

# Sličnosti i razlike u eksploataciji i održavanju tri inačice helikoptera Bell 206B Jetranger III

---

**Brus, Karlo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:883557>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-15**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Karlo Brus**

**SLIČNOSTI I RAZLIKE U EKSPLOATACIJI I**  
**ODRŽAVANJU TRI INAČICE HELIKOPTERA BELL**  
**206B JETRANGER III**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, travanj 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
**POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT**

Zagreb, 26. travnja 2022.

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

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 6595**

Pristupnik: **Karlo Brus (0285005559)**  
Studij: **Aeronautika**

Zadatak: **Sličnosti i razlike u eksploataciji i održavanju tri inačice helikoptera Bell 206B Jetranger III**

Opis zadatka:

U Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu koristi se helikopter Bell 206B u provedbi praktične obuke studenata vojnih pilota, za zadaće izviđanja, prijevoza ili zadaćama traganja i spašavanja. Postoje 3 inačice helikoptera: VFR (engl. Visual Flight Rules), IFR (engl. Instrument Flight Rules) te NVG (engl. Night Vision Goggles). Inačice se međusobno razlikuju sukladno zadanim zrakoplovnim zadaćama za koje su namijenjene, odnosno po ugrađenoj opremi potrebnoj za izvršavanje tih zadaća. U radu je potrebno usporediti navedene tri inačice helikoptera na temelju njihove primjene, odnosno, ovisno u tehničko eksploatacijskim karakteristikama i ugrađenoj opremi. Potrebno je analizirati programe održavanja navedenih inačica te zapise o naletu i održavanju na duži vremenski period, npr. tri do pet godina eksploatacije. Na temelju analize zapisa iz eksploatacije i održavanja, potrebno je utvrditi sličnosti i razlike za navedene tri inačice.

Zadatak uručen pristupniku: 8. veljače 2022.  
Rok za predaju rada: 26. travnja 2022.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Anita Domitrović

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**SLIČNOSTI I RAZLIKE U EKSPLOATACIJI I ODRŽAVANJU  
TRI INAČICE HELIKOPTERA BELL 206B JETRANGER III**

**SIMILARITIES AND DIFFERENCES OF OPERATIONS AND  
MAINTENANCE OF THREE VERSIONS OF THE BELL 206B  
JETRANGER III HELICOPTER**

Mentor: Izv.prof.dr.sc. Anita Domitrović

Student: univ.bacc.ing.aeronaut.

Karlo Brus

JMBAG: 0285005559

Zagreb, travanj 2022.

## Sažetak

U Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu koristi se helikopter Bell 206B u provedbi praktične obuke studenata–vojnih pilota, za zadaće izviđanja, prijevoza ili zadaćama traganja i spašavanja. Postoje 3 inačice helikoptera: VFR (*engl. Visual Flight Rules*), IFR (*engl. Instrument Flight Rules*) te NVG (*engl. Night-Vision Goggles*). Sve tri inačice se koriste za različite zadaće, pa su, prema tome, neke inačice opremljene uređajima i sustavima koje ostale dvije inačice nemaju.

Helikopteri koji su opremljeni različitim sustavima, odnosno, opremom koja je prilagođena trenutnim uvjetima u kojima se djeluje, isto tako, imaju i određene različitosti kada se govori o održavanju istih. Svaki od pojedinih dijelova opreme u svakom trenutku leta mora biti ispravan i siguran za provedbu zadaće, tj. kako bi helikopter bio plovidben, što se postiže redovnim i kontinuiranim održavanjem i provjerama helikoptera dok je zemlji.

Cilj rada je usporediti sve tri inačice helikoptera koje se koriste u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu na temelju njihove primjene, odnosno, na vrstu operacija koje obavljaju, vrste i načina održavanja istih. Također, analizirat će se program održavanja te zapisi i podatci o naletu i održavanju za duži vremenski period te na kraju utvrditi pojedine sličnosti i razlike između održavanja različitih inačica.

**KLJUČNE RIJEČI:** Bell 206B, zadaće, inačice helikoptera, način održavanja, program održavanja, sličnosti i razlike

## Summary

The Croatian Air Force uses the Bell 206B helicopter in the implementation of practical training of students-military pilots, for reconnaissance, transport or search and rescue tasks. There are 3 versions of the helicopter: VFR (*Visual Flight Rules*), IFR (*Instrument Flight Rules*) and NVG (*Night-Vision Goggles*). All three versions are used for different tasks, so some versions are equipped with devices and systems that the other two versions do not have.

Helicopters that are equipped with different systems or equipment that is adapted to the current conditions in which they operate, also have certain differences when it comes to maintaining them. Each of the individual pieces of equipment, at all times during the flight, must be correct and safe to perform the task, i.e., to keep the helicopter navigable, which is

achieved by regular and continuous maintenance and inspections of the helicopter while on the ground.

The aim of this thesis is to compare all three versions of helicopters used in the Croatian Air Force based on their application, i.e., the type of operations they perform, the types and methods of their maintenance. Also, the maintenance program, records and operation and maintenance data for a longer period of time will be analyzed, and finally some similarities and differences between maintenance of different versions will be determined.

**KEYWORDS:** Bell 206B, operations, versions of the helicopters, methods of maintenance, maintenance program, similarities and differences

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. TEHNIČKE I LETNE KARAKTERISTIKE HELIKOPTERA BELL 206B .....	2
2.1. Opći podaci o helikopteru .....	2
2.2. Tehnički podaci .....	2
2.3. Letne karakteristike helikoptera Bell 206B.....	4
3. USPOREDBA 3 INAČICE S OBZIROM NA VRSTU OPERACIJA (VFR, NVG, IFR) ...	6
3.1. Razlike u opremi i vrsti letenja pojedinih inačica .....	6
3.1.1. NVG inačica helikoptera .....	6
3.1.2. VFR inačica helikoptera .....	10
3.1.3. IFR inačica helikoptera .....	13
4. VRSTE I NAČINI ODRŽAVANJA HELIKOPTERA BELL 206B TE ANALIZA PROGRAMA ODRŽAVANJA ZA 3 INAČICE VFR, NVG, IFR .....	17
4.1. Periodika održavanja u životnom ciklusu helikoptera Bell 206B JetRanger III .....	17
4.2. Vrste pregleda helikoptera Bell 206B JetRanger III .....	18
4.2.1. Redoviti pregledi .....	18
4.2.1.1. Redoviti pregledi helikoptera .....	19
4.2.1.2. Redoviti pregledi motora.....	19
4.2.1.3. Redoviti pregledi ugrađene opreme .....	20
4.2.2. Izvanredni pregledi te zrakoplovne naredbe, servisni bilteni i servisna pisma .....	20
4.3. Vrste, modeli i propisani radovi održavanja .....	20
4.3.1. Prvi (I.), drugi (II.) i treći (III.) stupanj održavanja .....	21
4.3.2. Prijeletni, poslijeletni te pregled helikoptera u tehničkom danu .....	22
5. ANALIZA ZAPISA I PODATAKA O NALETU I ODRŽAVANJU ZA PERIOD OD 3 DO 5 GODINA ZA SVE 3 INAČICE .....	24
5.1. NVG inačica helikoptera .....	24
5.1.1. Sustav vanjskog osvjetljenja .....	24
5.1.2. Sustav unutarnjeg osvjetljenja.....	26
5.1.3. Komunikacijski uređaji .....	26
5.1.4. Gorivni sustav helikoptera .....	27
5.1.5. Hidrosustav.....	29
5.1.6. Pogonska skupina .....	32
5.1.7. Sustavi za podmazivanje .....	34
5.1.7.1. Sustav za podmazivanje motora.....	35
5.1.7.2. Sustav za podmazivanje reduktora.....	37
5.1.7.3. Sustav za podmazivanje repnog reduktora.....	39

5.2. VFR inačica helikoptera.....	40
5.2.1. Stajni trap helikoptera .....	40
5.2.2. Sustav vanjskog osvjetljenja .....	41
5.2.3. Sustav unutarnjeg osvjetljenja.....	42
5.2.4. Gorivni sustav helikoptera .....	43
5.2.5. Pogonska skupina .....	43
5.2.6. Hidrosustav.....	45
5.2.7. Navigacijsko-komunikacijski uređaji.....	45
5.2.8. Sustav za podmazivanje .....	46
5.3. IFR inačica helikoptera .....	46
5.3.1. Električna oprema .....	47
5.3.2. Unutarnje i vanjsko osvjetljenje .....	48
5.3.3. Gorivni sustav helikoptera .....	49
6. UTVRĐIVANJE SLIČNOSTI I RAZLIKA IZMEĐU ODRŽAVANJA ZA SVE 3 INAČICE.....	50
6.1. Sličnosti u održavanju inačica helikoptera.....	50
6.2. Razlike u održavanju inačica helikoptera.....	51
7. ZAKLJUČAK .....	53
LITERATURA.....	54
POPIS SLIKA .....	55
POPIS TABLICA.....	56



# 1. UVOD

Helikopter Bell 206B JetRanger III je jednomotorni, višenamjenski, laki helikopter opremljen motorom tipa Rolls-Royce 250-C20J. Koristi se u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu od 1997. godine. Kako bi helikopter bio kontinuirano plovidben potrebno ga je održavati prema propisanim standardima i pravilima izdanih od nadležnih tijela.

Cilj rada je, pomoću prikupljene literature i istraženih informacija, prikazati pojedine razlike u opremi između inačica te sličnosti i razlike u eksploataciji i održavanju tri inačice helikoptera Bell 206B JetRanger III.

Rad se sastoji od 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Tehničke i letne karakteristike helikoptera Bell 206B
3. Usporedba 3 inačice s obzirom na vrstu operacija (VFR, NVG, IFR)
4. Vrste i načini održavanja helikoptera Bell 206B te analiza programa održavanja za 3 inačice VFR, NVG, IFR
5. Analiza zapisa i podataka o naletu i održavanju za period od 3 do 5 godina za sve 3 inačice
6. Utvrđivanje sličnosti i razlika između održavanja za sve 3 inačice
7. Zaključak

U uvodnom poglavlju naveden je cilj i struktura rada. Opći podaci, tehnički podaci te letne karakteristike helikoptera Bell 206B navedeni su u drugom poglavlju. U trećem poglavlju prikazane su razlike helikoptera od osnovne inačice po ugrađenoj opremi te razlike u opremi i vrsti operacija između tri inačice koje koristi Hrvatsko ratno zrakoplovstvo. Program održavanja kao i vrste pregleda helikoptera (redovni ili izvanredni), vrste, modeli i propisani radovi održavanja opisani su u četvrtom poglavlju. U petom poglavlju analizirani su podaci o održavanju i naletu kroz period od pet godina za sve tri inačice te je ukratko opisan svaki pojedini sustav te kada i kako je nastupio otkaz uz potrebne radnje nakon otkaza. Sličnosti i razlike u održavanju između inačica opisane su u šestom poglavlju. U sedmom, posljednjem poglavlju, iznesen je zaključak ovog diplomskog rada.

## 2. TEHNIČKE I LETNE KARAKTERISTIKE HELIKOPTERA BELL 206B

### 2.1. Opći podaci o helikopteru

Helikopter Bell 206B JetRanger III (Slika 1.) je jednomotorni, višenamjenski, laki helikopter primarno konstruiran za provođenje kopnenih operacija s bilo kojeg razmjerno ravnog terena. Inačica JetRanger je jedan od najpopularnijih helikoptera te je proizveden velik broj primjeraka namjenjen civilnoj i vojnoj upotrebi. Razvijen i proizveden 1962. u 5 prototipova koji su predani vojsci na testiranje. U početku je imao određenih problema s motorom, a nakon nekog vremena, kada su izvršene korekcije na motoru, Bell 206 je širu primjenu našao u civilnom sektoru. Upravo taj model postaje jedan od najpoznatijih komercijalnih helikoptera svih vremena [1].



*Slika 1. Bell 206B-III Hrvatskog ratnog zrakoplovstva [2]*

### 2.2. Tehnički podaci

Koristi se za obuku vojnih pilota u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu te u svrhu pretrage terena, izviđanja i operacija traganja i spašavanja. Opremljen je s 5 sjedala, a minimalnu posadu čini jedan pilot koji upravlja helikopterom s desnog sjedala kabine za posadu. Prednja dva sjedala u helikopteru su postavljena u konfiguraciji „side-by-side“ gdje se lijevo sjedalo može koristiti za još jednog pilota kada su instalirane dvojne komande. U tom slučaju, kada se planira izvršiti konkretnu zadaću, sjedalo zapovjednika zrakoplova je

prednje desno za samostalno letenje, letove održavanja trenaze i metodičke letove za IFR letenje, a prednje lijevo za letove obuke i izobrazbe, ispitne letove, letove za povratak u trenazu i metodičke letove za VFR letenje.

Pogonska skupina helikoptera Bell 206B čini turbovratilni motor Rolls-Royce model 250-C20J, dvokraki polukruti glavni rotor i dvokraki polukruti repni rotor. Maksimalna nazivna izlazna snaga na vratilu slobodne turbine motora iznosi 313 kW (420 HP), no zbog ograničenja transmisije iskoristivo je približno 75% maksimalne nazivne snage, što iznosi približno 236 kW. Ta snaga odgovara podjeljku 100% na prikazivaču okretnog momenta motora, torkmetra. Motor je modularne izvedbe što pridonosi jednostavnijem i ekonomičnijem održavanju.

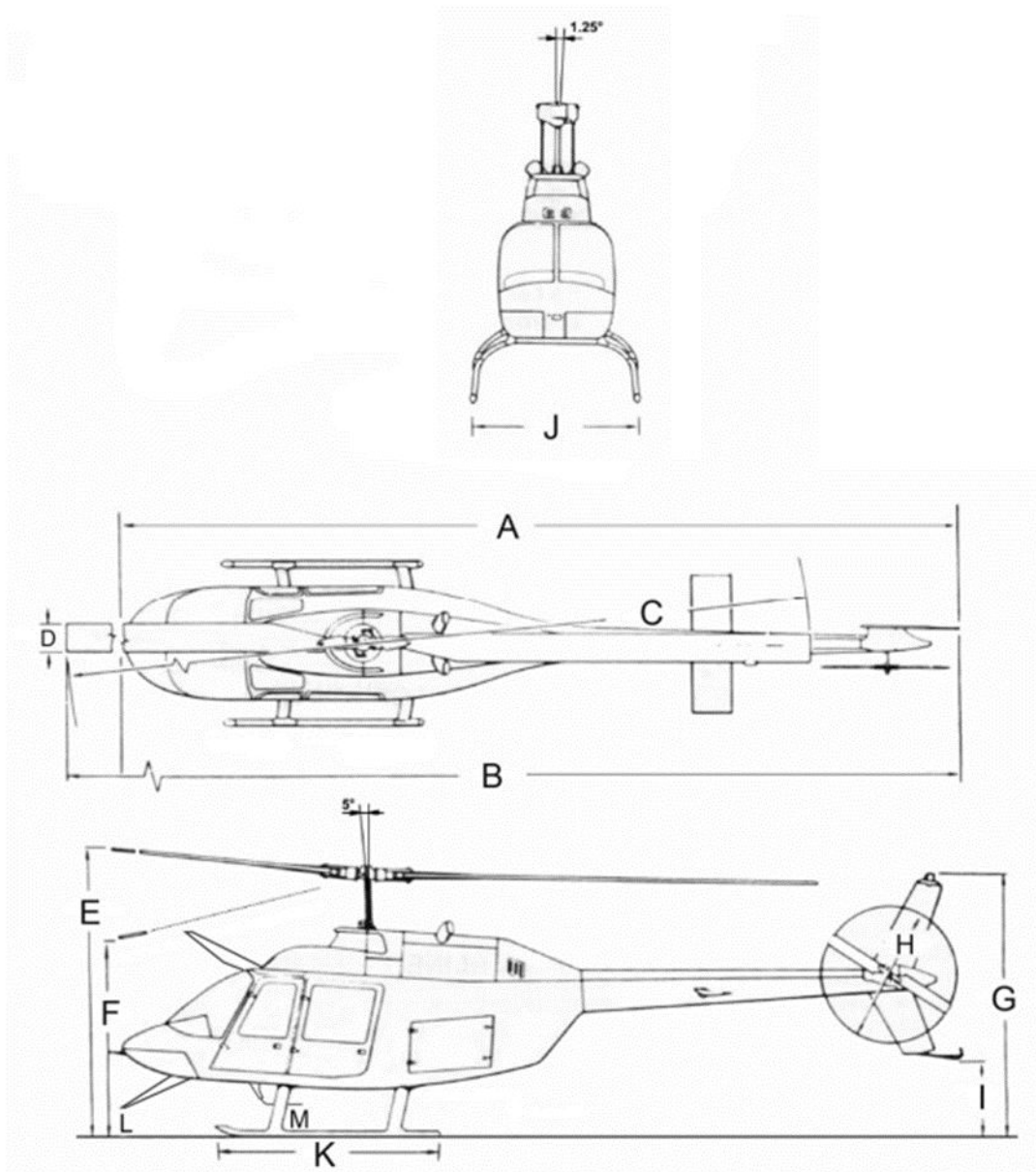
Tijelo helikoptera čine trup polumonokoknog tipa s oplatom od aluminija i fiberglasa, repni konus monokoknog tipa od aluminijske legure te aerodinamički oblikovani kapotaži koji štite sklopove ugrađene izvan trupa i repnog konusa.

U trupu su smješteni kabina za posadu, kabina za putnike ili teret, prtljažnik, spremnik goriva, komande leta, instrumenti, avionika i najveći dio električne opreme. S gornje strane trupa smješteni su glavni rotor, elementi transmisije glavnog rotora, motor, komande leta i hidrosustav komandi leta. S donje strane trupa ugrađeni su stajni trap tipa „skije“ i uređaj za nošenje podvjesnog tereta. Na repnom konusu smješteni su vertikalni stabilizator, horizontalni stabilizator, repni rotor i elementi transmisije repnog rotora. Komanda repnog rotora prolazi kroz repni konus [1]. U tablici 1. prikazane su osnovne dimenzije helikoptera.

