



REPUBLIKA HRVATSKA

Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu

Odjel za istrage nesreća u zračnom prometu

KLASA: 343-08/18-02/04
URBROJ: 699-04/3-20-61
Zagreb, 18. ožujka 2020.

ZAVRŠNO IZVJEŠĆE

**O NESREĆI HELIKOPTERA
tipa Alouette II, SE-313B,
reg. oznake 9A-HAT**

Zlarin, 03. srpnja 2018.



OBJAVA IZVJEŠĆA I ZAŠTITA AUTORSKIH PRAVA

Ovo izvješće izradila je i objavila Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (u daljnjem tekstu: AIN) na temelju članka 6. stavka 1. i 2. Zakona o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu (Narodne novine broj 54/13), članka 7. stavka 1. i 2. Statuta Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, članka 16. Uredbe (EU) br. 996/2010 Europskog Parlamenta i Vijeća o istragama i sprečavanju nesreća i nezgoda u civilnom zrakoplovstvu, odredaba Zakona o zračnom prometu (Narodne novine broj 69/09, 84/11, 54/13, 127/13 i 92/14), te na temelju poglavlja 6. Dodatka 13 ICAO.

Nitko ne smije proizvoditi, reproducirati ili prenositi u bilo kojem obliku ili na bilo koji način ovo izvješće ili bilo koji njegov dio, bez izričitog pisanog dopuštenja AIN.

Ovo izvješće može se slobodno koristiti isključivo u obrazovne svrhe.

Za sve dodatne informacije kontaktirajte AIN.

Cilj istraga koje se odnose na sigurnost, ni u kojem slučaju nije utvrđivanje krivnje ili odgovornosti.

Istrage su neovisne i odvojene od sudskih ili upravnih postupaka i ne smiju dovoditi u pitanje utvrđivanje krivnje ili odgovornosti pojedinaca.

Završno izvješće ne može biti korišteno kao dokaz u sudskom postupku koji ima za cilj utvrđivanje građanskopravne ili kaznenopravne odgovornosti pojedinca.



SADRŽAJ

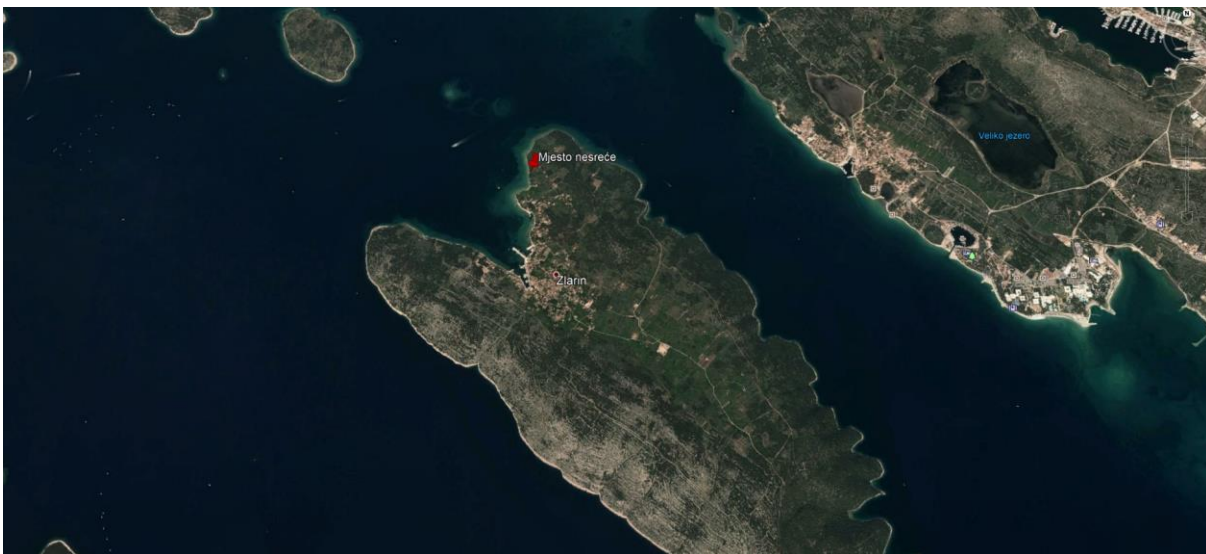
PODACI O DOGAĐAJU	5
ISTRAGA	5
KRATKI SADRŽAJ	6
1. ČINJENICE I INFORMACIJE	6
1.1. PODACI O LETU	6
1.2. OZLIJEĐENE OSOBE	7
1.3. OŠTEĆENJA HELIKOPTERA	7
1.4. DRUGA OŠTEĆENJA	8
1.5. PODACI O TVRTKI EUDORA LET D.O.O.....	8
1.6. PODACI O PILOTU	8
1.7. PODACI O HELIKOPTERU	8
1.8. METEOROLOŠKI PODACI.....	9
1.9. KOMUNIKACIJA.....	9
1.10. AERODROMSKE INFORMACIJE.....	10
1.11. UREĐAJI ZA SNIMANJE PODATAKA O LETU	10
1.12. PODACI O PADU I OSTACIMA ZRAKOPLOVA	10
1.12.1. OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJE HELIKOPTERA	11
1.12.2. OŠTEĆENJA GLAVNOG I REPNOG ROTORA, TE GLAVNOG I REPNOG REDUKTORA	14
1.12.3. OŠTEĆENJA POGONSKOG I REPNOG VRATILA	16
1.12.4. OŠTEĆENJA UPRAVLJAČKIH KOMANDI	18
1.12.5. OŠTEĆENJA NASTALA NA OSTALIM SUSTAVIMA HELIKOPTERA	20
1.13. MEDICINSKE INFORMACIJE.....	22
1.14. POŽAR	22
1.15. SPAŠAVANJE I ASPEKTI PREŽIVLJAVANJA	23
1.16. TESTIRANJE I ISTRAŽIVANJE	23
1.16.1. PRELIMINARNI PREGLED HELIKOPTERA	23
1.16.2. DETALJAN PREGLED HELIKOPTERA I NJEGOVIH KOMPONENTI	24
1.16.3. PREGLED KOMPONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA PRIJENOSA	27
1.17. DODATNE INFORMACIJE.....	28
1.17.1. ODRŽAVANJE HELIKOPTERA 9A-HAT	28
1.17.2. ANNEX II ORGANIZACIJA ZA ODRŽAVANJE	29
1.17.3. VOĐENJE KONTINUIRANE PLOVIDBENOSTI HELIKOPTERA 9A-HAT	29
1.17.4. PROIZVOĐAČEVE UPUTE ZA ODRŽAVANJE KOMPONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA	30
1.17.5. GLAVNI REDUKTOR.....	31
2. ANALIZA	32
2.1. ANALIZA TIJEKA DOGAĐAJA.....	32
2.2. ANALIZA OŠTEĆENJA KOMPONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA.....	33
2.3. ANALIZA VOĐENJA KONTINUIRANE PLOVIDBENOSTI HELIKOPTERA (ANNEX II CAMO ORGANIZACIJA).....	34
2.4. ANALIZA ODRŽAVANJA HELIKOPTERA.....	34
2.5. ODOBRENJE ORGANIZACIJE, ZA ODRŽAVANJE KOMPONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA PRIJENOSA	35
3. ZAKLJUČAK	35
3.1. NALAZI	36
3.2. UZROK.....	36
4. SIGURNOSNE PREPORUKE	37





PODACI O DOGAĐAJU

Vrsta događaja:	Nesreća
Datum:	03. srpnja 2018. godine
Lokalno vrijeme:	11:00 LT
Mjesto:	Otok Zlarin, mjesto Zlarin
Vrsta zrakoplova:	Helikopter, Annex II
Proizvođač / model:	Sud Aviation Aerospatiale / Alouette II
Registarska oznaka:	9A-HAT
Vlasnik:	Pravna osoba
Operator:	Eudora Let d.o.o
Broj osoba u zrakoplovu:	Tri (pilot, putnik i putnica)
Ozljede:	Dvije lakše ozlijeđene osobe
Oštećenja na zrakoplovu:	Znatno oštećen



Slika 1. Mjesto nesreće označeno crvenom bojom

ISTRAGA

Prvu informaciju o nesreći AIN je dobila istoga dana od Državne uprave za zaštitu i spašavanje (DUZS) i Operativno komunikacijskog centra Ministarstva unutarnjih poslova (OKC MUP).

Istražitelji AIN-a su istog dana započeli očevid, te su obavili razgovore s osobama povezanim s nesrećom i otvorena je istraga. Tijekom očevida izvršena je pretraga većeg prostora oko mjesta nesreće radi pronalaska dijelova koji su tijekom leta odvojeni od helikoptera i koji su pali na tlo.

