T/O P

*power)*

USD

VAT

ZHMS

*(take-off* najveća snaga pri polijetanju

United States Dollar

Value added tax

zemaljska hitna medicinska služba

## Popis slika

<b>Slika 1.</b> Dimenzije helikoptera H135 [3] .....	4
<b>Slika 2.</b> Dimenzije kabine helikoptera H135 [1] .....	5
<b>Slika 3.</b> Helikopter Airbus H135 [3] .....	6
<b>Slika 4.</b> Ledeni brijeg troškova životnog vijeka zrakoplova [4].....	23

## Popis grafikona

<b>Grafikon 1.</b> Prikaz udjela u ukupnim direktnim operativnim troškovima [13] .....	26
<b>Grafikon 2.</b> Prikaz udjela u ukupnim troškovima plaća [18] .....	42
<b>Grafikon 3.</b> Udio troškova održavanja u ukupnim troškovima .....	49
<b>Grafikon 4.</b> Postotni prikaz udjela u troškovima održavanja [22] .....	49
<b>Grafikon 5.</b> Postotni prikaz udjela u troškovima održavanja komponenti [22] .....	50
<b>Grafikon 6.</b> Postotni prikaz udjela u troškovima održavanja avionike [22] .....	50

## Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Usporedba performansi motora helikoptera H135 [2].....	4
<b>Tablica 2.</b> Prikaz eksploatacijskih performansi helikoptera H134 [2] .....	6
<b>Tablica 3.</b> Troškovnik fiksnih troškova iz postupka javne nabave Ministarstva zdravstva [3] .....	13
<b>Tablica 4.</b> Troškovnik fiksnih troškova iz postupka javne nabave Ministarstva zdravstva [3] .....	17
<b>Tablica 5.</b> Prikaz rezultata istraživanja utjecaja HHMS na smrtnost pri hitnim medicinskim intervencijama [8] .....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
<b>Tablica 6.</b> Rezultati provedenih studija koji prikazuju godišnju vrijednost usluga HHMS [14] .....	27
<b>Tablica 7.</b> Troškovi po satu naleta mađarske HHMS za 2020. godinu [18] [19] [20] .....	41
<b>Tablica 8.</b> Proračun mjesečnih troškova za 2023. po bazi HHMS [6] [18].....	46

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ **diplomski rad** \_\_\_\_\_  
(vrsta rada)  
isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom \_\_\_\_\_ **Procjena troškova održavanja helikoptera Airbus H135** \_\_\_\_\_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ića:

U Zagrebu, 28.4.2023.

\_\_\_\_\_  
**Mate Marinčić**  
(ime i prezime, potpis)