*Tablica 1. Osnovne dimenzije helikoptera [3]*

A	Dužina helikoptera	9.50 m
B	Dužina helikoptera s rotorom	11.90 m
C	Promjer rotora	10.16 m
D	Dužina tetive lopatice rotora	0.33 m
E	Max. visina helikoptera na prednjoj lopatici rotora	≈3.00 m
F	Min. visina helikoptera na prednjoj lopatici rotora	≈1.80 m
G	Visina helikoptera na repu	≈3.20 m
H	Promjer repnog rotora	1.70 m
I	Visina repne skije	≈1.00 m
J	Razmak skija	≈2.00 m
K	Dužina skija	2.70 m

L	Visina donjih škara u odnosu na podlogu	≈0.30 m
M	Visina VHF antene u odnosu na podlogu	≈0.40 m



Slika 2. Osnovne dimenzije helikoptera [3]

### 2.3. Letne karakteristike helikoptera Bell 206B

Postoje 3 inačice helikoptera Bell 206B u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu od kojih svaka zasebno ima određena ograničenja u letu koja su propisana u Priručniku za uporabu helikoptera Bell 206B III. Inačice VFR i NVG imaju zajedničke standarde dok IFR inačica ima posebno propisane normative. U tablici 3. i 4. navedena su ograničenja visine i brzine leta za pojedine inačice helikoptera. Slika 3. prikazuje dijagram odnosa brzine i visine po tlaku u IFR letu u ovisnosti o masi helikoptera.

Tablica 2. Ograničenja visine i brzine leta u VFR letu [3]

Ukupna masa helikoptera	Najveća dozvoljena visina leta	Najveća dozvoljena brzina leta
$\leq 3000$ LBS (1360.8 kg)	20000 ft (po tlaku)	130 KIAS* (do 3000 ft po gustoći)
$> 3000$ LBS (1360.8 kg)	13500 ft (po gustoći)	122 KIAS* (do 3000 ft po gustoći)

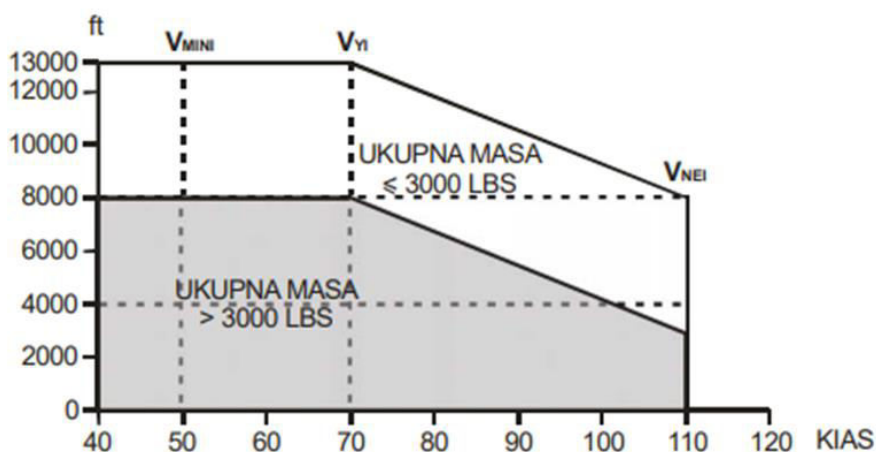
\*ili prema ograničenju na natpisu u kabini (što je manje)

Povećanjem visine iznad 3000 ft (po gustoći), za svakih 1000 ft pri ukupnoj masi helikoptera 3000 LBS (1360.8 kg) i manjoj, najveća dozvoljena brzina leta se smanjuje za 3.5 KIAS, a pri ukupnoj masi iznad 3000 LBS (1360.8 kg) najveća dozvoljena brzina smanjuje se za 7 KIAS. Najveća dozvoljena brzina sa unutarnjom masom helikoptera većom od 3200 LBS (1451.5 kg) iznosi 78 KIAS [3].

Tablica 3. Ograničenja visine i brzine leta u IFR letu [3]

Ukupna masa helikoptera	Najveća dozvoljena visina leta	Najveća dozvoljena brzina leta
$\leq 3000$ LBS (1360.8 kg)	13000 ft (po tlaku)	110 KIAS *
$> 3000$ LBS (1360.8 kg)	8000 ft (po tlaku)	110 KIAS *

\*ili prema ograničenju na natpisu u kabini (što je manje)



Slika 3. Dijagram odnosa brzine i visine po tlaku u IFR letu [3]

### **3. USPOREDBA 3 INAČICE S OBZIROM NA VRSTU OPERACIJA (VFR, NVG, IFR)**

Inačice helikoptera Bell 206B, koje se koriste u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu, opremljene su istim turbovratilnim motorom Rolls-Royce model 250-C20J, dvokrakim polukrutim glavnim rotorom i dvokrakim polukrutim repnim rotorom. Također, cijeli trup i rep helikoptera izgleda i funkcionira na jednak način. Tehnički opis i princip rada transmisije, gorivnog sustava, hidro-sustava, komandi leta, i veći dio električne opreme su jednaki na svim inačicama. Dakle, tehnički gledano radi se o istom helikopteru barem kada se govori o performansama i tehničkim karakteristikama.

Helikopteri Bell 206B JetRanger III u sastavu Hrvatskog ratnog zrakoplovstva razlikuju se od osnovne inačice istog helikoptera po sljedećoj, dodatno ugrađenoj opremi [3]:

- Separator čestica/prljavštine između uvodnika i kompresora motora
- Visoke skije
- Filter crpnog ulja motora/filter povratnog voda ulja motora
- Sustav grijanja kabinskog prostora
- Sustava za kočenje glavnog rotora pri zaustavljanju motora
- Proširena instrumentalna ploča
- Sustav za zaštitu pri udaru u žice

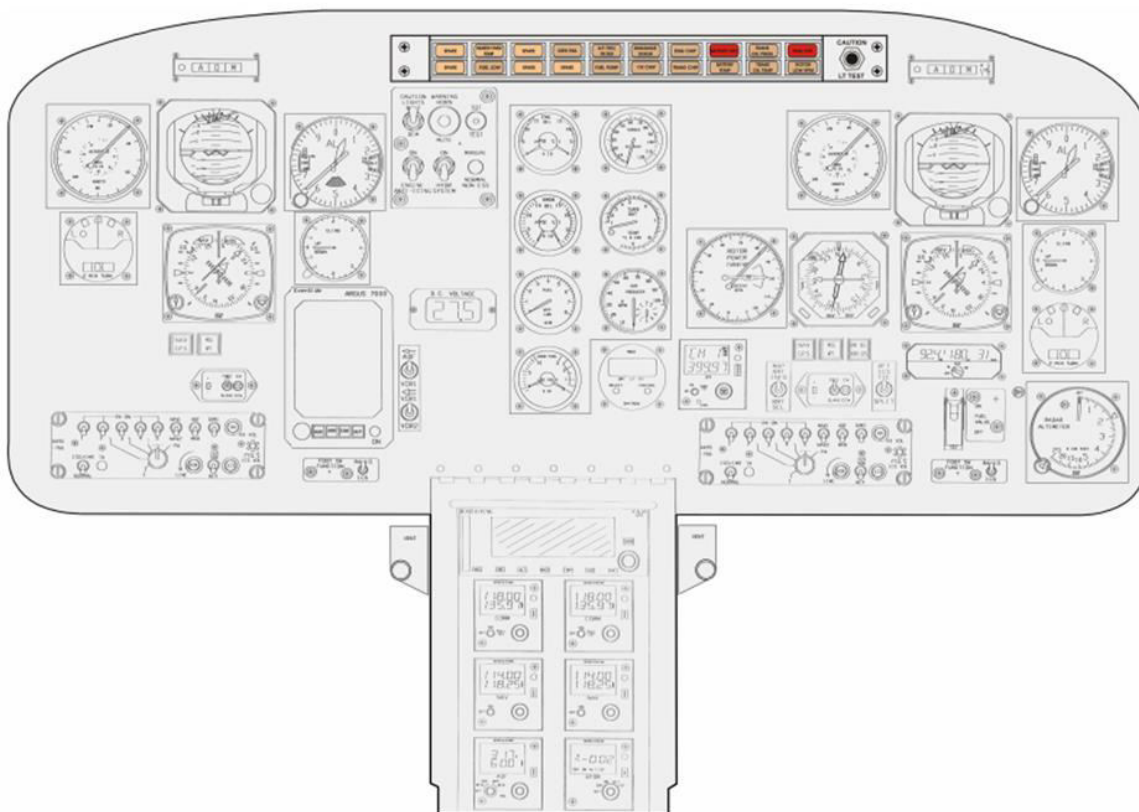
#### **3.1. Razlike u opremi i vrsti letenja pojedinih inačica**

Inačice se najviše razlikuju u avionici te dijelu električne opreme integriranoj u svakoj pojedinoj inačici koja omogućuje korištenje helikoptera u različite svrhe, u različitim letnim i vremenskim uvjetima. Ta razlika u avionici pridodaje učinkovitosti određene inačice helikoptera u svim uvjetima leta jer omogućuje i prikazuje informacije pilotu u trenutnim uvjetima koje druga inačica, koja nije namijenjena za tu zadaću, odnosno koja nema sustave prilagođene za rad u tim uvjetima, nema mogućnost prikazati.

##### **3.1.1. NVG inačica helikoptera**

NVG inačica posjeduje dodatnu opremu za spajanje NVD (*engl. Night Vision Device*), osvjetljenje kabine prilagođeno je za NVD na način da su svi upravljački paneli i manji dio instrumenata modificirani u integralno osvjetljenje zelene boje te je veći dio instrumenata osvijetljen vanjskim prstenovima, dok IFR inačica posjeduje dodatnu opremu za IFR letenje (pomoćni generator i akumulator, dvije pitot-instalacije, dodatni instrumenti). Dakle, takav

način iluminacije kabine i instrumentacije omogućuje korištenje helikoptera u zadaćama koje se odvijaju u noći kao i kod letačke obuke kadeta-pilota. Važno je napomenuti kako se letenje noću NVG inačicom također može voditi prostim okom bez uporabe optičkih pomagala za noćno letenje. Kod inačice NVG važno je napomenuti kako su komunikacijske i navigacijske stanice pilota i kopilota odvojene te su smještene na zasebne uređaje na srednjem donjem dijelu instrumentalne ploče. Ostatak ploče, kao i instrumenti i prikaznici jednaki su na obje inačice NVG i VFR. Na slici 4. prikazana je instrumentalna ploča helikoptera NVG inačice.



*Slika 4. Instrumentalna ploča helikoptera NVG inačice [1]*

GPS navigacijski uređaj sastoji se od prijarnika KLN 89B, dvaju signalizatora „MSG-WPT“, utičnice za ažuriranje podataka i antene KA 92. Na ploči se nalazi upravljački panel prijarnika KLN 89B TS0 koji služi kao GPS i smješten je na gornjoj strani donjeg panela. Na slici 5. prikazan je upravljački panel prijarnika KLN 89B [1].



Slika 5. Upravljački panel prijavnika KLN 89B [1]

VHF komunikacijski uređaj kojim su opremljeni helikopteri NVG inačice sastoji se od primopredajnika KTR 908, upravljačke kutije KFS 598A i antene DM C70-1/A, odnosno DM C70-4. Ispod GPS-a smještene su dvije komunikacijske stanice odvojene u dvije upravljačke kutije KFS 598A. Na slici 6. prikazana je upravljačka kutija KFS 598A [1].



Slika 6. Upravljačka kutija KFS 598A [1]

Ispod komunikacijskih stanica smještene su dvije navigacijske stanice međusobno odvojene i integrirane u dvije upravljačke kutije KFS 564A. VOR/ILS navigacijski uređaj sastoji se od prijavnika KNR 634A, upravljačke kutije KFS 564A i antene DMN 48-1. Na slici 7. prikazana je upravljačka kutija KFS 564A [1].





*Slika 7. Upravljačka kutija KFS 564A [1]*

ADF navigacijski uređaj kojim je opremljena NVG inačica sastoji se od prijemnika KDF 806, upravljačke kutije KFS 586A i antene KA 44B. Upravljačka kutija ADF stanice nalazi se ispod navigacijskih stanica na donjem lijevom dijelu donjeg panela. Na slici 8. prikazana je upravljačka kutija KFS 586A [1].



*Slika 8. Upravljačka kutija KFS 586A [1]*

Zadnji uređaj na donjem panelu je transponder koji se sastoji od primopredajnika KXP 756, upravljačke kutije KFS 576A i antene KA 60. Na slici 9. prikazana je upravljačka kutija KFS 576A [1].



Slika 9. Upravljačka kutija KFS 576A [1]

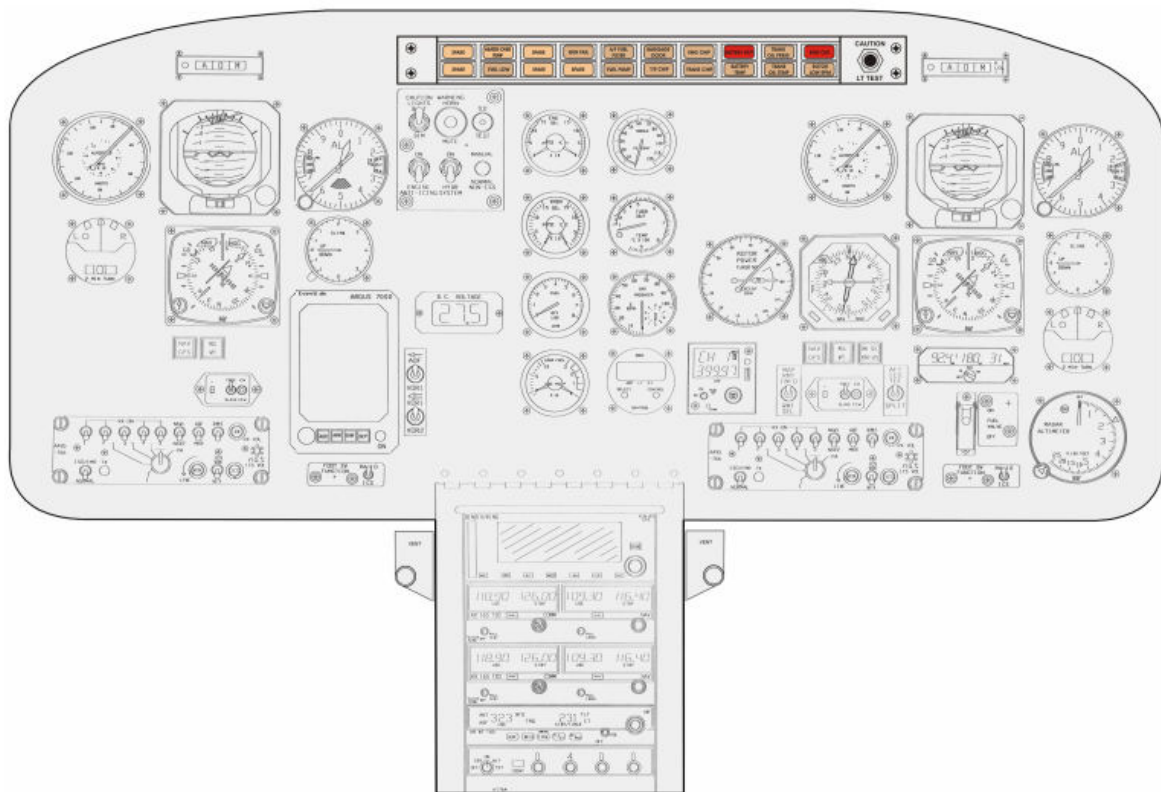
### 3.1.2. VFR inačica helikoptera

Kod VFR inačice letenje se obavlja isključivo vizualno što i jest glavna karakteristika ove inačice kod koje su dozvoljeni letovi po VFR pravilima letenja, iznad kopna, danju i noću u uvjetima bez zaleđivanja [3]. Kod noćnog letenja orijentacija se mora voditi po jasno vidljivim orijentirima na zemlji što bi bili neki osvijetljeni dijelovi grada kao npr. luke, kolodvori, sportska igrališta, kružni tokovi, parkirališta i sl. Ovdje treba razlikovati noćno letenje inačicom VFR od noćnog letenja inačicom NVG jer, kao što je rečeno, kod inačice VFR leti se isključivo vizualno, odnosno bez optičkih pomagala, pojačivača intenziteta svjetla i sl. jer je osvijetljenje integralno, bijele boje što bi onemogućilo korištenje NVD opreme, odnosno stvaralo bi previše iluminacije koja bi mogla smanjiti vidljivost i ugroziti sigurnost letenja. Kod inačice NVG može se letjeti bez optičkih pomagala, odnosno vizualno golim okom, ali je predviđena za letenje noću s NVD te je opremljena i posebnim osvijetljenjem kabine kako bi svjetlosno onečišćenje prilikom korištenja opreme NVD bilo zanemarivo.

Također, letenje na helikopteru Bell 206B obavlja se i sa skinutim vratima ukoliko to zahtjeva zadaća koja se odrađuje, ali pritom svi predmeti unutar kabine koji bi mogli remetiti ili ugroziti sigurnost letenja svojim neplaniranim pomicanjem ili ispadanjem iz helikoptera, moraju biti prethodno osigurani ili uklonjeni iz prostora helikoptera. Ukoliko se leti vizualno, potrebno je isključiti svjetlo protiv sudara (*engl. Anti-collision lights*) pri pojavi vidljive vlažnosti ili u njezinoj neposrednoj blizini kako bi se spriječila pojava refleksija što može pilotu uzrokovati moguće iluzije. Ovdje je najbitnija stavka staklo kabine koje mora biti čisto,

što se osigurava na stajanci prije polijetanja, kako bi se spriječilo zamaglivanje stakla i ostali nepotrebni potencijalno ograničavajući faktori [5].

S obzirom na vrstu elektronične opreme (avionike), odnosno uređaja za komunikaciju i navigaciju VFR inačica helikoptera razlikuje se od NVG inačice po donjem dijelu instrumentalne ploče gdje je izvedba te opreme integrirana u dva kućišta s dvojnjom funkcijom, dok je osnovni, gornji dio s instrumentima jednak kod obje inačice. Slika 10. pokazuje instrumentalnu ploču VFR inačice.



*Slika 10. Instrumentalna ploča helikoptera VFR inačice [1]*

Na donjem dijelu instrumentalne ploče prvi instrument je GPS i smješten je na istom mjestu kao i kod NVG inačice te funkcionira i rukovan je na jednak način na obje inačice.

VHF navigacijsko-komunikacijski uređaj kojim su opremljeni helikopteri VFR inačice sastoji se od primopredajnika KX 165, navigacijske antene DMN 48-1 i komunikacijske antene DM C70-1/A (DM C70-4). Razlika se uočava kod prve i druge COMM/NAV stanice gdje lijeva strana predstavlja komunikacijsku stanicu, a desna navigacijsku. Obje stanice funkcioniraju na isti način te gornja predstavlja COMM/NAV stanicu br.1, a donja COMM/NAV stanicu br.2 što se bira na mješalčkoj kutiji potencijetrom. Znamenke na obje

stanice svijetle narančastom bojom. Slika 11. prikazuje upravljački panel primopredajnika KX 165 [1].