Izdano je Priopćenje za javnost, u kojem su navedene osnovne informacije o događaju. Mjesec dana nakon nesreće izdano je Preliminarno izvješće o predmetnoj nesreći. Godinu dana nakon nesreće izdana je Privremena izjava.

AIN je izdala sigurnosne preporuke Operatoru zrakoplova - tvrtki Eudora Let d.o.o, Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo (HACZ), Organizaciji za održavanje helikoptera - tvrtki Hidroplan Nord Kft,

Mađarskim zrakoplovnim vlastima - „Ministry for Innovation and Technology Aviation Authority Supervisory Department Airworthiness Unit“, te proizvođaču helikoptera - tvrtki Airbus Helicopters.

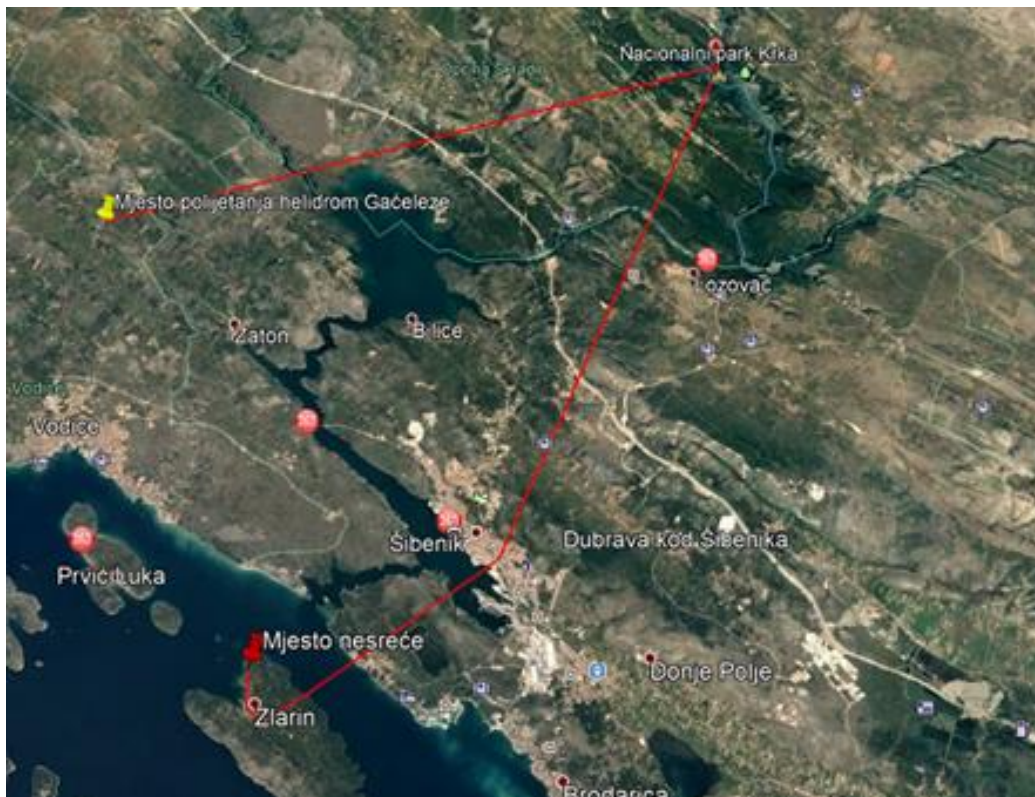
KRATKI SADRŽAJ

Tri osobe poletjele su helikopterom sa helidroma Gaćezele, s namjerom panoramskog leta šireg područja grada Šibenika. Iznad otoka Zlarin, pilot je primijetio da je upravljivost helikoptera sve teža, te je izvršio prinudno slijetanje na otok, prilikom čega su lakše ozlijeđeni putnik i putnica, dok je pilot prošao bez ozljeda. Na helikopteru je nastala znatna materijalna šteta. Nakon slijetanja izbio je manji požar koji je pilot uspješno ugasio.

1. ČINJENICE I INFORMACIJE

1.1. PODACI O LETU

Dana 03.07.2018. godine oko 10:15 sati, pilot je sa dvoje putnika poletio sa helidroma Vodice (mjesto Gaćezele), s namjerom panoramskog VFR leta iznad šireg područja grada Šibenika. Let helikoptera nakon polijetanja se odvijao u G sloju iznad Nacionalnog parka Krke (tri zaokreta) u 10:25 sati, grada Šibenika (tri zaokreta) u 10:40 sati, te otoka Zlarin u 10:43 sati (Slika 2). Oko 10:43 sati pilot osjeća jak trzaj helikoptera, te nakon toga lagane vibracije. Nakon minutu i 20 sekundi pilot primjećuje pojavu jakih vibracija, te se odlučuje na prinudno slijetanje. Helikopter slijeće oko 950 metara zračne linije udaljenosti sjeverno od mjesta Zlarin, na područje obraslo travom, drvećem i niskim raslinjem.



Slika 2. – Ruta leta zrakoplova

1.2. OZLIJEĐENE OSOBE

Ozlijeđeni	Posada	Putnici	Ostali
smrtno	0	0	0
ozbiljno	0	0	0
malo / ništa	1	2	0

Pilot tijekom nesreće nije zadobio tjelesne ozljede, dok su putnici dobili lakše tjelesne ozljede u obliku ogrebotina.

1.3. OŠTEĆENJA HELIKOPTERA

U ovoj nesreći helikopter je znatno oštećen (Slika 3). Oštećenja su prisutna na dijelovima konstrukcije, stajnog trapa, sustavu prijenosa snage, komandama za upravljanje, te pojedinim agregatima oko pogonske grupe i glavnog reduktora. Prilikom slijetanja došlo je do manjeg požara na helikopteru, koji je ugašen brзом reakcijom pilota. Na helikopteru nisu pronađeni tragovi udara ptice ili drugog letećeg predmeta poput drona, kao što je upućivala sumnja pilota.



Slika 3. – Helikopter 9A-HAT na mjestu nesreće



1.4. DRUGA OŠTEĆENJA

Tijekom predmetne nesreće nije došlo do drugih oštećenja.

1.5. PODACI O TVRTKI EUDORA LET D.O.O

Tvrtka Eudora Let d.o.o je osnovana 1998. godine sa sjedištem u Vodicama. Tvrtka pruža usluge panoramskih letova, snimanja iz zraka, te uporabe helikoptera u svrhe radova u poljoprivredi, šumarstvu ili građevinarstvu, protupožarnoj zaštiti, protugradnoj obrani, potrazi i spašavanju, promidžbi, nadzoru i patroliranju, izobrazbi letačkog osoblja, provjeri radionavigacijskih uređaja, snimanju iz zraka i sl.

Tvrtka je u trenutku nesreće posjedovala Potvrdu zračnog prijevoznika (Air operator certifikate) i Svjedodžbu operatora zrakoplova za komercijalne operacije koje nisu komercijalni zračni prijevoz (Air operator certificate for commercial operations other than commercial air transport), izdane od strane Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo (HACZ).

1.6. PODACI O PILOTU

Muška osoba, hrvatski državljanin rođen 1963. godine. Pilot je ujedno i vlasnik tvrtke koja je operator predmetnog helikoptera, te i odgovorna osoba na nekoliko funkcija u tvrtki Eudora Let d.o.o. U vrijeme nesreće posjedovao je dozvolu pilota helikoptera čiji je datum izdavanja 15.04.2014. godine, a datum isteka ovlaštenja za tip helikoptera SA318/SE313 30.04.2019. godine. Pilot također ima, u Dozvolu letačkog osoblja, upisano ovlaštenje instruktora letenja na helikopteru čiji je datum isteka 31.7.2020.

1.7. PODACI O HELIKOPTERU

Proizvođač:	Sud Aviation
Tip:	SE313B
Kapacitet:	1 pilot i 4 putnika
Dužina:	9.66 m
Visina:	2.75 m
Maksimalna težina na polijetanju:	1600 kg
Promjer glavnog rotora:	10.20 m
Brzina krstarenja:	170 km/h
Maksimalna brzina:	185 km/h
Brzina penjanja:	4.2 m/s
Dolet:	565 km

Alouette II je helikopter proizveden od strane francuske tvrtke Sud Aviation. Proizvodnja helikoptera je trajala od 1956. – 1975. godine. U tom periodu je proizvedeno ukupno 1300 komada. U vojne svrhe, helikopter se uglavnom koristio za potrebe fotografiranja iz zraka, akcije spašavanja i školovanje, dok se u civilne svrhe često koristi za podvjesni prijevoz tereta, zaprašivanje, te prijevoz unesrećenih.