*Slika 11. Upravljački panel primopredajnika KX 165 [1]*

ADF navigacijski uređaj kojim su opremljeni helikopteri VFR inačice sastoji se od prijamnika KR 87, mikroprekidača mjerača vremena trajanja leta i antene KA 44B. Uređaj ADF-a je također drugačije izvedbe od onoga na NVG inačici te znamenke također svijetle narančastom bojom. Slika 12. prikazuje upravljački panel prijamnika KR 87 [1].



*Slika 12. Upravljački panel prijamnika KR 87 [1]*

Transponder (odgovarač) kojim su opremljeni helikopteri VFR inačice sastoji se od primopredajnika KT 76A i antene KA 60. Također je drugačije izvedbe nego na NVG inačici te svaka znamenka posebno ima potencijometar za njeno namještanje i korigiranje. Slika 13. prikazuje upravljački panel primopredajnika KT 76A [1].



Slika 13. Upravljački panel primopredajnika KT 76A [1]

Za inačice VFR i NVG su propisani i zabranjeni letovi i postupci kojima se ugrožava sigurnosti letenja ili koji će utjecati u manjoj ili većoj mjeri na ispravnost opreme te ju potencijalno degradirati ili uništiti. Zabranjeni letovi za inačice VFR i NVG su [3]:

- Let bez vanjske vidljivosti
- Let u uvjetima zaleđivanja
- Let u uvjetima padanja snijega ili sniježne mećave
- Namjerno smanjenje broja okretaja motora u letu (osim kod imitacije autorotacije i pri pojedinim izvanrednim postupcima)
- Namjerno slijetanje u autorotaciji (osim kod obuke i tehničke probe)
- Nagla skretanja u stranu pri lebdenju
- Dugotrajan let unazad
- Dugotrajan let bočno sa skinutim vratima
- Let sa skinutim prednjim vratima kad su postavljena vanjska nosila
- Uvježbavanje autorotacije s masom helikoptera većom od 3200 lbs (1451.5 kg)

### 3.1.3. IFR inačica helikoptera

Prilikom letenja inačicom IFR minimalnu posadu čine dva pilota koji se nalaze na lijevom i desnom prednjem sjedalu. U Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu IFR inačice helikoptera koriste se za instrumentalno letenje kod letačke izobrazbe učenika-letača, za letove održavanja trenaže, metodičke letove za IFR letenje. Namjerne ulaske u IFR uvjete je potrebno izbjegavati ukoliko nije prijeko potrebno provoditi zbog tipa zadaće, vježbe ili ako situacija u zraku to ne nalaže. Za letenje na IFR inačici, ukoliko je neizbježan ulazak u IFR uvjete, prije ulaska u IMC (*engl Instrument Meteorological Conditions*) sljedeća oprema mora biti ispravna:

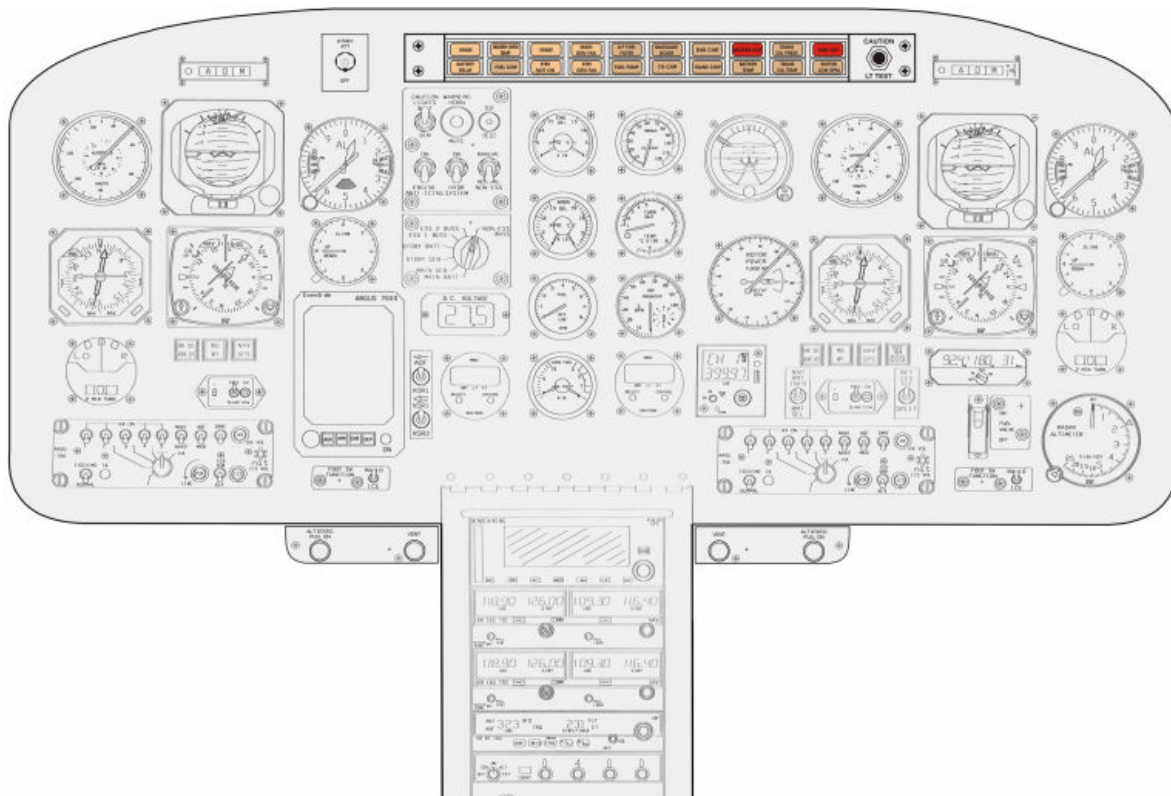
- Sustav za stvaranje umjetnog opterećenja na cikličnim palicama

- Glavni generator
- Pomoćni generator
- Zaštitni strujni krug akumulatora
- Instrumenti pilota
- Instrumenti kopilota
- Pričuvni uh (automatski napajan od pričuvnog akumul. u slučaju gubitka primarnog napajanja el.struje)
- Dva komunikacijska sustava
- Dva navigacijska sustava odgovarajuća za rutu kojom će se letjeti
- Ostala oprema sukladna važećim pravilima za letenje vojnih zrakoplova

Postoje ograničenja u IFR letenju, IFR inačicom helikoptera, koja su propisana radi očuvanja sigurnosti letenja, a tiču se brzine, brzine uzdizanja/silaženja i kuta prilaza. Pa je tako minimalna brzina u IFR letu 50 KIAS, osim u prilazu za slijetanje i pri slijetanju, dok je minimalna brzina penjanja u IFR letu 50 KIAS. Brzina uzdizanja ili silaženja ne smije premašiti 1000 ft/min (približno 5 metara svake sekunde), dok je najveći dozvoljeni kut u IFR prilazu za slijetanje 4.7°. Kada se u obzir uzmu navedena ograničenja dalo bi se zaključiti kako IFR let podliježe većem radnom opterećenju pilota, ali utječe na preciznost letenja [3].

IFR inačica ima više sustava i opreme od VFR i NVG inačice pa samim time ima nešto drugačiji sustav napajanja. Helikopter IFR inačice opremljen je jednoprovodnom električnom mrežom nominalnog istosmjernog napona 28V, ali ima 3 sabirnice istosmjerne struje. To su esencijalna sabirnica br.1 koja je najzaštićenija i najpouzdanija sabirnica s koje se napajaju za let najnužnija električna trošila, esencijalna sabirnica br.2 koja napaja po važnosti drugu skupinu električnih trošila te neesencijalna sabirnica koja napaja treću skupinu električnih trošila [1].

Instrumentalna ploča je jednaka na inačicama NVG i VFR, dok je kod IFR inačice dodano još elemenata zbog opreme i sustava koje ta inačica ima, a druge dvije nemaju. Slika 14. prikazuje instrumentalnu ploču helikoptera IFR inačice.



*Slika 14. Instrumentalna ploča helikoptera IFR inačice [1]*

Sa slike se uočava kako IFR i VFR verzija helikoptera imaju isti COMM/NAV dio, odnosno donji kosi dio instrumentalne ploče. Glavni dio ploče s instrumentima IFR inačice se uvelike razlikuje od ostalih inačica. Pa tako IFR inačica ima dva pitot-statička sustava, pomoćni umjetni horizont i prekidač kojim se uključuje, a koji se nalazi na gornjem lijevom dijelu instrumentalne ploče, zatim, selektivni prekidač kojim se provjerava napon na ostalim izvorima, dva magnetska kompasna, tipkalo FORCE TRIM kojim se podešava opterećenje na palicama, ventile alternativnih statičkih otvora, prekidač NORMAL/MANUAL kojim se može dovesti napajanje na neesencijalnu sabirnicu prebacivanjem u položaj MANUAL pri otkazu glavnog generatora na IFR inačici.

Zbog složenosti sustava, na instrumentalnom panelu na dijelu upozoravajućih svjetala, koja indiciraju potencijalne otkaze ili nepravilan rad pojedinih dijelova električne opreme, na helikopteru IFR inačice postoji određena razlika u odnosu na ostale dvije inačice. Slika 15. prikazuje panel s upozoravajućim svjetlima.



*Slika 15. Panel s upozoravajućim svjetlima IFR inačice helikoptera [1]*

Panel s upozoravajućim svjetlima IFR inačice se razlikuje od ostale dvije po svjetlima BATTERY RELAY, STBY BATT ON te STBY GEN FAIL. Ona pilotu daju vizualnu indikaciju o stanju, grešci ili neispravnosti sustava. Kod ostale dvije inačice ove lampice su prazne i označene su oznakom SPARE. Zvučna signalizacija postoji kod sve tri inačice a javlja se kod ENG OUT (otkaz motora) te kod ROTOR LOW RPM (pad broja okretaja nosećeg rotora ispod  $90 \pm 3\%$ ) [1].



## **4. VRSTE I NAČINI ODRŽAVANJA HELIKOPTERA BELL 206B TE ANALIZA PROGRAMA ODRŽAVANJA ZA 3 INAČICE VFR, NVG, IFR**

Program održavanja helikoptera tipa Bell 206B je temeljni dokument kojim se implementiraju zahtjevi zrakoplovno tehničkog održavanja helikoptera tipa Bell 206B definirani tehničkom dokumentacijom proizvođača helikoptera sa zahtjevima definiranim važećem Pravilnikom o kontinuiranoj plovidbenosti i održavanju vojnih zrakoplova i drugim srodnim regulativnim dokumentima, propisanim od strane Ministarstva obrane i Oružanih snaga Republike Hrvatske [5].

Kada se govori o Programu održavanja kao regulativi tada sam dokument programa održavanja zahtijeva stalno praćenje, ažuriranje i upotpunjavanje, a sve poradi sigurne i ekonomične provedbe zrakoplovno tehničkog održavanja i dodijeljenih zadaća.

Program održavanja sadrži obavezne postupke održavanja i preglede za helikopter Bell 206B, rokove i način njihove provedbe, a koji su određeni namjenom i uvjetima uporabe helikoptera, zrakoplovno tehničkom (ZT) dokumentacijom proizvođača i odredbama važećeg Pravilnika o kontinuiranoj plovidbenosti i održavanju vojnih zrakoplova.

Program održavanja helikoptera Bell 206B određuje objekte održavanja (helikopter, sustav, uređaj, komponenta), obujam i periodičnost izvršenja radova tehničkog održavanja helikoptera Bell 206B. Pravovremeno i kvalitetno provođenje radova tehničkog održavanja, osigurava održavanje zadane razine raspoloživosti helikoptera za letenje. U slučaju smanjivanja obujma ili povećavanja periodičnosti izvršenja radova tehničkog održavanja, nadležni zapovjednik održavanja snosi odgovornost za raspoloživost helikoptera za letenje i sigurnost njegove eksploatacije. Prilikom provođenja svih vrsta tehničkog održavanja helikoptera potrebno se pridržavati Programa održavanja i odrednicama Pravilnika [4].

### **4.1. Periodika održavanja u životnom ciklusu helikoptera Bell 206B JetRanger III**

Status liste (liste odobrenih resursa), liste pregleda i ispitne liste su dokumenti definirani uporabnom ZT (zrakoplovno tehničkom) dokumentacijom helikoptera Bell 206B i pripadajućih komponenti. Status liste usvojene za helikopter (ili komponente) Bell 206B definiraju se na osnovu vremenskog perioda, sati rada (naleta), brojem ciklusa, brojem slijetanja, definiranim i prikazanim u sljedećoj uporabnoj ZT dokumentaciji:

- 206 A/B Series-MM-1 Chapter 5 „*Inspection and component overhaul schedule*“ 30. travanj 2013. Rev. 14
- 10W2 Rolls Royce M250-C20 OMM „*Chapter 72-00-00 Engine Inspection/Check*“ 15. listopada 2019.

Sve status liste, liste pregleda i ispitne liste čine sastavni dio zrakoplovno tehničke dokumentacije i moraju biti kompletne te pravilno i pravodobno vođene i ažurirane. Minimum kojim sve liste moraju udovoljavati su zahtjevi propisani od strane proizvođača helikoptera (komponente). Prilikom korištenja priručnika *Bell-206 A/B Series-MM* i *10W2 Rolls Royce M250-C20 OMM* uvijek je potrebno koristiti zadnju reviziju istoga.

Pregledi se izvode kada je helikopter ili komponenta ispunio svoj satni, vremenski resurs odnosno broj ciklusa. Resurs helikoptera se definira kao:

- Satni resurs (vrijeme leta) – računa se od trenutka kada se helikopter odvoji od zemlje do trenutka kada ponovno dotakne zemlju, vrijeme kada je helikopter na zemlji s pokrenutim motorom se ne računa.
- Vremenski resurs (kalendarsko vrijeme) – počinje teći s datumom kada je završen pregled, odnosno kada je komponenta ugrađena ili kako je propisano u pratećoj dokumentaciji proizvođača komponente. Isto ne prestaje teći izgradnjom komponente ili konzervacijom helikoptera.
- Ciklus – računa se kao broj pokretanja komponente, svako pokretanje komponente odnosno helikoptera označava jedan ciklus neovisno od toga jeli pokretanje bilo uspješno [4].

## **4.2. Vrste pregleda helikoptera Bell 206B JetRanger III**

Vrste pregleda koje su obuhvaćene ovim Programom održavanja su [4]:

- Redoviti pregledi
- Izvanredni pregledi

### **4.2.1. Redoviti pregledi**

Redoviti pregledi se provode po unaprijed određenim intervalima koji mogu biti određeni na osnovu utroška radnih sati (sati naleta helikoptera), kalendarskom razdoblju (dani, mjeseci, godine), broju ciklusa motora ili letova helikoptera.

Redoviti pregledi na helikopteru Bell 206B dijele se na [4]:

- Redovite preglede helikoptera,
- Redovite preglede motora,
- Redovite preglede ugrađene opreme.

#### **4.2.1.1. Redoviti pregledi helikoptera**

Redoviti pregledi helikoptera definirani su u Priručniku održavanja „BHT-206A/B-SERIES-MM-1“, poglavlje 5-00-00 („5-8 Airframe Inspection Program“), te u skladu s konfiguracijom ugrađenih komponenti, obuhvaćaju sljedeće preglede [5]:

- tjedni pregled (*engl. Weekly inspection*),
- 100h/godišnji pregled helikoptera (*engl. 100-Hour Airframe Periodic inspection*),
- 300h pregled helikoptera (*engl. 300-Hour Airframe Periodic inspection*),
- 1200h povremeni pregled helikoptera (*engl. 1200 –Hour inspection*),
- 3 mjesecni pregled helikoptera na koroziju (*engl. Corrosion Control Guide*),
- 12 mjesecni pregled (*engl. 12 Month Inspection*),
- 12 mjesecni pregled komponente (*engl. 12 Months of Component Operation*),
- 24 mjesecni pregled (*engl. 24 Month Inspection*),
- 600h / 12 mjesecni pregled komponente (*engl. 600 Hour or 12 Months of Component Operation*),
- pregled komponente nakon 1200h / 12 mjeseci rada (*engl. 1200 Hour or 12 Months of Component Operation*),
- pregled komponente nakon 1500h rada (*engl. 1500 Hours of Component Operation*),
- pregled komponente nakon 3000h rada (*engl. 3000 Hours of Component Operation*).

#### **4.2.1.2. Redoviti pregledi motora**

Redoviti pregledi motora definirani su u Priručniku održavanja „BHT-206A/B-SERIES-MM-1“ i priručnikom održavanja motora „10W2 Rolls Royce M250-C20 OMM“ i obuhvaćaju [4]:

- 100h pregled motora,
- 300h pregled motora.

### **4.2.1.3. Redoviti pregledi ugrađene opreme**

Redoviti pregledi ugrađene opreme provode se u skladu s uporabnom dokumentacijom proizvođača opreme i obuhvaćaju:

- mjesečni pregled ELT-a,
- godišnji pregled ELT-a,
- 3 mjesečni pregled akumulatora,
- 12 mjesečni pregled akumulatora,
- 600 satni pregled-provjera obilaznog voda vanjskog filtera motornog ulja.

Svi prethodno navedeni pregledi su izdvojeni samo kao značajniji pregledi, ali nisu i jedini propisani pregledi koji se tijekom održavanja provode na helikopteru tipa Bell 206B. Pravovremena provedba ovih pregleda osnovni su uvjet plovidbenosti helikoptera [4].

### **4.2.2. Izvanredni pregledi te zrakoplovne naredbe, servisni bilteni i servisna pisma**

Izvanredni pregledi su pregledi koji se provode prema ukazanoj potrebi, uvjetima održavanja ili posebnim zapovijedima. Tijekom izvanrednih pregleda provode se pregledi pojedinih komponenti ili cijelog tehničkog materijalnog sredstva.

Provedba zrakoplovnih naredbi o plovidbenosti (*engl. Airworthiness directive*) zrakoplovnih vlasti država proizvođača zrakoplova ili hrvatskih vojnih zrakoplovnih vlasti, informirajućih i upozoravajućih servisnih biltena (*engl. Alert service bulletin*) i servisnih pisama proizvođača zrakoplova i komponenti, obvezna je u skladu s naznačenim vremenom provedbe u prethodno navedenim dokumentima.

Izvanredne preglede može naložiti i proizvođač helikoptera i komponenti (motora, rotora) putem obvezujućih servisnih biltena ili zrakoplovnih naredbi o plovidbenosti. Izvanredni pregledi helikoptera i komponenti, kao i utvrđeno stanje po pregledu, obvezno se evidentiraju u odgovarajućoj pratećoj tehničkoj dokumentaciji [4].

### **4.3. Vrste, modeli i propisani radovi održavanja**

Održavanje helikoptera tipa Bell 206B provodi se preventivno i korektivno.

Preventivno održavanje su planirane aktivnosti održavanja, opsluživanja i preinaka na helikopteru tipa Bell 206B i njegovim komponentama, a provodi se prema vremenskom ili

satnom resursu te stanju helikoptera i pojedine komponente prije funkcionalne neispravnosti ili otkaza.

Korektivno održavanje su aktivnosti održavanja koje zbog funkcionalne neispravnosti ili kvara helikoptera tipa Bell 206B i/ili otkaza na njegovim komponentama provode sve razine održavanja u skladu s ovim Programom održavanja i odobrenjem za održavanje. Za helikopter Bell 206B održavanje se provodi prema resursima helikoptera i njegovih komponenti propisanim u priručniku održavanja Bell 206 „206 A/B Series-MM-1“, a provodi se u 3 stupnja [4].

#### **4.3.1. Prvi (I.), drugi (II.) i treći (III.) stupanj održavanja**

Prvi (I.) stupanj održavanja (linijsko održavanje) je održavanje kojim se osigurava priprema i pregledi helikoptera ili komponenti za pravodobnu pripremu i sigurno izvršenje zadaća te otklanjanje manjih neispravnosti, smještaj, vuču i čuvanje helikoptera i komponenti helikoptera tipa Bell 206B u skladu s važećim Pravilnikom.

Prvi (I.) stupanj održavanja jednoga helikoptera tipa Bell 206B provodi tim ovlaštenih zrakoplovnih tehničara u skladu s važećim pravilnikom, a isti čine:

- Nadležni zapovjednik održavanja,
- ZT kontrolor osposobljen po obje specijalnosti (za zrakoplov i motor, te instrumente, radio-radar i elektroopremu),
- Zrakoplovni tehničar osposobljen po obje specijalnosti (za zrakoplov i motor, te instrumente, radio-radar i elektroopremu).

U drugom (II.) stupnju održavanja provodi se utvrđivanje ispravnosti i pouzdanosti helikoptera i njegovih komponenti za sigurnu uporabu, prema satima leta, ciklusima i vremenskim rokovima, složeniji popravci nakon otkaza, manje preinake, zamjene komponenti, te potpora prvom (I.) stupnju održavanja. Provodi se u stacionarnim uvjetima u postrojbi (satnija za održavanje iz sastava eskadrile).

Održavanje u drugom (II.) stupnju održavanja provodi ovlašteno ZT osoblje u skladu s važećim Pravilnikom, koje čine:

- Nadležni zapovjednik održavanja,
- ZT kontrolori,
- Zrakoplovni tehničar za zrakoplov i motor,

- Zrakoplovni tehničar za instrumente, radio-radar i elektroopremu.

Treći (III.) stupanj održavanja obuhvaća najvišu razinu održavanja, remont, preinake i modernizaciju, a provodi se u ovlaštenim domaćim i/ili inozemnim organizacijama održavanja, u skladu s važećim ugovorom i odobrenjem Nadležnog tijela MORH-a. Ovlaštena organizacija održavanja svoju sposobnost dokazuje potvrdom o ovlaštenju za provođenje trećeg (III.) stupnja održavanja [4].

#### **4.3.2. Prijeletni, poslijeletni te pregled helikoptera u tehničkom danu**

Prijeletnim pregledom utvrđuje se stanje ispravnosti helikoptera prije prvog leta u letačkom danu, a obavlja ga zrakoplovni tehničar i ZT kontrolor, osposobljen po obje specijalnosti. Neposredna priprema helikoptera provodi se neposredno prije letačke zadaće i obuhvaća:

- Prijeletni pregled helikoptera,
- Provjeru količine goriva, maziva, plinova i kapljevina,
- Pokretanje i provjeru rada motora.

Poslijeletnim pregledom utvrđuje se stanje ispravnosti helikoptera nakon zadaće tijekom letačkog dana i otklanjanja utvrđene neispravnosti, a obavlja ga zrakoplovni tehničar i ZT kontrolor, osposobljen po obje specijalnosti po završetku letačkog dana.

Pregledom u tehničkom danu utvrđuje se detaljno stanje helikoptera najmanje jednom u sedam dana, a provodi ga zrakoplovni tehničar i ZT kontrolor osposobljen po obje specijalnosti. Tjedni pregled helikoptera provodi se prema listama definiranim u Programu održavanja, a u skladu s priručnikom održavanja „Bell 206 A/B-Series Maintenance Manual“, važećim Pravilnikom, te ostalim inženjerskim nalozima, posebnim zapovijedima i naputcima proizvođača, ako su izdani. Pored pregleda helikoptera, njegova čišćenja podmazivanja i otklanjanja uočenih neispravnosti, u tehničkom danu je obavezan pregled kompletnosti i ažurnosti vođenja ZT dokumentacije, te pregled kompletnosti i ispravnosti pripadajuće zemaljske opreme, alata i ispitno mjernih uređaja. Helikopter na kojem nije proveden (ili evidentiran) pregled u tehničkom danu (sedmodnevni), smatra se neispravnim za izvršenje letačke zadaće.

Također, postoje određena pravila i propisi koji nalažu provjeru i punjenje helikoptera gorivom, mazivima, kapljevinama i plinovima. Punjenje helikoptera tipa Bell 206B gorivom, mazivom, kapljevinama i plinovima provodi se isključivo iz sredstva za dostavu i punjenje

koje je propisno uzemljeno i povezano s helikopterom, a provodi se u skladu s odredbama propisanim u Pravilniku. Provjera ispravnosti goriva, maziva, kapljevina, plinova i dostavnoga sredstva obuhvaća kontrolu:

- Podataka o kvaliteti goriva, maziva, kapljevina i plinova,
- Uzorka goriva iz taložnika za punjenje,
- Umjerenosti protokomjera i uređaja za mjerenje tlaka,
- Ispravnosti i stanja plombi na dostavnom sredstvu.

Tehničar helikoptera puni gorivo i zatvara poklopce spremnika, usklađuje primljenu količinu goriva, maziva, kapljevina i plinova s preostalom količinom u helikopteru i očitanom količinom na mjerачu dostavnoga sredstva te podatke upisuje u knjižicu održavanja helikoptera.

Pokretanje i provjera rada motora dopuštena je pilotu, po postupku propisanom zrakoplovno tehničkom dokumentacijom helikoptera Bell 206B. Iznimno, za vrijeme pokretanja i provjera rada motora i ostalih komponenti helikoptera na zemlji i u zraku, dopuštena je prisutnost ZT osoblja u putničkom prostoru helikoptera u svrhu određivanja uočenih neispravnosti odnosno po provedbi preventivnih i korektivnih radova kada se za to ukaže potreba

Međuletni pregled provodi se između letova radi provjere ispravnosti i pripreme helikoptera za idući let tijekom letačkog dana. Obavlja ga zrakoplovni tehničar, osposobljen po obje specijalnosti sa zaustavljenim motorima helikoptera [4].

## **5. ANALIZA ZAPISA I PODATAKA O NALETU I ODRŽAVANJU ZA PERIOD OD 5 GODINA ZA SVE 3 INAČICE**

Tri inačice helikoptera Bell 206B (NVG (*engl. Night-Vision Goggles*), VFR (*engl. Visual Flight Rules*), IFR (*engl. Instrument Flight Rules*)) u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu koriste se, s obzirom na elektroničku opremu i avioniku ugrađenu u pojedine inačice, u zadaćama gdje će određena oprema uvelike olakšati i omogućiti bolje obavljanje zadataka. Sve 3 inačice koriste se i u obuci učenika-pilota, kadeta, koji kroz vrijeme obuke koja traje 2 godine odlete najviše sati na helikopterima Bell 206B uz njihove nastavnike letenja koji također, radi održavanja trenaze, odrađuju zasebne letove. Isto tako, nakon određenog broja sati te obavljanja raznih zadaća, važno je pravilno i pravodobno održavati helikoptere kako bi bili na što većoj razini pripravnosti te u potpuno ispravni. Kao referentni period iz kojega je preuzeta analiza zapisa i podataka o naletu i održavanju praćen je vremenski interval od siječnja 2017. godine do siječnja 2022. godine za sve tri inačice helikoptera Bell 206B koje koristi Hrvatsko ratno zrakoplovstvo.

### **5.1. NVG inačica helikoptera**

U vremenskom periodu od 5 godina, ukupan nalet jednog helikoptera NVG inačice helikoptera Bell 206B iznosi 800 sati leta. U promatranom periodu pratilo se stanje na tri helikoptera NVG inačice. U tom periodu analizirani su sustavi, komponente i dijelovi koji su promijenjeni na redovnim ili izvanrednim pregledima helikopterima bilo da je do izmjene došlo uslijed isteka resursa određene komponente ili neispravnosću prijavljene od strane pilota nakon tehničke probe, leta ili kada sama tehnička služba otkrije neispravnost ili kvar. Kako se NVG inačica helikoptera koristi najviše za noćno letenje, izvjesno je da će ista imati najviše otkaza komponenti u sustavu unutarnjeg ili vanjskog osvjetljenja.

#### **5.1.1. Sustav vanjskog osvjetljenja**

Sve tri inačice helikoptera opremljene su električnim uređajem vanjskog osvjetljenja, ali kako se za noćno letenje, bilo u obuci kadeta ili obavljanja određenih zadaća, najviše koristio helikopter NVG inačice tako je ta inačica helikoptera imala najviše otkaza poletno/sletnog reflektora (fara). Sustav vanjskog osvjetljenja obuhvaća reflektore za slijetanje i polijetanje, pozicijska svjetla i svjetlo protiv sudara. Električni uređaj reflektora za slijetanje/polijetanje sastoji se od dvaju reflektora smještenih u donjem dijelu nosnog odjeljka, dvaju releja smještenih u prostoru donje konzole, iza instrumentalne ploče, te prekidača



„LDG LTS“ smještenog na vrhu desne (pilotske) kolektivne palice. Reflektori su ugrađeni tako da je jedan snop svjetlosti usmjeren prema naprijed, a drugi prema dolje. Prekidačem je moguće uključiti oba reflektora ili samo onaj čiji je snop usmjeren prema naprijed. Reflektori i namotaji releja napajaju se s automatskog osigurača „LDG LT“ smještenog na gornjoj konzoli. Sletni reflektor nije se mijenjao u pravilnim intervalima jer se komponenta mijenja na temelju zatečenog stanja, pa je tako, u analiziranih 800 sati naleta NVG inačice helikoptera u 5 godina, reflektor izmijenjen 3 puta, a sami releji 1 put. Tablica 4. prikazuje usporedbu sati naleta i zatečenog otkaza vezanog uz sustav reflektora za slijetanje/polijetanje.

*Tablica 4. Odnos sati naleta sa zatečenim otkazom sustava reflektora za slijetanje/polijetanje [4]*

<b>Sati naleta [FH]</b>	<b>Zatečeni otkaz</b>
97	Žarulja fara*
288	Žarulja fara*
511	Žarulja fara*
679	relej

\*otkazi žarulja koji su se dogodili prilikom prvog uključivanja reflektora u letnom danu

Pozicijska svjetla uključuju se polužnim automatskim osiguračem „POS LT“ koji je smješten na gornjoj konzoli iznad glave pilota i kopilota. Također, kao i sustav reflektora za slijetanje/polijetanje ne događa se u pravilnim intervalima pa je tako zabilježen samo po jedan otkaz desnog (zelenog) pozicijskog svjetla i lijevog (crvenog) pozicijskog svjetla dok je stražnje (bijelo) pozicijsko svjetlo izmijenjeno 2 puta. Kako se prije svakog leta, a prilikom pokretanja motora bilo koje od inačica, uključuje i pozicijsko svjetlo kao i svjetlo protiv sudara, otkazi vezani uz tu svjetlosnu kategoriju svjetala su relativni, odnosno, ovise o životnom vijeku same žarulje postavljene na helikopter. Električni uređaj svjetla protiv sudara sastoji se od posebno konstruirane žarulje i treperača koji ju napaja te je tako zabilježen jedan otkaz žarulje. Tablica 5. pokazuje otkaze pozicijskih svjetala, svjetala protiv sudara te vremenski interval.

*Tablica 5. Odnos sati naleta s otkazima svjetala protiv sudara i pozicijskih svjetala [4]*

<b>Sati naleta [FH]</b>	<b>Otkaz svjetla</b>
154	Pozicijsko svjetlo desno (zeleno)
198	Pozicijsko svjetlo lijevo (crveno)

398	Pozicijsko svjetlo stražnje (bijelo)
595	Svjetlo protiv sudara
752	Pozicijsko svjetlo stražnje (bijelo)

### 5.1.2. Sustav unutarnjeg osvjetljenja

Električni sustav unutarnjeg osvjetljenja sastoji se od triju podsustava, a to su električni uređaj: za zamračenje signalnog panela, za osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela i električni uređaj prijenosne svjetiljke [1].

Kod uređaja za zamračenje signalnog panela i uređaja prijenosne svjetiljke nije bilo određenih odstupanja kao niti otkaza sustava, ali su zabilježeni otkazi osvjetljenja kod električnog uređaja za osvjetljenje instrumenata. Taj sustav se razlikuje od inačice do inačice. Kod NVG inačice helikoptera svi su upravljački paneli i manji dio instrumenata modificirani u integralno osvjetljenje zelene boje, dok je veći dio instrumenata osvijetljen vanjskim prstenovima. Upravo problemi s osvjetljenjem pojedinih instrumenata na helikopteru NVG inačice su uočeni u 2 slučaja i to na variometru te pokazivaču okretnog momenta motora unutar promatranog perioda od 5 godina, odnosno, 800 sati naleta. Također popravak, odnosno izmjena elementa osvjetljenja zamijenjena je odmah nakon primjedbe pilota prilikom tehničke probe kod otkaza osvjetljenja variometra te nakon redovnog pregleda helikoptera od strane tehničara.

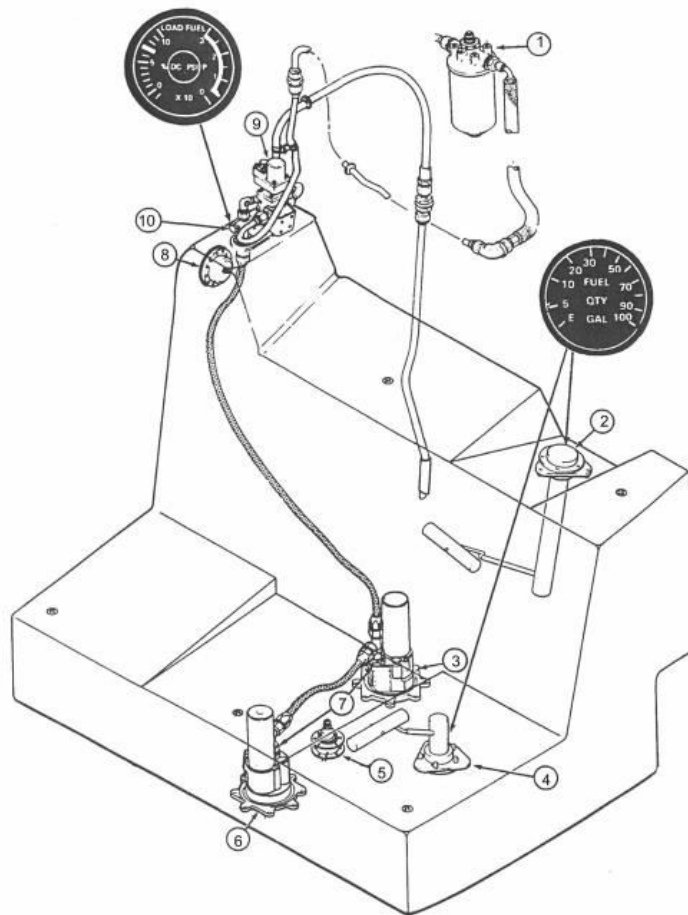
### 5.1.3. Komunikacijski uređaji

NVG inačice helikoptera opremljene su komunikacijskom upravljačkom kutijom KFS 598A koja je opremljena s dva okretna, koncentrično raspoređena dugmeta za podešavanje frekvencije [1]. Zbog gustoće frekvencijske mreže te moguće interferencije s drugim frekvencijama javila se potreba za preciznijem, odnosno finijem biranju frekvencija. Na stanici koja se koristila prije zamjene korak vanjskog dugmeta je 1 MHz, a korak unutarnjeg dugmeta u utisnutom položaju je 50 kHz, dok je u izvučenom bio 25 kHz. Kako se zbog specifičnog korištenja NVG inačice helikoptera morala naručiti i ugraditi posebna stanica odgovarajućeg osvjetljenja bilo je potrebno nabaviti upravljačku kutiju koja nije standardni dio opreme. Ugrađena je komunikacijska stanica proizvođača Bendix King, a to je uključivalo određenu vrstu modifikacije električnog sustava helikoptera. Nova stanica ima, također, dva dugmeta od kojih vanjsko ima korak od 1 MHz, a unutarnje u utisnutom položaju 25 kHz te u izvučenom 8.33 kHz. Otkazi stare, kao i novougrađene stanice još se nisu dogodili, ali je bilo određenih poteškoća u namještanju jačine zvuka preko potenciometara smještenih na upravljačkoj kutiji ili smetnji izazvanih interferencijom obližnjih aktivnih frekvencija.

#### 5.1.4. Gorivni sustav helikoptera

Niskotlačni gorivni sustav omogućuje siguran smještaj pogonskog goriva i njegovu distribuciju motoru. Na dnu spremnika smještene su dvije električne pumpe koje kroz zajednički vod potiskuju gorivo prema ventilu za prekidanje protoka. Prednja pumpa napaja se s automatskog osigurača „FWD FUEL BOOST“ smještenog na gornjoj konzoli, a stražnja s osigurača „FUEL AFT BOOST“ smještenog na donjoj konzoli. Budući da su oba osigurača stalno uključena, pumpe prorade čim se električna mreža helikoptera dovede pod napon. Obje pumpe opremljene su nepovratnim i termičkim rasteretnim ventilom te tlačnim prekidačem za signalizaciju otkaza. Kada izlazni tlak bilo koje pumpe padne na vrijednost između 3 i 4 PSI, na signalnom panelu pali se signalni segment „FUEL PUMP“. Isključivanjem jednog po jednog osigurača pumpi moguće je odrediti koja pumpa je otkazala. Naime, isključivanjem osigurača neispravne pumpe ne dolazi ni do promjene tlaka goriva niti do promjene strujnog opterećenja.