Tvrtka Sud Aviation je tijekom svog djelovanja do dana nesreće promijenila nekoliko vlasnika i naziva. U trenutku nesreće tvrtka vlasnik Certifikata za tip Alouette II helikoptera je tvrtka Airbus Helicopters.



Alouette II, S/N: 1841

Predmetni helikopter proizveden je 1963. godine pod serijskim brojem 1841, te je dana 11.07.2011. godine upisan u hrvatski registar s vlasnikom, pravnom osobom, tvrtkom Eudora Let d.o.o, pod rednim brojem 344 i registarskom oznakom 9A-HAT. Navedena tvrtka je helikopter koristila za panoramske letove, te podvjesni prijevoz tereta. Na dan nesreće helikopter je bio plovidben. Zadnja provjera plovidbenosti helikoptera izvršena je od strane HACZ-a, dana 28.12.2017. godine, prilikom kojeg nisu utvrđeni nikakvi nalazi. Uvidom u knjižicu zrakoplova utvrđeno je da je zadnji let prije predmetnog leta izvršen 25.06.2018. godine.

Ukupan nalet helikoptera:	7302.40 sati
Ukupan broj ciklusa helikoptera:	3842
Nalet helikoptera prilikom zadnjeg održavanja:	7299.00 sati
Datum posljednjeg održavanja helikoptera:	17.4.2018
Ukupan broj sati rada pogonske grupe:	6919.00 sati
Ukupan broj sati od posljednje generalne obnove pogonske grupe:	918.00 sati

Na dan nesreće ukupan nalet helikoptera je iznosio 7302.40 sati, s brojem ciklusa 3842. Na 7299 sati je izvršeno posljednje održavanje helikoptera tj. 3 sata leta prije predmetne nesreće i 918 sati poslije generalne obnove pogonske grupe.

Dokumentacija sa posljednjeg izvršenog održavanja helikoptera upućuje da su izvršeni slijedeći pregledi:

- 25, 50, 100, 200 satni pregled
- T-1 pregled
- T-2 pregled, točka 1-141
- Veliki pregled (Major Inspection), točka 142-183

Helikopter je opremljen pogonskom grupom Artouste C6, serijskog broja 782. U trenutku nesreće preostalo je 828 sati rada motora do slijedeće generalne obnove.

1.8. METEOROLOŠKI PODACI

U vrijeme nesreće (oko 10:15 LT), meteorološki podaci izmjereni na meteo postaji Vodice ukazuju na sunčano razdoblje s povremenom slabom naoblakom, vjetar brzine 2 km/h iz smjera istoka, sjevero-istoka, temperaturom 26°C, vlagom 74 %, te tlakom zraka 1013 hPa. Vidljivost je na dan nesreće bila veća od 10 km, zadovoljavajuća za predmetni let, te meteo uvjeti nisu imali utjecaj na sam let.

1.9. KOMUNIKACIJA

Prije leta i tijekom leta pilot je komunicirao s kontrolom zračnog prometa na pripadajućim frekvencijama. Putem radio veze nije komunicirao s nekim drugim subjektima.

1.10. AERODROMSKE INFORMACIJE

Helikopter je poletio s helidroma u naselju Gaćelezi koje se nalazi u Općini Vodice, oko 6 kilometara sjeverno od grada Vodice (Slika 4), uz županijsku cestu 8909. Na samom helidromu se nalazi hangar za smještaj helikoptera, te površina za polijetanje i slijetanje helikoptera.



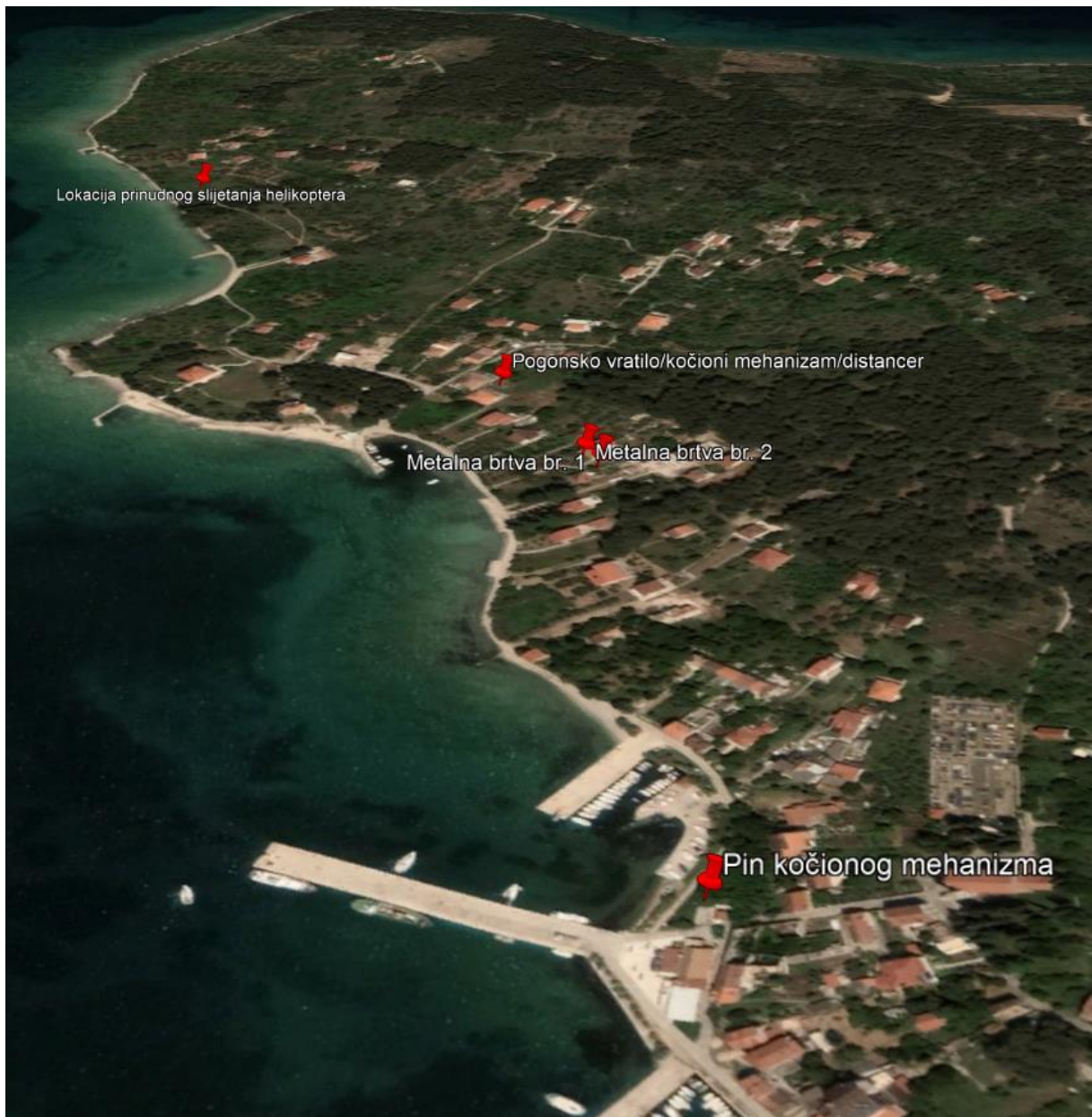
Slika 4. – Mjesto polijetanja, helidrom Gaćelezi

1.11. UREĐAJI ZA SNIMANJE PODATAKA O LETU

Helikopter nije bio opremljen bilježiteljem podataka o letu (Flight Data Recorder), niti bilježiteljem govorne komunikacije u zrakoplovu (Cocpit Voice Recorder).

1.12. PODACI O PADU I OSTACIMA ZRAKOPLOVA

Helikopter je prinudno sletio oko 800 metara zračne udaljenosti sjeverno od središta mjesta Zlarin, na zemljani put koji spaja središte mjesta Zlarin sa sjevernom stranom otoka. U posljednjim trenucima leta iz helikoptera su ispadali mehanički dijelovi koji su se u potpunosti odvojili od svog pripadajućeg sustava. Na slici 5 su prikazana mjesta pronalaska pojedinih dijelova radi lakšeg shvaćanja tijekom događaja koji su prethodili samom prinudnom slijetanju.



Slika 5 – Mjesta pronalaska helikopterskih dijelova

U posljednjim trenucima leta pa sve do slijetanja, očevici su zamijetili dim koji izlazi iz helikoptera. Očividno je utvrđeno kako je do dima najvjerojatnije došlo prilikom curenja ulja za podmazivanje glavnog reduktora preko ugrijanih dijelova ulaznog vratila (Input Bevel Drive shaft).