Elektromotornim ventilom za prekidanje protoka goriva upravlja se prekidačem „FUEL VALVE“ koji, ukoliko dođe do gubitka električnog napajanja, ostaje u zatečenom položaju. Na gorivni vod između pumpi i ventila priključen je davač tlaka goriva. Pristup ventilu i davaču tlaka osiguran je kroz pristupni otvor smješten iznad ulivnog grla spremnika. Ventil propušta gorivo u sklop filtra koji je smješten s desne strane na prednjem protupožarnom zidu u motornom prostoru. Na gornjoj strani kućišta filtra ugrađeni su diferencijalni sklop za signalizaciju začepljenosti filtra i obilazni ventil. Kada diferencijalni sklop registrira diferencijalni tlak od 1.2 PSI, što ukazuje na skoro začepljenje filtra, na signalnom panelu pali se signalni segment „A/F FUEL FILTER“. Nakon začepljenja filtra gorivo preko obilaznog ventila nepročišćeno odlazi u sklop visokotlačne gorivne pumpe [1]. Slika 16. prikazuje gorivni sustav helikoptera Bell 206B.



Slika 16. Gorivni sustav helikoptera Bell 206B [1]

Na slici su označeni [1]:

1. A/F gorivni filter
2. Gornji davač količine goriva
3. Stražnja pumpa (električna)
4. Donji davač količine goriva
5. Ventil za dreniranje goriva
6. Prednja pumpa (električna)
7. Nepovratni ventil
8. Ulivno grlo
9. Ventil za prekidanje protoka goriva
10. Davač tlaka goriva

Do začepljenja dolazi zbog nečistoće goriva ili kada bi došlo do zaleđivanja goriva. Začepljenje gorivnog filtera zabilježeno je u promatranom periodu, a signalizacija začepljenja

pojavljivala se nasumično te nije konstantno svijetlila. Filter se nakon pojave signalizacije ne mora nužno mijenjati, nego ga je dovoljno detaljno očistiti.

Drugi značajan otkaz vezan uz gorivni sustav jest nepravilnost u radu senzora količinomjera goriva. Taj otkaz se očitava po netočnom pokazivanju količine goriva ili promjene u tlaku goriva (promjene u tlaku će biti vrlo male, ali uočljive pilotu). Do ovog otkaza može doći i zbog zaglavljenja plovka unutar spremnika goriva koji, ako se nađe u nepravilnom položaju, daje krivu indikaciju senzoru te sam senzor očitava krivu vrijednost koju pilot očitava s količinomjera goriva. Nepravilnosti u radu senzora dogodili su se, unutar 800 sati naleta, 4 puta. Tablica 6. prikazuje otkaze vezane uz gorivni sustav helikoptera s obzirom na sate naleta.

*Tablica 6. Otkazi vezani uz gorivni sustav helikoptera u odnosu na sate naleta [4]*

Sati naleta [FH]	Otkaz/nepravilnost
29	Otkaz senzora količinomjera goriva
155	Zaglavljene plovka u spremniku*
170	Otkaz gorivne pumpe*
480	Zaglavljene plovka u spremniku*
511	Zaglavljene plovka u spremniku*
736	Začepljenje gorivnog filtera*

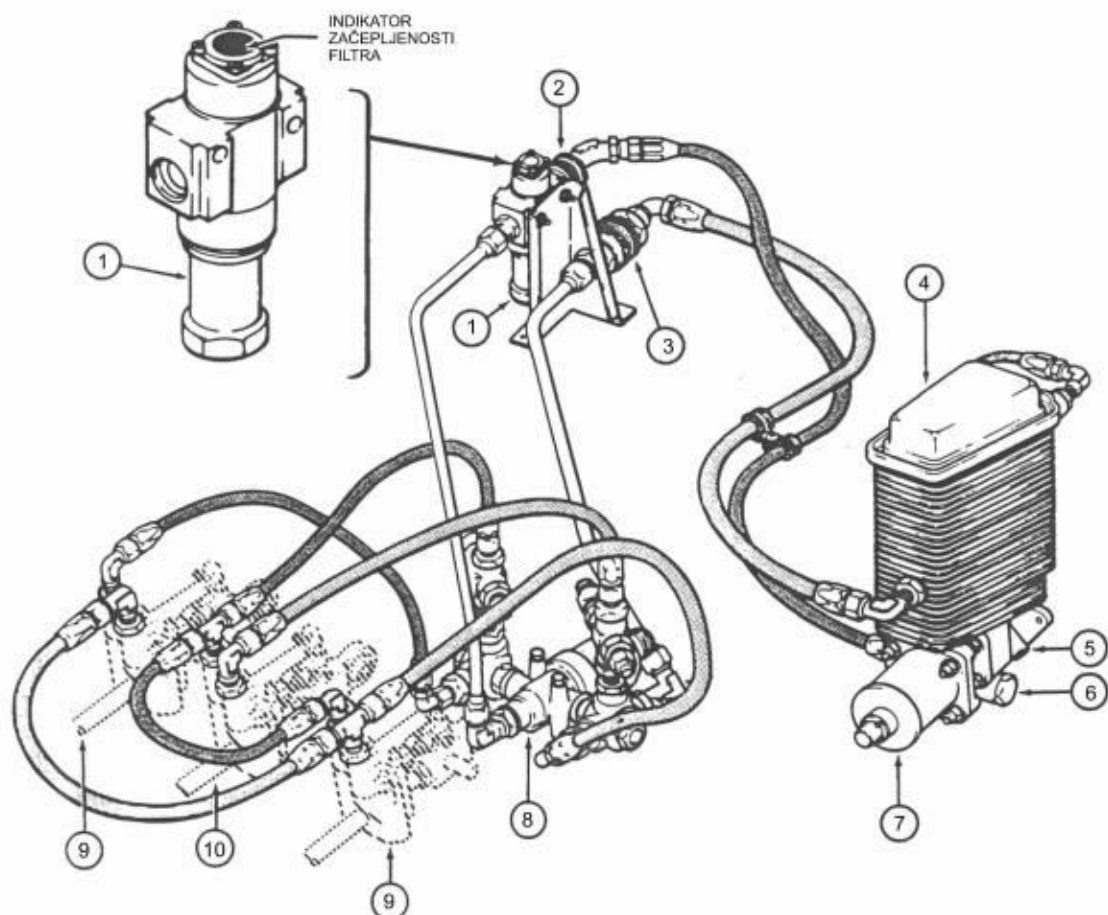
\*otkazi uočeni tijekom leta

### **5.1.5. Hidrosustav**

Hidrosustav čine dva međusobno potpuno neovisna sustava, a to su: hidrosustav komandi leta i hidrosustav kočnice rotora. Hidrosustav komandi leta osigurava rad hidroservopokretača ciklične i kolektivne komande. Sastoji se od spremnika ulja čiji je kapacitet 0.5 litara, pumpe s regulatorom tlaka, solenoidnog ventila, sklopa filtra i sustava cjevovoda za distribuciju ulja. Spremnik i pumpa nalaze se s prednje strane reduktora glavnog rotora. Razinu ulja može se provjeriti kroz prozorčić smješten na desnoj strani spremnika. Hidropumpu pogoni reduktor glavnog rotora. Kinematika pogona izvedena je tako da uljna pumpa reduktora svojim vratilom pogoni vratilo hidropumpe, a ono pogoni davač broja okretaja glavnog rotora. Posebno konstruiran priključak, koji povezuje vratila dviju pumpi, osigurava razdvajanje vratila u slučaju kvara hidropumpe te nesmetan nastavak rada uljne pumpe reduktora.

Radni tlak u sustavu je 600+/-25 PSI (pri 100% N2/NR (broj okretaja slobodne turbine i broj okretaja rotora)) te se ugađa pomoću regulatora tlaka ulja. Na kućištu filtra, koji je smješten desno od spremnika ulja, ugrađen je diferencijalni sklop za signalizaciju začepljenosti filtra. Iskakanje crvenog indikatora na diferencijalnom sklopu ukazuje na ograničen protok ulja kroz filtar. Hidrosustav uključuje se pomoću prekidača „HYDR SYSTEM“ koji se nalazi na gornjem središnjem dijelu instrumentalne ploče. Solenoidni ventil smješten je ispred spremnika ulja. Pričvršćen je za strukturu helikoptera, a napaja se s automatskog osigurača „HYD BOOST“ smještenog na gornjoj konzoli.

Dozvoljena je uporaba hidraulične tekućine specifikacije MIL-H-5606. Korištenje maziva koje zadovoljava propisane specifikacije dozvoljeno je pri vanjskim temperaturama iznad -40°C [1]. Slika 17. prikazuje hidrosustav komandi leta.



Slika 17. Hidrosustav komandi leta helikoptera [1]

Na slici je prikazano [1]:

1. Sklop filtra
2. Brzorastavni priključak tlačnog voda
3. Brzorastavni priključak povratnog voda
4. Spremnik ulja
5. Pumpa
6. Regulator tlaka ulja
7. Davač broja okretaja glavnog rotora
8. Solenoidni ventil
9. Hidroservopokretač ciklične komande
10. Hidroservopokretač kolektivne palice

Otkaz hidrosustava zabilježen je jednom u promatranom periodu od 800 sati leta. Pilot ga uočava po povećanju sila potrebnih za rukovanje komandama leta helikoptera. Potrebno je zadržati brzinu od 61-69 KIAS, provjeriti je li prekidač hidrosustava uključen te izvući osigurač „HYD BOOST“. Ukoliko se sustav ne vrati u funkciju tijekom leta ponovo utisnuti osigurač, isključiti prekidač te sletjeti s proklizavanjem na uzletno sletnu stazu.

Zbog vježbi imitacija otkaza hidrosustava koje se provode na helikopterima VFR inačice, ali i na helikopterima NVG inačice dolazi do češćeg curenja hidroulja na aktuatorima. Do toga može doći zbog grubljeg slijetanja pri obuci kadeta, čestog uključivanja i isključivanja hidrosustava te se po uočavanju curenja, helikopter podvrgava pregledu i zamjeni ili reparaciji aktuatora ili nekog dijela sustava cjevovoda za distribuciju ulja, ovisno o tome gdje je nastalo curenje.

U promatranom periodu od 800 sati dogodilo se 3 slučaja curenja hidroulja što nije ometalo niti ugrožavalo sigurnost letenja niti pouzdanost letjelice, nego je samo bilo uočljivo blago naziranje manje nakupine hidroulja na spojevima aktuatora. Sve neispravnosti uočene su ili tijekom prijeletnog pregleda helikoptera od strane tehničara ili kada pilot obavlja prijeletni pregled. Tijekom leta nije moguće utvrditi koja komponenta hidrosustava nije u funkciji, ali potpuni gubitak hidrosustava se vrlo lako detektira za vrijeme leta. Tablica 7. prikazuje sate naleta i otkaze ili curenja vezana uz hidrosustav helikoptera u promatranom periodu od 800 sati leta.

Tablica 7. Odnos sati naleta s otkazima na hidrosustavu [4]

Sati naleta [FH]	Otkaz/curenje
18	Curenje na aktuatorima*
90	Otkaz hidrosustava
302	Propuštanje na cjevovodu*
614	Curenje na aktuatorima*
790	Izmjena začepljenog filtera

\*blaži oblici laganog kapanja hidroulja na sustavu

### 5.1.6. Pogonska skupina

Kako se kroz određeni vremenski period izmijenjalo podosta sustava na helikopterima Bell 206B proizvedenima 1997. godine, različite pumpe su, kao i noviji motori, ugrađivani na pojedine helikoptere svih inačica. Motori na bilo kojoj od inačica mijenja se tek nakon što mu istekne resurs, odnosno kada helikopter odleti određeni broj sati.

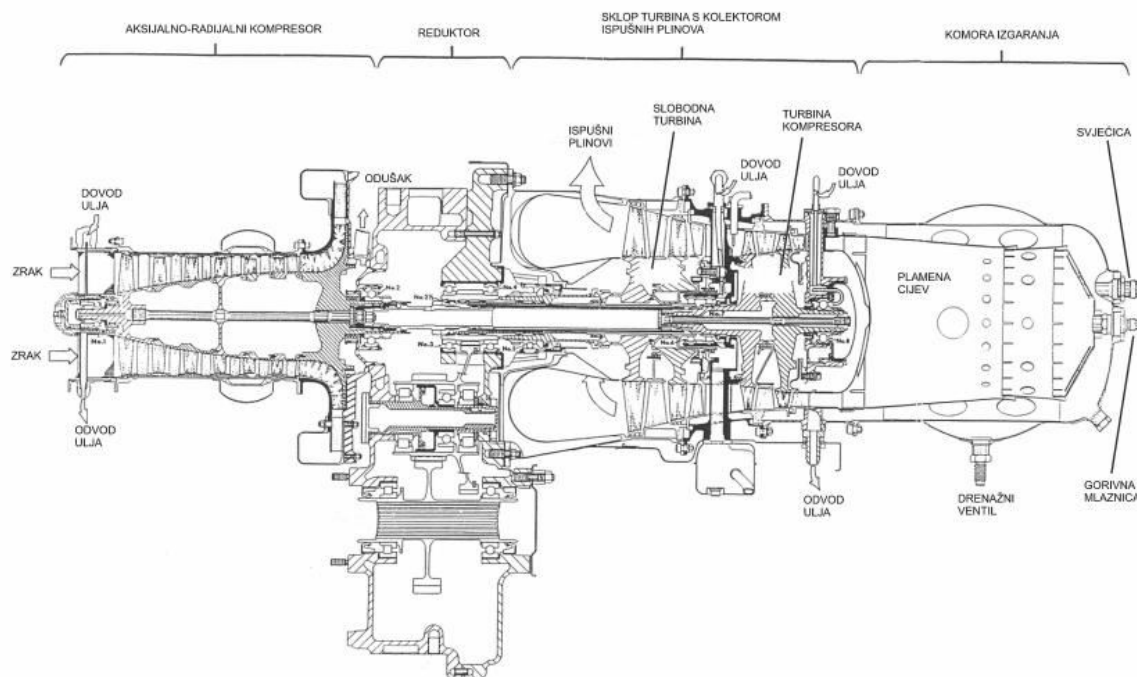
Pogonsku skupinu helikoptera čine turbovratilni motor Rolls-Royce model 250-C20J, dvokraki polukruti glavni rotor i dvokraki polukruti repni rotor. Motor modularne izvedbe što pridonosi jednostavnijem i ekonomičnijem održavanju, a sastoji se od četiriju osnovnih sekcija:

1. Aksijalno-radijalni kompresor,
2. Komora izgaranja,
3. Sklop turbine s kolektorom ispušnih plinova,
4. Reduktor.

Kompresor uzima okolni zrak kroz uvodnik zraka helikoptera, komprimira ga kroz šest aksijalnih stupnjeva te jednim radijalnim stupnjem usmjerava u prstenasti kolektor odakle se vodi do komore izgaranja. Komora izgaranja sastoji se od vanjskog kućišta i plamene cijevi. Gorivna mlaznica i svjećica, smještene su na stražnjoj strani vanjskog kućišta komore izgaranja, prolaze u unutrašnjost plamene cijevi kroz njezin stražnji dio. Najveći dio komprimiranog zraka dovedenog u vanjsko kućište komore izgaranja usmjerava se u plamenu cijev, a mali dio oko cijevi prema sklopu turbine gdje se koristi za hlađenje turbine i aksijalno rasterećenje ležaja br.8 (tercijarni zrak) U plamenoj cijevi se komprimirani zrak miješa s raspršenim gorivom i tako omogućuje zapaljenje. Sklop turbine s kolektorom ispušnih plinova pretvara energiju plinova nastalih u komori izgaranja u mehanički rad. Unutarnji dio kućišta



turbine kompresora, u kojem je smješten ležaj br.8 povezan je s vanjskim dijelom pomoću 5 šupljih upornica. Gornja lijeva i donja upornica iskorištene su za opskrbu uljem ležaja br.8 [1]. Slika 18. prikazuje poprečni presjek motora helikoptera.



Slika 18. Presjek motora helikoptera [1]

Na pojedinim helikopterima čiji motori imaju ugrađen štitičnik turbinskog ležaja br.8 izrađenog od starijeg tipa legure, potrebno je provoditi inspekciju NDT (*engl. Non-Distracting Testing*) svakih 1000 ciklusa motora. Kod motora koji imaju ugrađen štitičnik turbinskog ležaja br.8 izrađen od novije vrste legure, takvu vrstu inspekcije nije potrebno provoditi.

Važno je za napomenuti kako je na motorima koji imaju ugrađenu gorivnu pumpu Sundstrand Aero potrebno provoditi bilten CEB A-1419 svakih 750 sati leta, dok je propisano svakih 3500 sati leta. Takve pumpe nemaju ugrađenu tvorničku modifikaciju ležajeva vratila pumpe i stoga je potrebno provoditi navedeni bilten. Ukoliko se uoči ikakva nepravilnost pri pregledu, ta se nepravilnost otklanja u što kraćem roku. Kod motora koji imaju ugrađen noviji tip pumpe takve preglede nije potrebno provoditi unutar TBO (*engl. Time Between Overhaul*) perioda od 4000 sati naleta [4].

Kod obuke kadeta-pilota, na namjenskom razdjelu obuke, uvježbava se letenje s podvjesnim teretom. Pri toj obuci najčešće se koristi helikopter VFR inačice, ali i helikopter NVG inačice jer su poprilično lakši od IFR inačice koja ima još dodatno ugrađene opreme.

Najveća dozvoljena masa helikoptera u polijetanju ili slijetanju zajedno s podvjesnim teretom iznosi 3350 lbs (1519.5 kg), dok je najveća dozvoljena brzina helikoptera s podvjesnim teretom za masu veću od 3000 lbs (1360.8 kg) 78 KIAS. Ovdje nastaje problem kod još neiskusnih kadeta koji će, zbog nedostatka snage, podići kolektivnu palicu više nego je potrebno što će uzrokovati porast okretnog momenta motora preko 100 %, a u nekim slučajevima i preko 110 % [3].

Tada dolazi do pojave prekoračenja okretnog momenta (*engl. Overtorque*). Ukoliko je prekoračenje bilo u području između 100 % i 110% po torkmetru u trajanju kraćem od 5 sekundi nije potrebno raditi bilo kakve preglede. Ukoliko je vrijednost momenta prešla 110 % tada je potrebno prekontrolirati lopatice glavnog rotora, glavno pogonsko vratilo, glavčinu rotora, sve spojne točke glavčine kao i vrh kabine. Potrebno je pregledati gornji rub kabine te vizualno provjeriti sve komponente glavnog rotora da nije došlo do mehaničkog loma nekog dijela ili iskrivljenja. Također, transmisiju je potrebno pregledati, a motor se podvrgava pregledu, za to ovlaštenim osobljem po točno referiranom dijelu priručnika za održavanje motora Rolls-Royce model 250 [5].

Tijekom promatranog perioda od 800 sati leta na helikopterima NVG inačice, tijekom obuke s podvjesnim teretom, došlo je do prekoračenja okretnog momenta u samo jednom slučaju. Pilot je sletio što je prije bilo moguće te zaustavio rad motora, a tehnička služba je helikopter otpremila na detaljne preglede.

Oprema za nošenje podvjesnog tereta sastoji se od kuke sa saštitnom bravom, kućišta kuke, električnog sustava za odbacivanje tereta (na cikličnoj palici), mehaničkog sustava za odbacivanje tereta u izvanrednim situacijama i opreme za postavljanje podvjesnog tereta. Uporaba helikoptera s podvjesnim teretom mora biti u skladu s propisima VFR pravilima letenja s podvjesnim teretom.

### **5.1.7. Sustavi za podmazivanje**

Postoje dva sustava podmazivanja u helikopteru, a to su: sustav za podmazivanje motora te sustav za podmazivanje reduktora glavnog rotora. Reduktor repnog rotora nema sustav za podmazivanje u pravom smislu te riječi, nego su sve komponente koje zahtijevaju podmazivanje uronjene u ulje [1].

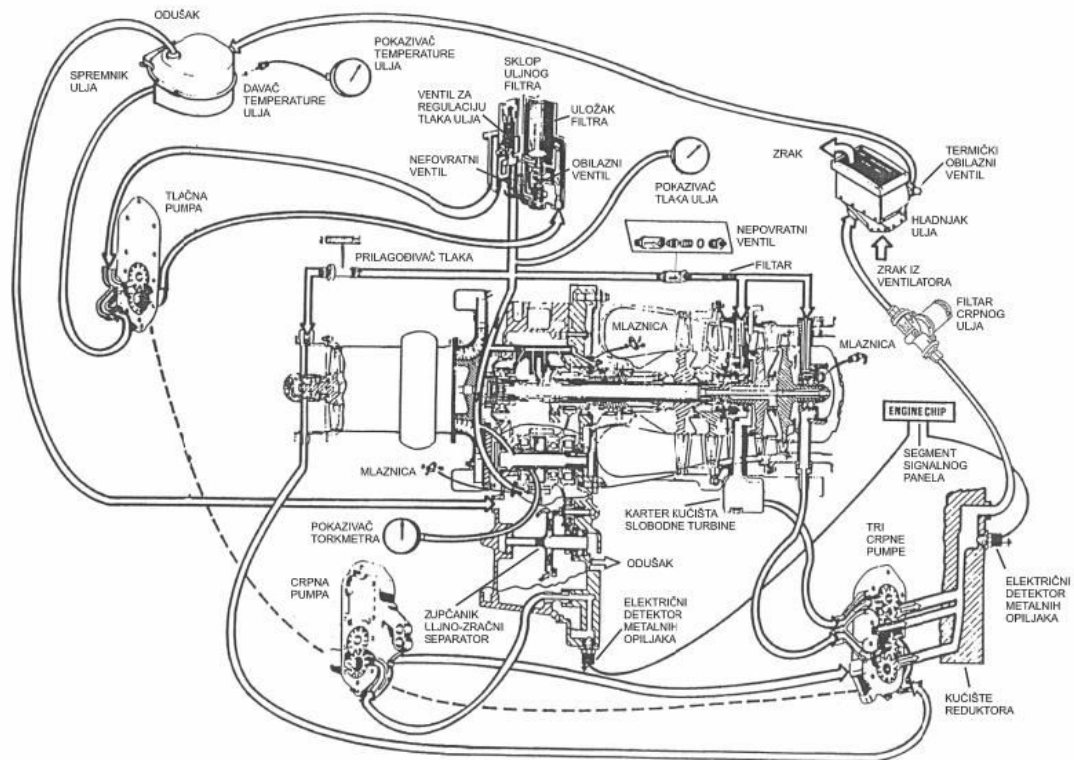
### **5.1.7.1. Sustav za podmazivanje motora**

Konstruiran je tako da u svim uvjetima leta osigurava učinkovito podmazivanje i hlađenje svih devet glavnih ležajeva motora, kao i sklopova unutar reduktora (zupčanika, ležajeva zupčanika i užljebljenja) te precizan rad torkmetra. Cirkulacijskog je tipa sa suhim karterima i vanjskim spremnikom ulja.

Protok ulja sustavom osigurava sklop uljne pumpe koji se sastoji od jedne tlačne i četiriju crpnih pumpi.

Ulje iz spremnika dovodi se vanjskim cjevovodom na reduktor motora i kroz njegove unutarnje vodove na ulaz tlačne pumpe. Tlačna pumpa potiskuje ulje kroz unutarnje vodove reduktora do sklopa uljnog filtra. Ventil za regulaciju tlaka (dio sklopa uljnog filtra) ograničava tlak u sustavu na maksimalnih 130 PSI vraćanjem viška ulja na ulaz tlačne pumpe. Relativno velik tlak omogućuje precizniji rad torkmetra. Ulje iz uljnog filtra se preko nepovratnog ventila unutarnjim vodovima odvodi iz reduktora i vanjskim cjevovodom preko prilagođivača tlaka dovodi do kompresora za potrebe mlaznice ležaja br.1.

Pročišćeno ulje pod tlakom se iz reduktora odvodi vanjskim cjevovodom na kućište slobodne turbine za potrebe mlaznice ležajeva br.6 i br.7 te na kućište turbine kompresora za potrebe mlaznice br.8. Unutarnjim vodovima se pročišćeno ulje pod tlakom dovodi na mlaznice koje ga raspršuju po dijelu zupčanika i ležajeva „N2“ zupčaničkog niza, spoju vratila rotora turbine kompresora s vratilom rotora te po ležajevima br.2, br.3, br.4 i br.5 [1]. Slika 19. prikazuje sustav za podmazivanje motora helikoptera.



Slika 19. Sustav za podmazivanje motora [1]

Na reduktoru motora ugrađena su dva električna detektora metalnih opiljaka, jedan na sklopu uljne pumpe, a drugi na dnu kartera. Nakupljanje metalnih opiljaka na bilo kojem od dva detektora rezultira paljenjem signalnog segmenta „ENG CHIP“ na signalnom panelu. Električni detektor metalnih opiljaka je magnet na koji se, ukoliko dođe do pojave opiljaka, privuku opiljci te se električnim putem informacija prenese pilotu na upozoravajući panel. U tom slučaju pilot je primoran sletjeti što je prije moguće te zaustaviti motor helikoptera.

Po dolasku tehničke službe, njihov dio zadatka je odspojiti detektor na kojemu se nalaze opiljci, provjeriti drugi detektor te ga očistiti za to prikladnim sredstvima, a ulje, koje se nalazilo u motoru, promijeniti, odnosno zamijeniti novim. U promatranom periodu od 800 sati leta, metalni opiljci u ulju motora pojavili su se 2 puta nakon samog pokretanja helikoptera na stajanci. Tablica 8 prikazuje odnos sati i nastalog otkaza.

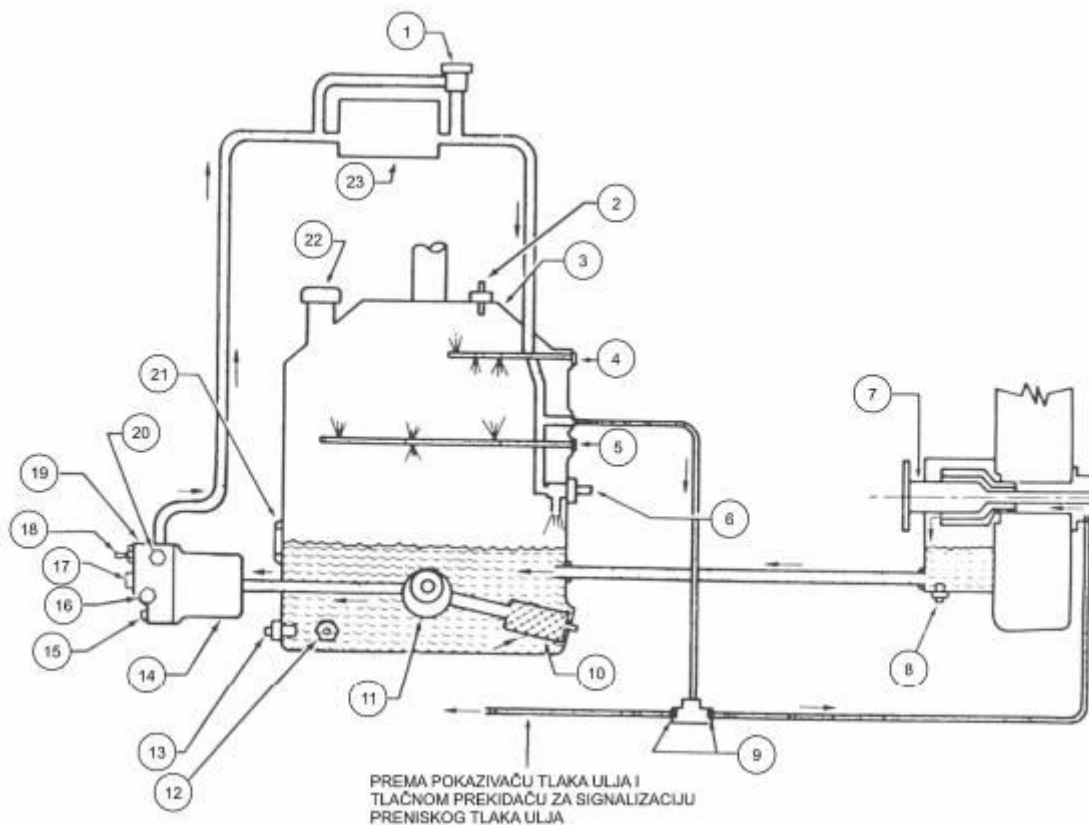
Tablica 8. Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju motora [4]

Broj sati [FH]	Otkaz
367	„ENG CHIP“
703	„ENG CHIP“

### **5.1.7.2. Sustav za podmazivanje reduktora**

Osnovni dijelovi sustava za podmazivanje reduktora su: pumpa, filter, hladnjak ulja, regulator tlaka i dvije mlaznice. Sustav za podmazivanje ujedno služi i za podmazivanje jednosmjerne spojnice čime je osigurano njezino nesmetano podmazivanje u slučaju otkaza motora i gubitka tlaka ulja u sustavu za podmazivanje motora. Kućište reduktora je ujedno i spremnik ulja, a provjeru razine ulja omogućuje prozorčić smješten na desnoj strani reduktora.

Pumpa potiskuje ulje kroz filter i hladnjak ulja prema mlaznicama i jednosmjernoj spojnici. Na glavi filtra ugrađeni su obilazni ventil, ventil za ispuštanje ulja, davač temperature ulja i termoprekidač za signalizaciju previsoke temperature ulja. Hladnjak ulja je ugrađen na gornjoj stražnjoj strani reduktora. Zrak za hlađenje dovodi se pomoću savitljive cijevi s kućišta ventilatora. Termički obilazni ventil hladnjaka usmjerava ulje u hladnjak ili pored njega. Mlaznica br.2 raspršuje ulje po elementima drugog stupnja redukcije i gornjem ležaju vratila glavnog rotora, a mlaznica br.1 po elementima prvog stupnja redukcije i donjem ležaju vratila glavnog rotora [1]. Slika 20. prikazuje sustav za podmazivanje reduktora glavnog rotora.



Slika 20. Sustav za podmazivanje reduktora glavnog rotora [1]

Na slici su prikazani [1]:

1. Termički obilazni ventil
2. Električni detektor metalnih opiljaka
3. Reduktor glavnog rotora
4. Mlaznica br.2
5. Mlaznica br.1
6. Regulator tlaka ulja
7. Jednosmjerna spojnica
8. Čep (detektor metalnih opiljaka)
9. Prilagođivači tlaka ulja
10. Filter
11. Pumpa
12. Električni detektor metalnih opiljaka
13. Električni detektor metalnih opiljaka
14. Filter

15. Ventil za ispuštanje ulja
16. Čep
17. Davač temperature ulja
18. Termoprekidač
19. Glava filtra
20. Obilazni ventil
21. Prozorčić za provjeru razine ulja
22. Čep ulivnog grla s oduškom
23. Hladnjak ulja

Na reduktor glavnog rotora ugrađena su tri električna detektora metalnih opiljaka, jedan na gornjem dijelu i dva na donjem. Nakupljanje metalnih opiljaka na bilo kojem od tih detektora rezultira paljenjem signalnog segmenta „TRANS CHIP“ na signalnom panelu. Funkcionira na istom principu kao i električni detektor metalnih opiljaka u ulju motora te se na upozoravajućem panelu, ako dođe do pojave opiljaka, prikazuje pilotu. Tehničari moraju očistiti detektore, a ulje iz transmisije promijeniti, odnosno zamijeniti novim. Metalni opiljci u ulju reduktora u promatranom periodu od 800 sati leta pojavili su se 3 puta. Tablica 9. prikazuje odnos sati leta i pojave opiljaka.

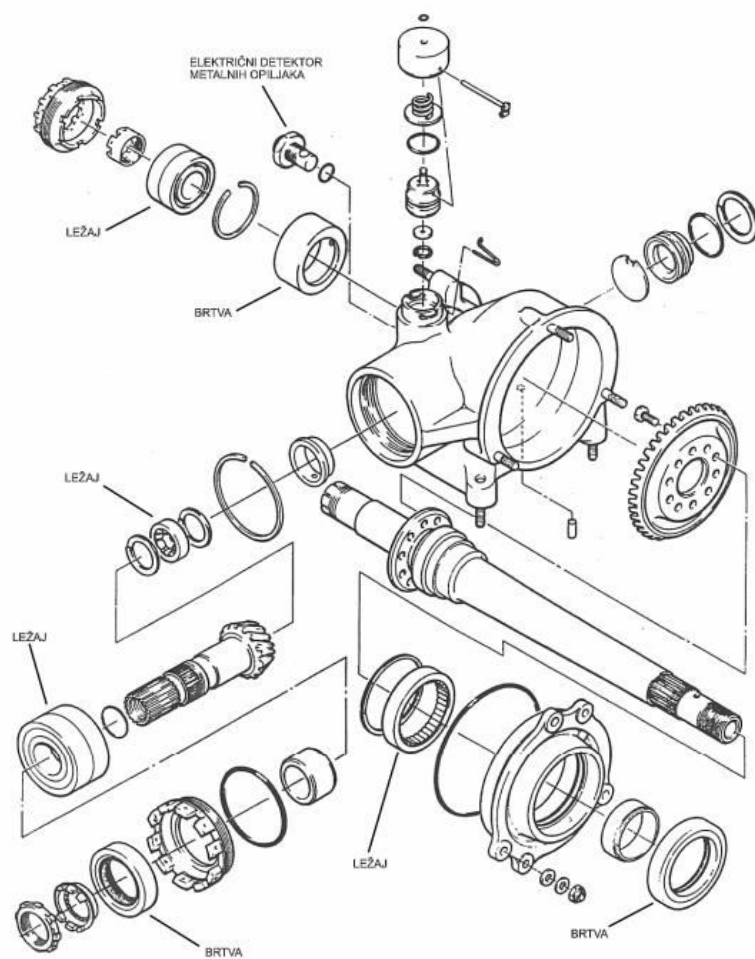
*Tablica 9. Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju reduktora [4]*

Sati leta [FH]	Otkaz
103	„TRANS CHIP“*
382	„TRANS CHIP“
688	„TRANS CHIP“*

\*otkazi su se pojavili na pokretanju helikoptera na stajanci

### **5.1.7.3. Sustav za podmazivanje repnog reduktora**

Reduktor repnog rotora osigurava potreban broj okretaja za pravilan rad repnog rotora. Redukcija od 6016 na 2560 okretaja u minuti izvedena je konusnim zupčanicom, slično prvom stupnju redukcije reduktora glavnog rotora. Kruto je pričvršćen na završetak repnog konusa. Slika 21. prikazuje reduktor repnog rotora helikoptera.



Slika 21. Reduktor repnog rotora helikoptera [1]

Kao što je rečeno, reduktor nema sustav za podmazivanje, nego su komponente uronjene u ulje. Provjeru razine ulja u repnom reduktoru omogućuje prozorčić smješten na stražnjoj strani reduktora.

Na reduktor je ugrađen jedan električni detektor metalnih opiljaka koji u slučaju pojave opiljaka u ulju aktivira „T/R CHIP“ signalni segment na upozoravajućem panelu.

Metalni opiljci u reduktoru repnog rotora dogodili su se jednom tijekom promatranog perioda od 800 sati leta, ali indikacija na upozoravajućem panelu nije svijetlila konstantno, nego se pojavljivala periodično za vrijeme leta. Princip izmjene ulja i čišćenja električnog detektora je isto kao i na sustavu za podmazivanje motora i reduktora nosećeg rotora.



## **5.2. VFR inačica helikoptera**

U vremenskom periodu od 5 godina, ukupan nalet jednog helikoptera VFR inačice helikoptera Bell 206B iznosi 750 sati leta. U promatranom periodu pratilo se stanje na tri helikoptera VFR inačice. Obuka kadeta na helikopteru Bell 206B sastoji se većinom od vizualnog letenja, gdje uvjeti i provedba obuke utječe na određene specifične dijelove i sustave koji su najviše izloženi ili korišteni prilikom obavljanja određenog dijela obuke. Podaci su promatrani na tri helikoptera VFR inačice.