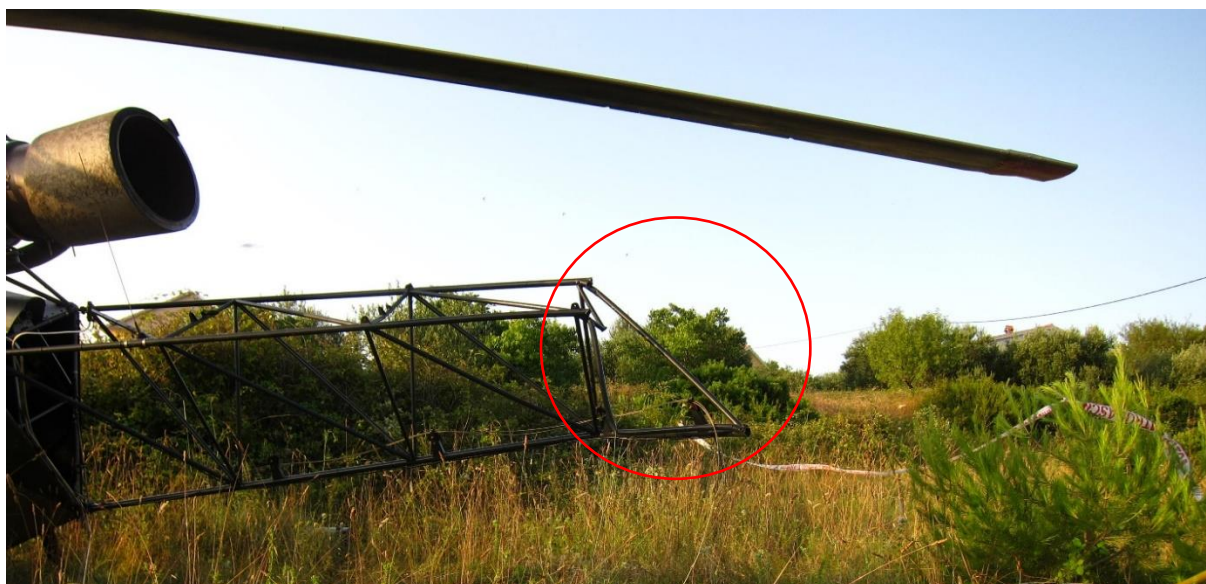
1.12.1. Oštećenja konstrukcije helikoptera

Na mjestu nesreće helikopter je okrenut u pravcu 300°, sa otkinutim dijelom repne konstrukcije na koju je pričvršćen repni rotor, repni reduktor („Tail gearbox“), te repni stabilizator. Dio otkinute repne

konstrukcije se nalazio oko 7 metara udaljen od helikoptera u smjeru jugo - zapada, tj. u smjeru rotacije glavnog rotora (smjer okretanja kazaljke na satu), (Slika 6). Repna konstrukcija koja je ostala pričvršćena za glavnu konstrukciju helikoptera je na mjestu otkinuća savijena u smjeru okretanja glavnog rotora (Slika 7).



Slika 6 – Dio otkinute repne konstrukcije sa pripadajućim dijelovima



Slika 7 – Mjesto puknuća repne konstrukcije helikoptera

Pojedini dijelovi glavne konstrukcije helikoptera su savijeni na nekoliko mjesta. Lijeva skija je u potpunosti savijena od udara u tlo, te je pronađena u horizontalnom položaju (Slika 8). Na točkama spoja skije sa konstrukcijom helikoptera nastala su napuknuća.



Slika 8 – Savijena lijeva skija sa nastalim puknućima na spojevima za konstrukciju helikoptera



Slika 9 – Savijen nosač glavnog reduktora

Na slici 9 vidljiv je savijen jedan nosač glavnog reduktora.

1.12.2. Oštećenja glavnog i repnog rotora, te glavnog i repnog reduktora

Glavni i repni rotor

Tijekom preliminarnog pregleda helikoptera, na dva kraka glavnog rotora pronađena su oštećenja nastala uslijed udarca u repnu konstrukciju helikoptera prilikom čega je otkinut dio repne konstrukcije (Slika 10 i 11).



Slika 10 – Oštećenje kraka br. 1 glavnog rotora označeno crvenom bojom

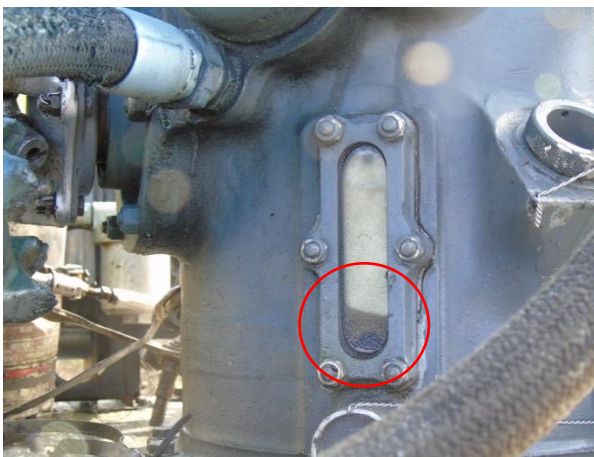


Slika 11 – Oštećenje kraka br. 2

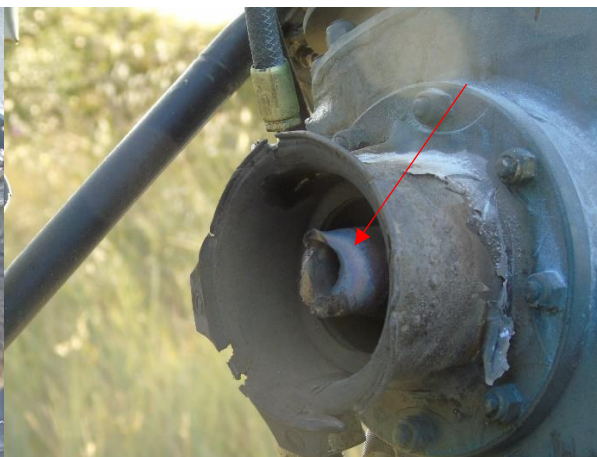
Na oba kraka repnog rotora su pronađena znatna oštećenja u obliku pukotina i savinuća, do kojih je došlo uslijed udarca u tlo i repnu konstrukciju prilikom njezinog otkinuća.

Glavni i repni reduktor

Indikator količine ulja je pokazivao minimalnu količinu ulja u glavnom reduktoru (Slika 12). Ulazno vratilo (Input Bevel Drive shaft) je puknuto u predjelu vanjskog kugličnog ležaja (Input Bevel Drive shaft assy. outer bearing). Na mjestu puknuća ulaznog vratila (Input Bevel Drive shaft) nalaze se tragovi znatnog pregrijavanja materijala u obliku deformacije i promjene boje (Slika 13).



Slika 12 – Nivo ulja u glavnom reduktoru



Slika 13 – Mjesto puknuća ulaznog vratila

Na glavnom reduktoru nije utvrđeno oštećenje koje bi uzrokovalo curenje ulja, osim nastalog otvora na ulaznom kućištu koji je rezultat puknuća ulaznog vratila.

Na repnom reduktoru nisu pronađena oštećenja koja su prethodila padu helikoptera (Slika 14). Tragovi ulja za podmazivanje su pronađena na kućištu repnog reduktora. Na indikatoru količine ulja repnog reduktora je vidljivo da je ulje ispod minimalne razine. Na repnom reduktoru nije utvrđeno oštećenje koje bi uzrokovalo curenje ulja, osim nastalog otvora prilikom odvajanja vratila repnog rotora od reduktora.



Slika 14 – Repni reduktor

1.12.3. Oštećenja pogonskog i repnog vratila

Pogonsko vratilo (Drive shaft assy.) koje prenosi snagu motora prema ulaznom vratilu (Input Bevel Drive shaft) glavnog reduktora, je u potpunosti odvojeno i palo je na tlo tijekom leta tijekom nastalih oštećenja. Pronađeno je 350 m južno od mjesta nesreće u dvorištu obiteljske kuće (Slika 15). Na mjestu puknuća vidljivi su tragovi prekomjernog zagrijavanja materijala u obliku deformacije materijala i promjene boje (Slika 16), te su vidljivi tragovi površinskog oštećenja nastali dodiranjem vratila o okolne komponente prilikom vrtnje.



Slika 15 – Pogonsko vratilo (Drive shaft)

Pored pogonskog vratila (Draft shaft ass.) pronađen je mehanizam kočionih kliješta sa većim oštećenjima u obliku puknuća (Slika 17). Pin koji je sastavni dio mehanizma kočionih kliješta je pronađen 430 m južno od mjesta pronalaska samog mehanizma.