### **5.2.1. Stajni trap helikoptera**

Prilikom uvježbavanja imitacije otkaza motora iz lebdenja ili iz progresivnog leta, pilot dovodi helikopter bez snage motora na površinu zemlje, odnosno površine iznad koje uvježbava manevar. Najčešće se imitacije izvode iznad uzletno-sletne staze. Slijetanja bez snage motora mogu biti grublja što može utjecati na samu stabilnost i čvrstoću stajnog trapa helikoptera koji je na helikopteru Bell 206B tipa „skije“. Također, na donjem dijelu skija nalazi se pet zamjenjivih čeličnih pločica koje sprječavaju struganje skije o površinu uzletno-sletne staze ili neke druge površine te su one dio stajnog trapa koje se najčešće mijenjaju tijekom eksploatacije helikoptera.

Drugi uzrok oštećenja stajnog trapa i čeličnih pločica je i uvježbavanje slijetanja u imitaciji otkaza hidrosustava gdje pilot prilikom ustanovljenja otkaza, mora provjeriti neispravnost sustava te sletjeti čim bude prikladno. Pri slijetanju mora održavati dovoljno veliku brzinu radi bolje upravljivosti te sletjeti s proklizavanjem brzinom 10-15 KIAS. Upravo to slijetanje s proklizavanjem najviše troši čelične pločice i skraćuje im vijek trajanja. Čelične pločice se mijenjaju na temelju zatečenog stanja dok se skije i amortizacijski elementi provjeravaju prilikom svakog pregleda.

### **5.2.2. Sustav vanjskog osvjetljenja**

Električni uređaji vanjskog osvjetljenja su reflektori za polijetanje ili slijetanje, pozicijska svjetla te svjetla protiv sudara. Na VFR inačici helikoptera svi sustavi vanjskog osvjetljenja nalaze se na istom mjestu kao i kod NVG inačice te funkcioniraju na isti način. Razlika je u tome što se na VFR inačici reflektori za slijetanje ili polijetanje koriste mnogo rjeđe jer se tom inačicom većinom leti danju bez potrebe za uključivanjem reflektora osim u nekim izvanrednim situacijama danju ili ako zadaća tako ne nalaže. Međutim, ostali sustavi osvjetljenja kao što su pozicijska svjetla te sustav svjetla protiv sudara uključuju se prije svakog leta te svijetle tijekom cijelog leta. Ukoliko je otkaz nekog od sustava naslijedio

odmah nakon pokretanja dužnost tehničara, koji se nalazi u neposrednoj blizini helikoptera koji se pokreće, je da obavijesti pilota na za to dogovoren način kako je došlo do otkaza nekog dijela osvjetljenja te da pilot mora zaustaviti motor helikoptera. Ukoliko je do otkaza došlo u letu, piloti nisu u mogućnosti detektirati otkaz te će se isti uočiti tek kada sigurno slete na stajanku.

Najčešći otkazi vanjskog sustava osvjetljenja kod VFR inačice događao se na lampicama pozicijskog svjetla gdje je lijevo (crveno) svjetlo otkazalo 2 puta te bijelo svjetlo 1 put, svjetlo protiv sudara jedanput, dok je reflektor u promatranom periodu od 750 sati leta otkazao jedanput. Tablica 10. prikazuje odnos sati s otkazima sustava vanjskog osvjetljenja kod helikoptera VFR inačice.

*Tablica 10. Odnos sati leta s otkazima sustava vanjskog osvjetljenja kod VFR inačice helikoptera [4]*

Sati leta [FH]	Otkaz
77	Otkaz stražnjeg (bijelog) svjetla*
318	Otkaz lijevog (crvenog) svjetla*
427	Otkaz svjetla protiv sudara*
645	Otkaz reflektora (fara)
768	Otkaz lijevog (crvenog) svjetla

\*otkaz se dogodio na pokretanju helikoptera

### 5.2.3. Sustav unutarnjeg osvjetljenja

Kao i kod ostalih inačica helikoptera, sustav unutarnjeg osvjetljenja sastoji se od električnog uređaja za zamračenje signalnog panela, osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela te prijenosne svjetiljke. Uočeni otkazi događali su se samo kod sustava osvjetljenja instrumenata i upravljačkih panela.

Kod VFR inačice helikoptera osvjetljenje je integralno, bijele boje, a čine ga dva zamračivača, tri predotporničke (prednaponske) jedinice i potencijometar za regulaciju intenziteta osvjetljenja. Zamračivač je zapravo izvor napajanja (dvokanalni konverter) s dva neovisna izlazna napona promjenjive vrijednosti, pri čemu je raspon promjene tih dvaju izlaznih napona različit.

Zamračivač br.1 odgovoran je za osvjetljenje lijeve strane instrumentalne ploče i donje konzole. Napaja se s automatskog osigurača „CPLT INST LT“ smještenog na gornjoj konzoli,

dok je zamračivač br.2 odgovoran za osvjetljenje desne strane instrumentalne ploče i napaja se s automatskog osigurača „PLT INST LT“ smještenog na gornjoj konzoli. Taj osigurač ima vitalan značaj s obzirom na to da osigurava napajanje upravljačkog sklopa obaju zamračivača, kao i namotaja releja za zamračenje signalnog panela.

Predotporničke jedinice su sklopovi koji sadrže otpornike za individualnu prilagodbu napona svakom pojedinom trošilu (rasvjetnom tijelu pojedinog instrumenta ili upravljačkog panela). Promjenom vrijednosti napona na upravljačkom sklopu obaju zamračivača, potencijometar upravlja veličinom izlaznih napona zamračivača, a time i intenzitetom osvjetljenja instrumenata i upravljačkih panela [1].

Kod VFR inačice helikoptera bilo je nepravilnosti kod rasvjetnih tijela pojedinih instrumenata, gdje nije bilo potrebno mijenjati bilo koji dio sustava, nego samo lampicu ili drugi rasvjetni element te bi helikopter vrlo brzo zatim bio ponovo plovidben i bez zamjerki. Događao se problem kod osvjetljenja umjetnog horizonta, štoperice te visinomjera. Kod osvjetljenja UH (umjetni horizont) i visinomjera bilo je potrebno izmijeniti lampicu za rasvjetu instrumenta dok je osvjetljenje štoperice rezultiralo izmjenom sata i postavljanjem novog sata u helikopter. Tablica 11. prikazuje odnos sati leta i otkaza elemenata unutarnjeg osvjetljenja.

*Tablica 11. Odnos sati leta s otkazima unutarnjeg osvjetljenja helikoptera VFR inačice [4]*

Sati leta [FH]	Otkaz
376	Kvar štoperice/sata*
397	Otkaz rasvjetnog elementa UH*
704	Otkaz rasvjetnog elementa visinomjera

\*otkazi koje su uočili piloti tijekom leta

#### **5.2.4. Gorivni sustav helikoptera**

Kao i na svim ostalin inačicama helikoptera, na VFR inačici siguran smještaj pogonskog goriva i njegovu distribuciju prema motoru osigurava niskotlačni gorivni sustav. Funkcionira na jednak način te je raspoređen po helikopteru identično kao i na ostale dvije inačice helikoptera. Opremljen s dvije električne pumpe na ovoj inačici helikoptera nije zabilježen, u promatranom periodu od 750 sati leta, niti jedan otkaz električnih gorivnih pumpi. Neispravnost se bilježi na zaglavljenu plovka u spremniku, u očitavanju senzora

količinomjera goriva te blagom začepjenju gorivnog filtera. Svaka od navedenih neispravnosti dogodila se po jedan put, dok se zaglavljenje plovka u spremniku dogodilo dva puta.

Plovak se može ili deponirati ili, ukoliko i dalje daje krivu informaciju senzoru, izmijeniti. U tom slučaju najčešće je problem u senzoru količinomjera goriva koji očitava vrijednosti koji se tada šalje na reparaciju ili se zamijeni novim senzorom. Začepljenje filtera otklanja se detaljnim čišćenjem ili, ukoliko se uoči kako stanje filtera ne zadovoljava minimalne kriterije, izmjenom starog filtera. Tablica 12. prikazuje odnos sati naleta s pojavom nepravilnosti u gorivnom sustavu.

*Tablica 12. Odnos sati s pojavom nepravilnosti na gorivnom sustavu helikoptera VFR inačice [4]*

Sati leta [FH]	Otkaz/nepravilnost
112	Zaglavljenje plovka
232	Začepljenje gorivnog filtera
518	Kvar senzora količinomjera goriva
671	Zaglavljenje plovka

### 5.2.5. Pogonska skupina

Svi helikopteri Bell 206B koji se koriste u Hrvatskom ratnom zrakoplovstvu su opremljeni istim motorom Rolls-Royce 250-C20J. Princip rada, stupnjevi kompresije, snaga i moment motora, stupanj redukcije na transmisiji, kao i radni parametri su jednaki na svim helikopterima što rezultira i jednakim načinom i programom održavanja.

Na pojedinim helikopterima čiji motori imaju ugrađen štitnik turbinskog ležaja br.8 izrađenog od starijeg tipa legure, kao što je navedeno i kod NVG inačice, potrebno je provoditi inspekciju NDT (*engl. Non-Distracting Testing*) svakih 1000 ciklusa motora. Kod motora koji imaju ugrađen štitnik turbinskog ležaja br.8 izrađen od novije vrste legure, takvu vrstu inspekcije nije potrebno provoditi [4].

Također, kako vrijede ista pravila kao i za NVG inačicu, na motorima koji imaju ugrađenu gorivnu pumpu Sundstrand Aero potrebno provoditi bilten CEB A-1419 svakih 750 sati leta, dok je propisano svakih 3500 sati leta. Takve pumpe nemaju ugrađenu tvorničku modifikaciju ležajeva vratila pumpe i stoga je potrebno provoditi navedeni bilten. Kod motora

koji imaju ugrađen noviji tip pumpe takve preglede nije potrebno provoditi unutar TBO (*engl. Time Between Overhaul*) perioda od 4000 sati naleta [4].

Uvježavanje leta s podvjesnim teretom najviše se provodi na helikopterima VFR inačice što je glavni uzrok češćeg trošenja kuke za nošenje podvjesnog tereta te pojave prekoračenja dozvoljenog momenta motora. Kako su helikopteri NVG i VFR inačice lakši od helikoptera IFR inačice, jer imaju manje dograđene opreme, logično je kako se obuka s podvjesnim teretom odrađuje baš na njima. Upravo taj dodatak mase pilotu ograničava raspoloživu snagu motora te kratkom nepažnjom i naglijim podizanjem kolektivne palice može prouzročiti probijanje gornje granice okretnog momenta motora. Ukoliko dođe do prekoračenja graničnih vrijednosti provode se potrebni i za to propisani pregledi helikoptera. Postupak nadzora i pregleda cijelog segmenta motora, transmisije, lopatica glavnog rotora, glavčine rotora, glavnog pogonskog vratila te gornjeg dijela kabine isti je kao kod NVG inačice te se nakon pregleda i eventualnih korekcija izvodi probni, odnosno, testni let kojeg provodi testni pilot te se promatraju, uz sve motorske i ostale instrumente, i određene vibracije na konstrukciji helikoptera, oplati, vratilima ili glavnom rotoru. Ukoliko se uoči bilo kakva nepravilnost let se prekida i helikopter se podvrgava daljnjem pregledu i mogućim reparacijama.

U promatranom periodu od 750 sati leta, prekoračenje gornje granice okretnog momenta motora dogodio se, također jedanput. Postupak pilota je isti kao i na ostalim inačicama, a tehnička služba otprema helikopter na potrebne preglede. Kako se pri uvježbavanju leta s podvjesnim teretom može dogoditi prekoračenje gornje granice okretnog momenta zbog povećane mase nošenjem tereta, tako se i u grupnom letenju, zbog većih amplituda rada sa snagom, kao pratitelju, može dogoditi pojava prekoračenja.

### **5.2.6. Hidrosustav**

Helikopteri VFR inačice opremljeni su istim hidrosustavom kao i ostale dvije inačice koji funkcionira na isti način te se u slučaju otkaza postupa po istom principu. Kako se imitacija otkaza hidrosustava uvježbava najčešće na helikopterima VFR inačice, tako se najviše pojava curenja hidroulja događa upravo na njima. Curenje ulja najčešće se događa upravo na aktuatorima. Otkaz hidrosustava na helikopterima VFR inačice u promatranih 750 sati leta nije se dogodio, ali je bilo 4 slučaja curenja hidroulja na aktuatorima te jedan slučaj curenja na cjevovodu nakon odrađivanja vježbe imitacija otkaza hidrosustava. Tablica 13. prikazuje odnos sati leta s otkazima vezanima uz hidrosustav VFR inačice helikoptera.

Tablica 13. Sati leta u odnosu na otkaze vezane uz hidrosustav VFR inačice helikoptera [4]

Sati leta [FH]	Otkaz/nepravilnost
72	Curenje na aktuatoru*
288	Curenje na aktuatoru*
310	Curenje na aktuatoru*
621	Curenje cjevovoda*
652	Curenje na aktuatoru*

\*otkazi uočeni od strane tehničara nakon povratka helikoptera s leta

Postupak reparacije ili zamjene aktuatora, kao i sustava cjevovoda za distribuciju hidroulja, nakon pojave curenja hidroulja, jednak je za sve inačice helikoptera te se provodi od strane ovlaštenog osoblja po točno propisanoj regulativi koja se nalazi u priručniku za održavanje helikoptera.

### 5.2.7. Navigacijsko-komunikacijski uređaji

VHF navigacijsko-komunikacijsku uređaj kojim su opremljeni helikopteri VFR inačice sastoji se od primopredajnika KX 165, navigacijske antene DMN 48-1 i komunikacijske antene DM C70-1/A (DM C70-4) [1]. Na helikopter su ugrađena dva uređaja. Za razliku od NVG inačice, koja ima odvojene komunikacijske od navigacijskih upravljačkih kutija, VFR inačica, kao i IFR, ima zajedničko kućište za navigacijski i komunikacijski uređaj. U promatranom periodu od 750 sati leta nije zabilježen niti jedan otkaz radio veze, ali je u jednom slučaju otkazao VHF navigacijsko-komunikacijski uređaj, odnosno upravljački panel primopredajnika KX 165. Pilot je uočio kako nije u mogućnosti vršiti primopredaju na stanici br.1, te je pokušao uspostaviti komunikaciju na drugoj stanici, ali na istoj frekvenciji, te je uspio kontaktirati kontrolore letenja. Nakon slijetanja, tehnička služba uočila je kvar na upravljačkom panelu te ga je zamijenila novim uređajem istog tipa. Helikopter je ponovo bio plovidben u očekivanom roku. Otkaz se dogodio prilikom trenažnog leta nakon 118 sati leta promatranog perioda od 750 sati leta.

### 5.2.8. Sustav za podmazivanje

Svi helikopteri Bell 206B koje koristi Hrvatsko ratno zrakoplovstvo opremljeni su istim sustavima za podmazivanje, tako da nema razlike u izvedbi niti u održavanju pojedinih sustava na različitim inačicama helikoptera. Uočavanje nepravilnosti u sustavu podmazivanja, kao što su metalni opiljci u ulju motora, reduktora ili repnog reduktora uočava pilot, prilikom pokretanja helikoptera ili tijekom leta, na upozoravajućem panelu ispred sebe. Tablica 14.

prikazuje uočene otkaze ili nepravilnosti kroz promatrani period od 750 sati leta vezane uz sustave za podmazivanje motora, reduktora ili repnog reduktora za helikoptere VFR inačice.

*Tablica 14. Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju motora, reduktora te repnog reduktora [4]*

Sati leta [FH]	Uočene nepravilnosti
131	„ENG CHIP“*
452	„TRANS CHIP“*
601	„TRANS CHIP“
733	„T/R CHIP“*

\*otkazi uočeni prilikom pokretanja helikoptera na stajanci

Ukoliko pilot uoči navedenu nepravilnost tijekom leta primoran je sletjeti što je prije moguće na prvu prigodnu površinu za slijetanje na koju je moguće izvesti razumno siguran prilaz i slijetanje. Potom će tehnička služba doći i očistiti električne detektore metalnih opiljaka, promijeniti ulje u dotičnom sustavu te će se helikopter otpremiti na aerodrom po dogovorenom postupku.

### **5.3. IFR inačica helikoptera**

Ukupan nalet helikoptera Bell 206B, IFR inačice Hrvatskog ratnog zrakoplovstva, iznosi 700 sati leta. Podaci su uzeti na naletu jednog helikoptera, jer se kroz obuku kadeta koristi samo jedan helikopter IFR inačice te je opremljen nešto drugačijom električnom opremom. Helikopter IFR inačice koristi se najčešće za letenje po IFR pravilima letenja, kao i za navigacijske letove, letove na temeljnom razdjelu i sl. Ne koristi se, u pravilu, u letenju s podvjesnim teretom niti u planinskom letenju zbog svoje veće mase. Otkazi vezani uz pogonsku skupinu, kao niti nepravilnosti u radu hidrosustava nisu evidentirani.

#### **5.3.1. Električna oprema**

Helikopter IFR inačice opremljen je jednoprovodnom električnom mrežom nominalnog istosmjernog napona 28V, ali ima tri sabirnice istosmjerne struje, a to su esencijalna sabirnica br.1, esencijalna sabirnica br.2 te neesencijalna sabirnica.

Esencijalna sabirnica br.1 napaja za let najnužnija trošila, a nju napaja starter-generator (glavni generator) primarno, pomoćni generator sekundarno i akumulator tercijarno. Esencijalna sabirnica br.2 napaja po važnosti drugu skupinu trošila, a nju napaja starter-generator primarno i akumulator sekundarno. Neesencijalna sabirnica napaja po važnosti treću

skupinu trošila, a nju napaja starter-generator u normalnim uvjetima leta primarno te akumulator sekundarno.

Helikopter je opremljen i pomoćnim akumulatorom koji, u slučaju potpunog gubitka električne energije, automatski napaja isključivo pomoćni umjetni horizont kojeg ostale dvije inačice nemaju. U slučaju otkaza glavnog generatora, pod uvjetom da je prekidač „MANUAL-NORMAL NON-ESS“ u položaju „NORMAL“, sabirnica (neesencijalna) gubi napajanje kako bi se sačuvao kapacitet akumulatora za napajanje esencijalne sabirnice br.2, a napajanje esencijalne sabirnice br.1 preuzima pomoćni generator. Prebacivanjem prekidača u položaj „MANUAL“ vraća se napajanje na esencijalnu sabirnicu br.1 od strane akumulatora. Pomoćni akumulator napaja se izravno s esencijalne sabirnice br.1 [1].