Slika 16 – Mjesto puknuća ulaznog vratila



Slika 17 – Mehanizam kočionih kliješta

Kardanski zglobov kardanskog repnog vratila (Cardan shaft ass.) je puknut na mjestu spoja vilice vratila sa osovinama zgloba, te su vidljiva oštećenja nastala kao posljedica udara tijekom vrtnje (Slika 18).



Slika 18 – Kardanski zglobovi izlaznog vratila (Cardan shaft drive assy) na mjestu puknuća

Posljednji segment vratila za prijenos snage sa glavnog reduktora na repni reduktor (Inclined drive shaft assy.) nije pronađen na mjestu nesreće, niti u okolici mjesta nesreće tijekom dvodnevne potrage.

1.12.4. Oštećenja upravljačkih komandi

Dvije poluge koje služe za kontrolu napadnog kuta lopatica glavnog rotora, su pukle uslijed preopterećenja tijekom predmetne nesreće i to u predjelu glavnog reduktora (Slika 19.).



Slika 19 – Mjesta puknuća dviju poluga za kontrolu koraka krakova glavnog rotora

Meke komande koraka repnog rotora su pronađene puknute od preopterećenja na mjestu gdje je došlo do odsijecanja repne konstrukcije prilikom udara kraka glavnog rotora (Slika 20).

Poluga komande kočnice glavnog rotora u predjelu glavnog reduktora je pronađena odvojena na spoju sa mehaničkim prijenosom (Slika 21), a kočiona klijesta nisu pronađena na mjestu nesreće.



Slika 20 – Mjesto puknuća mekih komandi



Slika 21 – Poluga kočnice glavnog rotora

1.12.5. Oštećenja nastala na ostalim sustavima helikoptera

U predjelu pogonske grupe ustanovljeno je znatno oštećenje starter-generatora. Na rotoru su vidljiva oštećenja nastala uslijed dodira rotora sa statorskim dijelom starter generatora (Slika 22). Kućište statora je puknuto u svom korijenu, te je u potpunosti mehanički odvojeno od motora (slika 23).



Slika 22 – Rotor starter-generatora



Slika 23 – Kućište statora i stator starter-generatora



Slika 24 – Puknuta osovina starter-generatora

Osovina rotora starter generatora je pronađena puknuta na za to predviđenom dijelu, zbog povećanog otpora nastalog uslijed dodira statora i rotora prilikom pucanja kućišta statora (Slika 24).

1.13. MEDICINSKE INFORMACIJE

U predmetnoj nesreći pilot nije zadobio tjelesne ozljede dok su putnik i putnica zadobili lakše tjelesne ozljede prilikom kretanja kroz nisko raslinje tijekom izlaska iz helikoptera, u obliku površinskih ogrebotina po nogama. Nitko od sudionika nesreće nije zatražio medicinsku pomoć.

1.14. POŽAR

Tijekom posljednjih trenutaka leta očevici su vidjeli dim koji izlazi iz helikoptera. U svojim izjava ne navode precizno sa kojeg dijela helikoptera je dim izlazio. Nakon prinudnog slijetanja i izlaska iz helikoptera, pilot je uočio vatru u predjelu otvora glavnog reduktora nastalog uslijed pucanja pogonskog vratila (Slika 25), te je također primijetio da je požar zahvatio i suhu travu u predjelu lijeve skije (Slika 26). Pilot je požar uspješno ugasio pomoću protupožarnog aparata koji se nalazio u helikopteru.

Možemo pretpostaviti da je do požara oko otvora glavnog reduktora došlo uslijed prelaska uljnih para i ulja za podmazivanje glavnog reduktora, preko mjesta puknuća ulaznog vratila glavnog reduktora, koje je nastalo uslijed znatno povišene temperature materijala i iskrenja nastalog nakon oštećenja starter generatora. Do zapaljenja trave u predjelu lijeve skije je došlo uslijed pada metalne brtve iz sustava pogonskog vratila koja je u tom trenutku bila znatno zagrijana, vrlo vjerojatno užarena, na suhu travu.



Slika 25 – Nastali otvor na glavnom reduktoru

Slika 26 – Brtva ne mjestu požara pored skije

1.15. SPAŠAVANJE I ASPEKTI PREŽIVLJAVANJA

S obzirom na to da je mjesto prinudnog slijetanja blizu naseljenog područja, te da sudionici nesreće nisu pretrpjeli teže tjelesne ozljede, nije bilo potrebe za akcijom traganja i spašavanja.

1.16. TESTIRANJE I ISTRAŽIVANJE

1.16.1. Preliminarni pregled helikoptera

Dolaskom na mjesto nesreće, helikopter je pregledan na dan 03.07. i 04.07.2018. godine, od strane istražitelja AIN-a i djelatnika MUP-a.

Utvrđeno je da helikopter nije pomican sa mjesta slijetanja, da je nagnut na lijevu stranu zbog puknuća lijeve skije, te da pojedine komponente na helikopteru u potpunosti nedostaju, i to:

- Pogonsko vratilo (Drive shaft assy.) sa pripadajućim djelovima,
- Zadnji segment repnog vratila (Inclined drive shaft assy.) sa pripadajućim dijelovima,
- Mehanizam kočenja rotora (Rotor brake disc assy.) sa pripadajućim djelovima

Glavna baterija helikoptera je pronađena nekoliko metara od helikoptera, izvađena od strane pilota nakon slijetanja s ciljem sprječavanja nastanka požara. Dio repne konstrukcije sa repnim rotorom i pripadajućim dijelovima je pronađen nekoliko metara od helikoptera.



Pronađeni su tragovi nastanka požara i gašenja požara na tlu uz lijevu skiju, te na samom helikopteru, tj. na nastalom otvoru u glavnom reduktoru.

Količina ulja u glavnom reduktoru je bila na minimumu dok je u repnom reduktoru ulje u potpunosti nedostajalo.

S obzirom na sumnju pilota da je tijekom leta došlo do udara ptice ili drona, helikopter je pregledan zbog mogućih tragova udara. Nisu pronađeni tragovi koji bi upućivali na udar ptice ili drona.

Dojavom građana i pretragom terena tijekom navedenih dana, pronađeni su neki od pojedinih dijelova koji su nedostajali.

Preliminarnim pregledom je utvrđen i tijek događaja predmetne nesreće.

1.16.2. **Detaljan pregled helikoptera i njegovih komponenti**

Obzirom na prirodu nesreće tjedan dana nakon nesreće izvršen je detaljni pregled helikoptera i njegovih pojedinih komponenti, od strane djelatnika AIN-a i djelatnika PART 145 organizacije za održavanje angažiranog od strane AIN-a, koji je obuhvaćao slijedeće helikopterske sustave i komponente:

- Uljni sustav
- Sustav za gorivo
- Komponente dinamičkog sustava prijenosa snage

Uljni sustav

Tijekom pregleda komponenti uljnog sustava pronađena je prisutnost ulja za podmazivanje u svim komponentama. U uljnim filterima (tlačni i povratni uljni vod) je pronađena mala količina nečistoća nepoznatog sastava. Na uljnim cjevovodima nisu pronađeni tragovi puknuća, te su spojevi cjevovoda sa pripadajućim komponentama pronađeni stegnuti i osigurani. Otvori u brizgaljkama ulja nisu bili blokirani. Na detektoru nije bilo prisutnosti metalnih opiljaka.

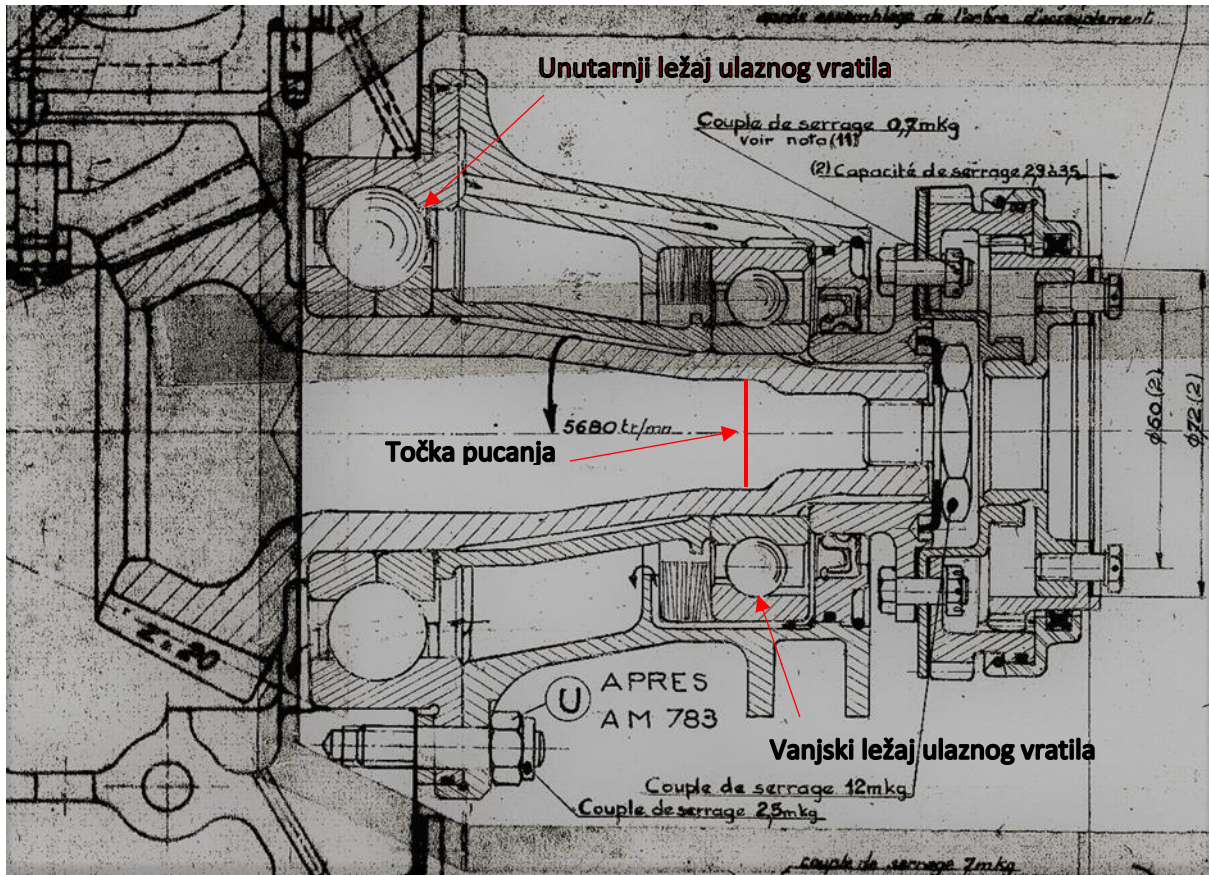
Sustav za gorivo

Pregled sustava za gorivo je obuhvaćao pregled filtera za gorivo i cjevovode za gorivo. Na svim komponentama sustava za gorivo nisu pronađeni značajni nedostaci koji bi imali utjecaj na tijek događaja nesreće.

Komponente dinamičkog sustava prijenosa snage

Pregled komponenti dinamičkog sustava prijenosa snage je obuhvatio slijedeće komponente:

- Pogonsko vratilo (Drive shaft assy. with freewheel assy.)
- Ulazno vratilo (Input Bevel Drive shaft)
- Zupčanik ulaznog vratila (Drive shaft bevel gear)
- Unutarnji ležaj ulaznog vratila (Input bevel drive shaft Inner bearing)
- Kućište ulaznog vratila (Input bevel drive shaft flange) (Slika 27)
- Kvačilo (Clutch unit)
- Kardansko vratilo (Cardan shaft assy.)



Slika 27 – Presjek ulaznog kučište sa pripadajućim komponentama

Pogonsko vratilo je za potrebe istraživanja uzroka nesreće rastavljeno na pojedine dijelove. Pregledom pogonskog vratila utvrđeno je da je „freewheel“ funkcija vratila ispravna, te da pojedine komponente u „freewheel“ mehanizmu nisu oštećene (Slika 28 i 29). U „freewheel“ mehanizmu je pronađeno ulje za podmazivanje. Nazubljeni puknuti dio ulaznog vratila ostao je zaglavljen i zavaren u pogonskom vratilu.



Slika 28 – Pogonsko vratilo



Slika 29 – „Freewheel mehanizam,

Pregledom ulaznog vratila je utvrđeno njegovo puknuće na poziciji vanjskog ležaja. Na mjestu puknuća materijal je potpuno izobličen sa tragovima promjene boje (Slika 29 i 30). Na zupčaniku ulaznog vratila su pronađena oštećenja u obliku pregrijavanja i mehaničkih oštećenja.

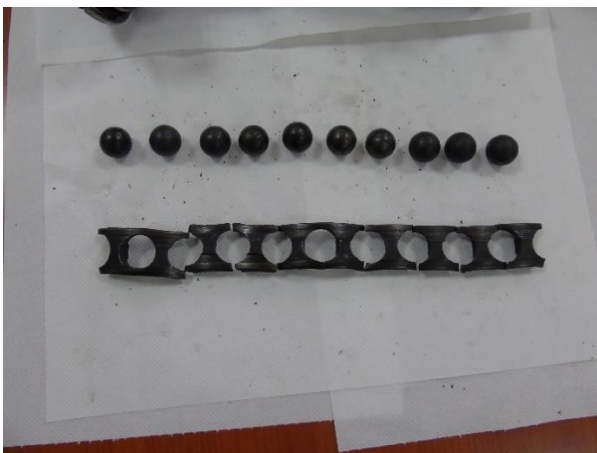


Slika 30 – Ulazno vratilo sa zupčanikom



Slika 31 – Mjesto puknuća ulaznog vratila

Oštećenja na unutarnjem ležaju su znatna. Unutarnja staza unutarnjeg ležaja je uslijed visoke temperature promijenila svoj oblik, te je pukla i ostala „zavarena“ za ulazno vratilo. Kavez ležaja je puknut na nekoliko mjesta, te je u potpunosti promijenio boju. Kuglice ležaja su promijenile boju, imaju površinska oštećenja, te su na nekoliko mjesta deformirane (Slika 32). Vanjska staza unutarnjeg ležaja je oštećena u obliku ljuštenja (Slika 33). Vanjski ležaj ulaznog vratila koji se nalazi u istom ulaznom kućištu kao i ulazno vratilo nije pronađen.



Slika 32 – Elementi unutarnjeg ležaja



Slika 33 - Vanjska staza unutarnjeg ležaja

Kardansko vratilo je puklo na mjestu kardanskog zgloba uslijed preopterećenja, te je znatno oštećeno u obliku udubljenja (Slika 34). Pregledom kvačila nisu utvrđeni tehnički nedostaci (Slika 35).



Slika 34 – Puknut kardanski zglob kardanskog vratila Slika 35 - Kvačilo

Obzirom na pronađena oštećenja na komponentama dinamičkog sustava prijenosa snage izvršen je detaljan pregled na Fakultetu strojarstva i brodogradnje.

1.16.3. **Pregled komponenti dinamičkog sustava prijenosa**

Obzirom na pronađene tragove povećane temperature na ulaznom vratilu i unutarnjem zupčanicu, pojedini elementi su poslani na Fakultet strojarstva i brodogradnje radi detaljne analize.

Analizirani su slijedeći elementi:

- Ulazno vratilo,
- Unutarnji ležaj ulaznog vratila sa pripadajućom prirubnicom

Analiza je obuhvatila:

- Mjerenja dimenzijskih odstupanja,
- Kemijsku analizu pojedinih elemenata (SEM+EDS),
- Nerazorno ispitivanje penetrantima na pukotine,
- Ispitivanje tvrdoće pojedinih elemenata,

Nakon izvršene navedene analize donesen je zaključak. Do puknuća ulaznog vratila je došlo uslijed preopterećenja zakretnim momentom uz karakteristični nagib lomne površine pod kutom od 45° na poprečnu ravninu. Lom ulaznog vratila je posljedično uzrokovao razaranje vanjskog ležaja.

Ukoliko uzmemo u obzir tok snage, nepostojanje pukotina blizu lomne površine, pronađena oštećenja na pojedinim elementima, te položaj vanjskog kugličnog ležaja možemo zaključiti da je do loma vratila došlo uslijed nemogućnosti rotacije unutarnjeg kugličnog ležaja ulaznog vratila.

Analizirajući lomne površine elemenata unutarnjeg kugličnog ležaja možemo zaključiti da je do loma došlo trenutno, te da je kroz ležaj prošlo strano tijelo sa velikim udjelom bakra. Ta strana tijela su mogla biti odvojena od ugrađenih podmetača ili kaveza vanjskog ili unutarnjeg ležaja.



1.17. DODATNE INFORMACIJE

1.17.1. Održavanje helikoptera 9A-HAT

U trenutku nesreće za predmetni helikopter je odobren Program održavanja Izdanje 2, Revizija 3, od 28.12.2015. godine., od strane Hrvatske Agencije za Civilno Zrakoplovstvo. Ugovorena odobrena Organizacija za održavanje helikoptera navedena u Programu održavanja je tvrtka Hidroplan Nord, HgCAA. MF.0082, iz Mađarske, koja posjeduje nacionalno odobrenje za predmetni tip helikoptera (HgCAA.MF.0082). Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo je 09.06.2016. godine izdala Potvrdu o priznavanju mađarskog nacionalnog odobrenja Organizaciji za održavanje.