Otkazi vezani uz električnu opremu helikoptera IFR inačice vežu se uz navigacijsku opremu te opremu za napajanje pojedinih skupina instrumenata kao i za unutarnje osvjjetljenje ako se helikopter koristi za noćno letenje. U promatranom periodu od 700 sati leta, na jednom helikopteru IFR inačice zabilježen je otkaz uređaja DME (*engl. Distance Measuring Equipment*), neprecizan rad RMI (*engl. Radio Magnetic Indicator*) te uključivanje upozoravajućeg svjetla „STBY BATT ON“ što rezultira napajanjem umjetnog hotizonta, koji se u letu napaja od esencijalne sabirnice br.1 dok postoji njeno napajanje, od pomoćnog akumulatora.

Uređaj DME je imao problem s vodičem, koji se odspojio tijekom leta, te je nakon slijetanja bilo potrebno samo vratiti vodič u pravilnu poziciju kako bi on dalje funkcionirao. Neprecizan rad RMI-a uzrok je zastarjelosti opreme ugrađene na helikopter te samim nepreciznijim pokazivanjem smjera u odnosu na navigacijsko sredstvo na zemlji. Uređaj je zahtijevao novu kalibraciju te je nakon toga doveden u funkcionalno stanje. Pojava upozoravajućeg svjetla „STBY BATT ON“ nastaje kada pilot (kadet) zaboravi isključiti pomoćni umjetni horizont nakon slijetanja i zaustavljanja motora što dovodi do pražnjenja pomoćnog akumulatora. Nepravilnost je uočena pri redovnom pregledu helikoptera prije prvog leta u danu te je pomoćni akumulator zamijenjen novim.

Prilikom prvog pokretanja helikoptera, nakon pregleda i mijenjanja senzora broja okretaja glavnog rotora, neprekidno se uključila zvučna i svjetlosna signalizacija „ROTOR LOW RPM“ te je pilot bio primoran zaustaviti motor i prijaviti kvar tehničkoj službi. Uspostavilo se da se radilo o odspajanju jednog od vodiča na senzoru, nakon čijeg je spajanja, senzor nastavio normalno funkcionirati.



Tablica 15. prikazuje odnos sati leta s nastalim otkazima i nepravilnostima na električnoj opremi IFR inačice.

Tablica 15. Odnos sati leta s uočenim nepravilnostima na električnoj opremi IFR inačice [4]

Sati leta [FH]	Nepravilnost
129	Pojava „STBY BATT ON“
292	Nepravilan rad senzora broja okretaja nosećeg rotora
546	Nepravilnost u pokazivanju RMI-a*
735	Otkaz uređaja DME*

\*otkazi uočeni u letu

### 5.3.2. Unutarnje i vanjsko osvjetljenje

Električni uređaj za osvjetljenje instrumenata i upravljačkih panela helikoptera IFR inačice čine tri zamračivača, tri predtopničke (prednaponske) jedinice i četiri potenciometra za regulaciju intenziteta osvjetljenja. Zamračivači su identični onima kod helikoptera VFR inačice, od principa rada do razmještaja. Zamračivač br.3 odgovoran je za osvjetljenje donje konzole, središnjeg dijela instrumentalne ploče i gornje konzole, zamračivač br.1. za osvjetljenje lijeve strane instrumentalne ploče, a zamračivač br.2 za osvjetljenje desne strane instrumentalne ploče. Predtopničke jedinice se, po principu rada i razmještaju, nimalo ne razlikuju od onih na helikopterima VFR inačice.

Uočene su nepravilnosti kod osvjetljenja motorskih instrumenata gdje je bilo potrebno samo zamijeniti lampice za osvjetljenje pojedinih instrumenata, dok na samom sustavu nije dolazilo do otkaza.

Vanjsko osvjetljenje jednako je na svim inačicama helikoptera te je zabilježen jedan otkaz pozicijskog svjetla te otkaz svjetla protiv sudara. Također, nepravilnost je bila vezana uz žarulje koje su se, nakon uočenog otkaza, zamijenile novima. Tablica 16. prikazuje odnos sati leta s uočenim otkazima osvjetljenja.

Tablica 16. Odnos sati leta s otkazima na osvjetljenju helikoptera [4]

Sati leta [FH]	Nepravilnost
11	Otkaz svjetla protiv sudara*
332	Otkaz osvjetljenja dijela motorskih

	instrumenata*
690	Otkaz desnog (zelenog) pozicijskog svjetla*

\*otkazi uočeni na stajanci prilikom pokretanja helikoptera

### **5.3.3. Gorivni sustav helikoptera**

Kao i na ostale dvije inačice helikoptera, gorivni sustav je po principu rada i razmještaju na helikopteru identičan na svim helikopterima. Tijekom promatranog perioda od 700 sati leta, na gorivnom sustavu jednog helikoptera IFR inačice zabilježen je jedna nepravilnost u radu senzora količinomjera goriva te nepravilan položaj plovka u spremniku. Otkaza gorivnih pumpi (postoje dvije kao i na ostalim inačicama) nije zabilježen u promatranom periodu. Otkaz senzora količinomjera goriva dogodio se nakon 257 sati leta promatranog perioda, a zaglavljenje plovka nakon 589 sati leta.

## 6. UTVRĐIVANJE SLIČNOSTI I RAZLIKA IZMEĐU ODRŽAVANJA ZA SVE 3 INAČICE

Helikopteri Bell 206B svih inačica koje koristi Hrvatsko ratno zrakoplovstvo opremljeni su jednakom pogonskom skupinom, imaju jednake oplata kao i sustave podmazivanja motora, reduktora i repnog reduktora, hidrosustava, gorivnog sustava, transmisije, motorskih instrumenata kao i većine pilotažnih instrumenata. Ključna razlika je u kompleksnosti električne opreme (avionike), ugrađenoj opremi te razlici u pojedinim instrumentima. Helikopter Bell 206B može se promatrati kao dvije cjeline od kojih prvu čini sam helikopter, a drugu motor pa se tako jedan program održavanja primjenjuje na helikopter, a drugi na motor jer su i proizvođači tih dvaju cjelina različiti.

### 6.1. Sličnosti u održavanju inačica helikoptera

Zbog jednakih pogonskih skupina, transmisije, sustava za podmazivanje, oplata, stajnog trapa, hidrosustava i sl. proizvođač tih sustava je također jednak. Program održavanja svih tih komponenti bit će jednak i vrijediti jednako za sve inačice koje posjeduju takve sustave. Postoje pregledi svih sustava na helikopteru koji su propisani nakon koliko točno sati, ciklusa ili vremenskog perioda se moraju provjeriti, ispitati ili zamijeniti novim sustavom. Ovdje se mogu izdvojiti pregledi koji su propisani preglednom listom 24 (dvadesetčetvero) mjesečnog pregleda IRE (*engl. Instrument Rating Examiner*) opreme za program održavanja helikoptera.

To su pregledi [4]:

- Provjera ELT (*engl. Emergency locator transmitter*) novijeg tipa (406 MHz)
- Kompenzacija magnetskog kompasa
- Kompenzacija žiromagnetskog kompasa
- Provjera markera
- Provjera COMM/NAV sustava
- Provjera pitot-statičkog sustava (kod VFR i NVG inačice su identični)
- Provjera pokazivanja okretnog momenta motora (*engl. Torque*)
- Provjera pokazivanja količine goriva
- Provjera sustava TOT (*engl. Turbine Outlet Temperature*)
- Provjera transpondera i DME (*engl. Distance Measuring Equipment*)

- Provjere tlaka i temperature ulja u motoru
- Provjere tlaka i temperature ulja u transmisiji.

Izvanredni slučajevi kod otkaza ili uočenih nepravilnosti na nekoj od komponenti na helikopteru koju imaju sve inačice helikoptera, a proizvedene su od istog proizvođača, su relativni te se ne mogu pripisati nekorektnom održavanju ili razlici u pouzdanosti različitih sustava. Kao što je rečeno, svaka inačica helikoptera opremljena je sustavom koji omogućuje korištenje te inačice za zadaće za koje je predviđena u trenutnim uvjetima u kojima se leti pa je razumno za očekivati kako će se taj sustav češće mijenjati na inačici gdje se najviše koristio.

## 6.2. Razlike u održavanju inačica helikoptera

Hrvatsko ratno zrakoplovstvo naručilo je 1997. godine helikoptere Bell 206B koji su izvorno imali jedne pilotažne instrumente, zajedno s motorskim, na jednom instrumentalnom panelu, koji su poslani tvrtci *Premier Aviation Inc. USA* koja je te izvorne instrumentalne ploče zamijenila novijim sa dvostrukim letnim instrumentima, tj. jedni su ispred pilota, a drugi ispred kopilota.

Važno je za napomenuti kako su kod helikoptera IFR inačice učestaliji problemi s električnom opremom, nego kod ostale dvije inačice zbog same kompleksnosti sustava i opreme, jer je uz već naknadno proširenu instrumentalnu ploču dodano još potrebne opreme kako bi se omogućilo uvježbavanje IFR letenja na tom helikopteru.

Kada dođe do primjedbe pilota na rad nekog od instrumenata, tehnička služba obvezna je provesti pregled po točno propisanim standardima koje je propisala *Premier Aviation Inc. USA* jer je i ožičenje različito od izvorne verzije helikoptera Bell 206B zbog udvojenih instrumenata na jednom instrumentalnom panelu.

IFR inačica helikoptera razlikuje se samo po sustavu avionike i električne opreme od ostale dvije inačice te sadrži dva Pitot-statička sustava. Izvori električne energije su, već prije navedeni, glavni generator, pomoćni generator, akumulator i pomoćni akumulator koji služi samo za napajanje pomoćnog umjetnog horizonta. NVG i VFR inačice helikoptera imaju samo glavni generator i akumulator kao izvore električne energije.

Glavni generator se, na svim inačicama helikoptera, ispituje svakih 100 sati leta gdje se provjerava izlazni napon te istrošenost četkica na generatoru. Jednostavnim procedurom, prilikom pokretanja helikoptera, pilot će okrenuti selektor izvora električne energije kratko na

sve izvore električne energije, od kojih je primarni glavni generator, te provjeriti napon što će prijaviti tehničkoj službi ako postoji određeno odstupanje u izlaznom naponu te će se stari generator zamijeniti novim.

Drugi izvor električne energije na helikopteru IFR inačice je pomoćni generator kojem se ne provjerava stanje četkica nego samo izlazni napon nakon određenog broja sati te se nakon 1000 sati leta mijenja, odnosno zamjenjuje novim pomoćnim generatorom.

Glavni akumulator, kojeg sadrže sve inačice helikoptera, prolazi jednogodišnji test kapaciteta ili svakih 300 sati leta uz provjeru općeg stanja te provjere razine elektrolita što, također, vrijedi za sve inačice.

Pomoćni akumulator služi za napajanje pomoćnog umjetnog horizonta na IFR inačici helikoptera, NVG i IFR varijanta nemaju pomoćni UH, ali ne postoji točan period nakon koliko sati ga je potrebno zamijeniti, nego se podvrgava povremenoj provjeri napona te ukoliko pokazuje manji napon od propisanog potrebno ga je zamijeniti novim.

Pitot-statički sustav se na VFR i NVG inačici nalazi kao jedna cjelina, dok je na IFR inačici sustav udvojen. Izvede na takav način, nakon primjedbe pilota na jednu od komponenti vezane uz Pitot-statički sustav, tehničari moraju prvo utvrditi na kojem sustavu je nastao problem. Tada, nakon utvrđivanja koji od dva sustava je u kvaru, moraju provjeriti koja od komponenti kojeg sustava je u kvaru te tek tada nastaviti s provjerama. Održavanje Pitot-statičkog sustava je isto za sve inačice helikoptera te je jedina razlika kod IFR verzije što je udvojen te zahtjeva dvostruko više vremena za pregled i zamjenu komponenti.

Kod NVG inačice helikoptera učestaliji su otkazi vezani uz sustave vanjskog ili unutarnjeg osvjjetljenja jer se takvi sustavi i najviše koriste kod NVG inačice.

## 7. ZAKLJUČAK

Održavanjem helikoptera omogućuje se kontinuirana plovidbenost što je u ratnom zrakoplovstvu od iznimne važnosti jer osigurava da je helikopter uvijek u stanju pripravnosti i uvijek ispravan i spreman na obavljanje zadaće. Hrvatsko ratno zrakoplovstvo odgovorno je za izradu i provedbu programa održavanja za helikopter Bell 206B JetRanger III kojeg posjeduje u tri inačice. Svi radovi i postupci koji se izvše na helikopteru, njegovoj pogonskoj skupini i sustavima te ugrađenoj opremi moraju biti definirani u programu održavanja. Cilj je povećati pouzdanost helikoptera, smanjiti vrijeme provedenog na zemlji u svrhu održavanja, a povećati iskoristivost helikoptera te potencijalno vrijeme provedeno u zraku.

Analizom zapisa i podataka o održavanju i naletu te analizom programa održavanja helikoptera Bell 206B Hrvatskog ratnog zrakoplovstva može se zaključiti kako se letjelica održava na temelju jednog programa, motor drugog, a elementi instrumentalne ploče na temelju trećeg programa održavanja. Kod pogonske skupine, transmisije, hidrosustava, sustava za podmazivanje, kao i većine električne opreme propisano je točno vrijeme pregleda, korekcija, reparacija ili izmjena na pojedinim komponentama helikoptera.

Razlika u održavanju između tri inačice helikoptera uočava se primarno kod sustava avionike i električne opreme. Kod NVG inačice to je razlika u sustavu osvjetljenja zbog specifičnosti letnih uvjeta u kojima se koristi pa je potrebno više pažnje posvetiti takvim sustavima, dok je kod IFR inačice ključna razlika dodatna električna oprema, kao i dio avionike pa stoga te komponente zahtijevaju drugačiji način održavanja. Na temelju istraživanja podataka i zapisa, došlo se do zaključka kako kod IFR inačice helikoptera nije točno propisan niti dogovoren termin ili vremenski interval izmjene pomoćnog akumulatora koji napaja pomoćni umjetni horizont. Kada bi se uz redovno i izvanredno održavanje helikopterskih električnih sustava uvrstili i termini provjera i izmjena samog pomoćnog akumulatora kao rezultat bi se dobilo smanjenje mogućnosti gubitka napajanja pomoćnog akumulatora kod IFR inačice te dodatno povećala sigurnost izvođenja obučnih ili trenažnih IFR letova.

## LITERATURA

- [1] Gren D., Pezelj T., *Tehnički opis helikoptera Bell 206B-III JetRanger*.
- [2] »tportal.hr,« Preuzeto s : <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/u-zemuniku-pocela-letacka-obuka-na-helikopterima-bell-206b-20201119>.
- [3] *Priručnik za uporabu helikoptera Bell 206B*, Zagreb, 2018..
- [4] MORH, *Pravilnik o vojnom letenju*, Zagreb, 2012..
- [5] Ministarstvo obrane, »*Pravilnik o kontinuiranoj plovidbenosti i održavanju vojnih zrakoplova NN 86/2013*,« *Narodne novine*, 5 srpanj 2013.
- [6] »Tehnička služba,« 2022..
- [7] *BHT-206A/B-SERIES-MM-1*, 2013..
- [8] *Bell model 206B JetRanger-III electrical maintenance*, 1996..

## POPIS SLIKA

Slika 1. Bell 206B-III Hrvatskog ratnog zrakoplovstva.....	2
Slika 2. Osnovne dimenzije helikoptera.....	4
Slika 3. Dijagram odnosa brzine i visine po tlaku u IFR letu .....	5
Slika 4. Instrumentalna ploča helikoptera NVG inačice .....	7
Slika 5. Upravljački panel prijamnika KLN 89B.....	8
Slika 6. Upravljačka kutija KFS 598A.....	8
Slika 7. Upravljačka kutija KFS 564A.....	9
Slika 8. Upravljačka kutija KFS 586A.....	9
Slika 9. Upravljačka kutija KFS 576A.....	10
Slika 10. Instrumentalna ploča helikoptera VFR inačice .....	11
Slika 11. Upravljački panel primopredajnika KX 165.....	12
Slika 12. Upravljački panel prijamnika KR 87 .....	12
Slika 13. Upravljački panel primopredajnika KT 76A.....	13
Slika 14. Instrumentalna ploča helikoptera IFR inačice.....	15
Slika 15. Panel s upozoravajućim svjetlima IFR inačice helikoptera .....	16
Slika 16. Gorivni sustav helikoptera Bell 206B.....	28
Slika 17. Hidrosustav komandi leta helikoptera.....	30
Slika 18. Presjek motora helikoptera.....	33
Slika 19. Sustav za podmazivanje motora.....	36
Slika 20. Sustav za podmazivanje reduktora glavnog rotora .....	37
Slika 21. Reduktor repnog rotora helikoptera .....	39



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovne dimenzije helikoptera .....	3
Tablica 2. Ograničenja visine i brzine leta u VFR letu .....	5
Tablica 3. Ograničenja visine i brzine leta u IFR letu.....	5
Tablica 4. Odnos sati naleta sa zatečenim otkazom sustava reflektora za slijetanje/polijetanje .....	25
Tablica 5. Odnos sati naleta s otkazima svjetala protiv sudara i pozicijskih svjetala .....	25
Tablica 6. Otkazi vezani uz gorivni sustav helikoptera u odnosu na sate naleta .....	29
Tablica 7. Odnos sati naleta s otkazima na hidrosustavu .....	32
Tablica 8. Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju motora .....	36
Tablica 9. . Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju reduktora .....	39
Tablica 10. Odnos sati leta s otkazima sustava vanjskog osvjetljenja kod VFR inačice helikoptera.....	41
Tablica 11. Odnos sati leta s otkazima unutarnjeg osvjetljenja helikoptera VFR inačice .....	42
Tablica 12. Odnos sati s pojavom nepravilnosti na gorivnom sustavu helikoptera VFR inačice .....	43
Tablica 13. Sati leta u odnosu na otkaze vezane uz hidrosustav VFR inačice helikoptera.....	45
Tablica 14. Odnos sati leta s pojavom metalnih opiljaka u ulju motora, reduktora te repnog reduktora.....	46
Tablica 15. Odnos sati leta s uočenim nepravilnostima na električnoj opremi IFR inačice ....	48
Tablica 16. Odnos sati leta s otkazima na osvjetljenju helikoptera .....	49



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom \_\_\_\_\_  
**Sličnosti i razlike u eksploataciji i održavanju**  
**tri inačice helikoptera Bell 206B JetRanger III**

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

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 26.04.2022 \_\_\_\_\_

Student/ica:

*Karla - Bij*

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