Posljednji radovi održavanja na helikopteru su izvršeni u periodu 16.03.2018. – 17.04.2018. godine, od strane tvrtke Hidroplan Nord. Nakon izvršenih radova ukupan nalet helikoptera je iznosio 7299.00 sati.

Posljednji radovi su uključivali izvršenje slijedećeg:

- Specijalni pregledi (Major / Special inspections) u skladu sa Programom održavanja
- Direktiva AD F-1977-065-035 (B) (Servo control unit)
- Direktiva F-1985-189-046R1(B)
- Zamjena „Freewheel“ mehanizma
- Zamjena ulja u motoru, repnom i glavnom reduktoru
- Ostali radovi sukladno Radnom izvještaju 2018 II Major/01/9A-HAT

Pregledom dokumentacije održavanja helikoptera izdane od strane Organizacije za održavanje utvrđeno je slijedeće:

- Organizacija za održavanje prihvaća Radni nalog Annex II CAMO organizacije, iako nema proizvođačevo odobrenje za izvršenje pojedinih zahtijevanih radova.
- Organizacija za održavanje izvodi radove održavanja komponenti Dinamičkog sustava prijenosa bez posjedovanja odobrenja proizvođača sukladno Direktivi ITE 05.090, Poglavlje 1, paragraf 1.D.
- Organizacija za održavanje izdaje Potvrde o povratku u uporabu (tzv. Form 1) za komponente, ne navodeći koji radovi su izvršeni, niti navodi reference Radnih izvještaja gdje su navedeni izvršeni radovi, te ne navodi ukupno radno vrijeme komponenti iako je status Potvrde, „INSPECTED“, a ne „NEW“.
- Organizacija za održavanje koristi formulare koji uključuju tolerancijske vrijednosti, ne navodeći reference u skladu s kojima su tolerancije odobrene. Isti formulari ne sadrže revizijsku numeraciju, stoga nije moguće utvrditi da li su isti predmet sustava nadzora kvalitete.
- Organizacija za održavanje odgovara da ne posjeduje kopije dokumentacije o održavanju predmetnog helikoptera unazad 3 godine.
- Organizacija za održavanje je izvodila trogodišnje inspekcije komponenti Dinamičkog sustava prijenosa na način koji nije opisan u poglavlju 5 Priručnika za održavanje ili Programu održavanja.
- Organizacija vrši održavanje komponenti transmisije bez C-11 ovlaštenja.



Pregledom tehničke knjige (TLB Technical Log Book) utvrđeno je slijedeće:

- Potvrde o vraćanju helikoptera u uporabu (CRS – Certificate of release to service) izdane od strane operatora ne sadrže opis izvršenih radova prije leta, stoga nije poznato koji radovi su izvršeni prije leta.
- Ne postoje zapisi o izvršenju radova podmazivanja nakon posljednjeg leta u danu sukladno Programu održavanja, Poglavlje 4.1, te Priručniku za održavanje, Poglavlje 5.2.
- Ne postoje zapisi o izvršenoj ugradnji i izgradnji krakova glavnog rotora prije i nakon transporta helikoptera prikolicom što je bio standardni postupak tijekom operacija helikoptera.
- Ne postoje zapisi o održavanju helikoptera u skladu sa procedurama održavanja u posebnim atmosferskim uvjetima, u skladu sa odobrenim Programom održavanja Poglavlje 5.1.C.

1.17.2. Annex II Organizacija za održavanje

Ugovorena Organizacija za održavanje predmetnog helikoptera je tvrtka Hidroplan Nord, HgCAA. MF.0082, sa sjedištem na aerodromu Hajmáskér repülőtér, u Mađarskoj. Organizacija posjeduje nacionalno Odobrenje za održavanje helikoptera SE313B Alouette II. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo je izdala Potvrdu o priznavanju odobrenja mađarskoj Organizaciji za održavanje. Organizacija za održavanje ne posjeduje odobrenje za održavanje komponenti transmisije (tzv. C-11 rating).

1.17.3. Vođenje kontinuirane ploidbenosti helikoptera 9A-HAT

Kontinuiranu ploidbenost helikoptera u trenutku nesreće je vodila tvrtka Eudora Let d.o.o, kao odobrena Annex II CAMO organizacija od strane HACZ-a.

Pregledom Annex II CAME priručnika utvrđeno je slijedeće:

- Zadar je naveden kao glavna operativna baza iako operator nije baziran u Zadru.
- Ista fizička osoba je navedena kao Accountable Manager, Quality/Safety Manager i Continuing Airworthiness Manager. Osoba je ujedno i vlasnik tvrtke i pilot u predmetnom slučaju.
- Pojedine rečenice u CAME priručniku nemaju gramatičkog i opisnog smisla, poput: „Quality/Safety Manager has direct access is only responsible to the Accountable Manager“.

Pregledom Programa održavanja helikoptera utvrđeno je slijedeće:

- Program održavanja je izrađen na temelju SA313B Priručnika za održavanje (Maintenance Manual) od strane proizvođača, Revizija 54, iz lipnja 2014. godine. Važeća revizija navedenog dokumenta u trenutku nesreće je Revizija 56 iz lipnja 2017. godine. Sukladno navedenom, program održavanja nije revidiran u skladu sa poglavljem 2.11 Programa održavanja.
- Program održavanja se temelji na SA313B Priručniku za letenje (Flight Manual), Revizija 25. Važeća revizija navedenog dokumenta u trenutku nesreće je Revizija 28.
- Program održavanja ne navodi dokument temeljem kojeg je planirano održavanje motora helikoptera i njegovih komponenti.



- Intervali održavanja motornih komponenti čiji je životni vijek temeljen na broju ciklusa, radnih sati ili kalendarskih dana nije u skladu sa proizvođačevim intervalima navedenim u Priručniku za održavanje motora MM 223 00 936, revizija 35, iz 11 mjeseca 2016. godine, Poglavlje 5-10-3, Stavak 4.
- Tablice statusnih lista komponenti koje podliježu generalnoj obnovi, u rubrici „TBO hours“ (vrijeme između generalnih obnova) prikazuju ukupno vrijeme koje uključuje i dopuštenu toleranciju.
- Program održavanja ne obuhvaća upute proizvođača za produljenje trogodišnjeg kalendarskog resursa komponenti prijenosa u skladu sa proizvođačevim Priručnikom za održavanje, Poglavlje 5.8., te sukladno proizvođačevoj Tehničkoj direktivi ITE No. 05.090, Revizija 2, iz 4. mjeseca 1998. godine.

Prihvatanje helikoptera od strane Annex II CAMO organizacije nakon radova održavanja

- Annex II CAMO organizacija izdaje radni nalog Organizaciji za održavanje, uključivši pojedine radove koje ista ne može izvršiti jer ne posjeduje potrebno dopuštenje proizvođača sukladno Priručniku za održavanje, Poglavlje 5.8.
- Annex II CAMO organizacija prihvaća helikopter nakon izvršenih radova na kojima su ugrađene komponente u helikopter koje nisu održavane u skladu sa uputama proizvođača navedenim u Priručniku za održavanje, Poglavlje 5.8, te proizvođačevoj Tehničkoj direktivi ITE No. 05.090.Revizija 2, iz 4. mjeseca 1998. godine.
- Annex II CAMO organizacija izrađuje Statusnu listu komponenata helikoptera koja nije usklađena sa Radnim izvještajem i pripadajućom dokumentacijom Organizacije za održavanje nakon posljednjeg održavanja helikoptera.
- Tijekom posljednjeg održavanja helikoptera, u periodu od 10.03-15.03 2018. godine, Annex II CAMO organizacija je izvršila audit odobrene Organizacije za održavanje. Iz priloženih dokumenata nije jasno da li je Organizacija za održavanje zadovoljila kriterije Annex II CAMO organizacije. Obzirom da formular ne navodi reference kriterija nije poznato koji su kriteriji potrebni.
- Annex II CAMO organizacija prihvaća ugradnju komponenti na helikopter čije Potvrde o vraćanju u uporabu ne sadrže potrebne podatke temeljem kojih bi se dalo zaključiti koji radovi su izvedeni i temeljem koje procedure.
- Annex II CAMO organizacija produžuje kalendarski vijek komponenti dinamičkog sustava bez odobrenja proizvođača u skladu sa Priručnikom za održavanje, Poglavlje 5.8.

1.17.4. Proizvođačeve upute za održavanje komponenti dinamičkog sustava

Proizvođač helikoptera je tijekom perioda od posljednjih 25 godina izdao tri dokumenta sa pripadajućim revizijama kako bi informirao operatore i vlasnike helikoptera o potrebi vezanim za produženje kalendarskog vijeka komponenti. Produženje kalendarskog vijeka komponenti dinamičkog sustava za 3 godine je moguće nakon isteka početnog kalendarskog vijeka od 10 godina, ukoliko komponenta nije prekoračila definiran broj radnih sati. Takav način produženja kalendarskog vijeka navedenih komponenti je moguć sve do isteka ukupno definiranog broja radnih sati.

Trogodišnje inspekcije komponenti za produženje kalendarskog vijeka mora izvršiti proizvođač ili pojedinac i/ili organizacija odobrena od proizvođača.



Servisni bilten SB Br.05.82

Prvi takav dokument je izdan 1989. godine od strane tvrtke Eurocopter France, pod oznakom SB No.05.82 kako bi se uveo kalendarski interval TBO (vrijeme između dvije generalne obnove) za komponente dinamičkog sustava. U narednoj reviziji 2, servisni bilten je omogućio trogodišnje produljenje kalendarskog vijeka komponentama dinamičkog sustava kojima je isteklo 10 godina ali koje nisu dostigle maksimalan broj sati rada. Dokument je ukupno imao 5 revizija, te od 30.04.2014. godine nije više važeći s obzirom da su postupci navedeni u dokumentu implementirani u Priručnik o održavanju helikoptera i u dokument TD No. 05.090 (VNIP aplikacija za koroziju na Alouette II i III helikopterima).

Tehnička direktiva TD Br. 05.090

Tvrtka Eurocopter izdaje Tehničku direktivu TD No. 05.090 27.04.1998. godine, u kojem opisuje postupak produženja kalendarskog vijeka komponenti dinamičkog sustava. Ovaj dokument je prošao 2 revizije.

Servisno pismo SL Br. 1292-05-96

Između već gore navedena dva dokumenta, Eurocopter 1996. godine izdaje dokument pod brojem No. 1292-05-96 (Potrebni postupci vezani za komponente dinamičkog sustava navedenih u SB No.05.82). U ovom dokumentu proizvođač navodi kako je primijećena pojava komponenti dinamičkog sustava prijenosa na crnom tržištu, te upućuje na postupke kod takvih komponenti. Unutar tvrtke je uspostavljen Odjel za inspekcije komponenti čija povijest se ne može utvrditi ili nije jasna.

Postupci navedeni u spomenutim dokumentima su implementirani u Priručnik o održavanju helikoptera, Poglavlje 5.8.

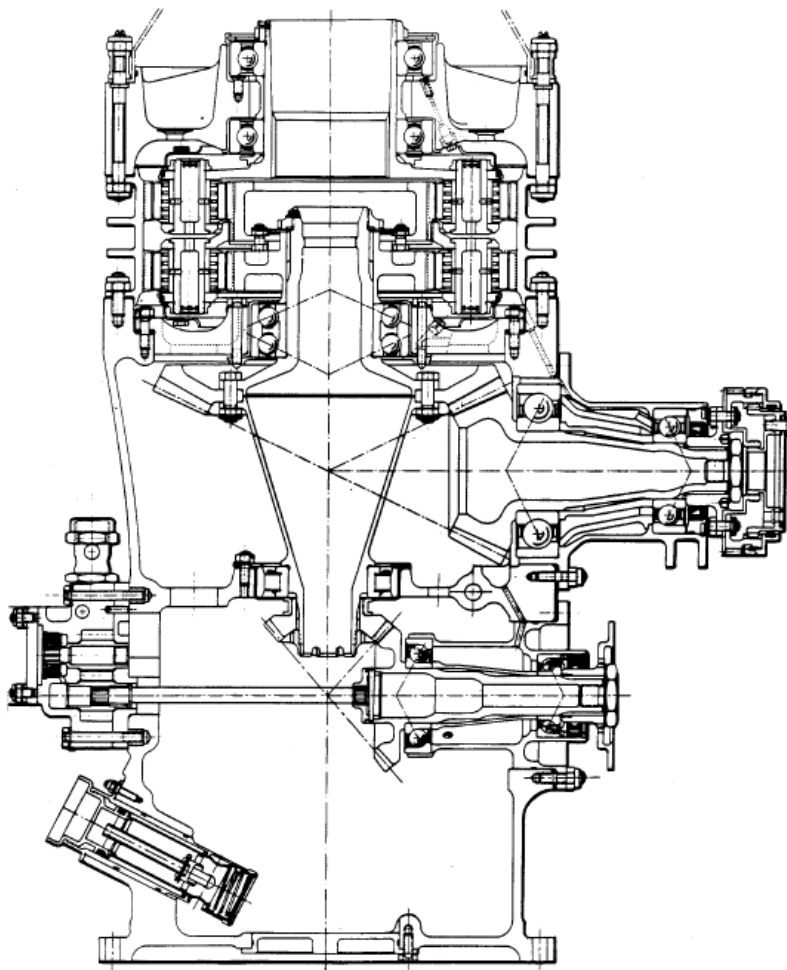
1.17.5. Glavni reduktor

Predmetni helikopter ima ugrađena dva reduktora, glavni i repni. Uloga reduktora je prijenos snage sa pogonskog vratila na glavni i repni rotor u određenim omjerima. To je postignuto nizom prijenosnih zupčanika unutar samih reduktora, te pogonskim i ulaznim vratilom.

U kućištu ulaznog vratila glavnog reduktora (Slika 36) se nalaze dva ležaja, unutarnji i vanjski, čija je uloga centriranje samog vratila te omogućavanje slobodne vrtnje vratila. Samo vratilo se također nalazi u kućištu, te je podmazivanje navedenih ležajeva ostvareno pomoću dvije uljne brizgaljke. Uloga magnetnog čepa i filtera je da detektiraju ukoliko glavni reduktor proizvodi metalne dijelove (uključujući i one koji su rezultat ljuštenja unutarnjeg ležaja). Ovi indikatori se nadalje koriste i za detekciju otkazivanja pojedinih dijelova unutar samog glavnog reduktora.

Glavni reduktor (PN: 3130.62.40.000, SN: 1153) je ugrađen u helikopter 2014. godine od strane mađarske Annex II Organizacije za održavanje. Reduktor je dostavljen Organizaciji za održavanje od strane operatora helikoptera, te je ugrađen sa ukupno 199 radnih sati od generalne obnove, te 5722 radnih sati od kada je proizveden.

Uvidom u dostupnu tehničku dokumentaciju glavnog reduktora vidljivo je da je isti bio izgrađen sa helikoptera serijskog broja 1351, sa ukupno 10767.35 radnih sati. Također je vidljivo da je Annex II Organizacija za održavanje 2014. i 2017. godine izvršila trogodišnji kalendarski pregled prije ugradnje na predmetni helikopter.



Slika 36 – Glavni reduktor

2. ANALIZA

2.1. ANALIZA TIJEKA DOGAĐAJA

Analizom svih prikupljenih informacija, AIN je identificirao uzroke predmetnog događaja. Nažalost iz razloga što nisu pronađeni svi helikopterski mehanički dijelovi koji su nedostajali, nije moguće u potpunosti potvrditi niti jednu od dvije moguće teorije. Prva mogućnost je kvar unutarnjeg ležaja ulaznog vratila, i druga mogućnost je kvar vanjskog ležaja ulaznog vratila.

Kvar bilo kojeg od navedenih ležaja rezultiralo je razvojem visoke temperature oba ležaja i ulaznog vratila zbog povećanog trenja. Tada uslijed nastale visoke temperature i zakretnog momenta ulazno



vratilo puca na mjestu najmanjeg promjera tj. na mjestu dodira sa vanjskim ležajem ulaznog vratila. U tom trenutku dolazi do razaranja vanjskog ležaja i odvajanja kočionog diska i kočionih kliješta od kućišta ulaznog vratila. Ulje za podmazivanje koje izlazi iz brizgaljki prelazi preko znatno zagrijanog ulaznog vratila i unutarnjeg ležaja što rezultira pojavom dima.

Obzirom na mjesto puknuća glavni rotor se nastavlja slobodno okretati pogonjen strujanjem zraka uslijed horizontalnog kretanja helikoptera, dok se pogonsko vratilo nastavlja ekscentrično rotirati jer motor i dalje radi, praveći znatnu štetu udarcima u okolne komponente (kardansko repno vratilo, starter generator, rezervoar hidrauličnog ulja). U nastaloj šteti kardansko repno vratilo puca na mjestu kardanskog zgloba čime vrtnja repnog rotora više ne ovisi o vrtnji glavnog rotora, tj. vrtnji zupčanika u glavnom reduktoru. U tom trenutku najvjerojatnije također dolazi do odvajanja repnog vratila (Inclined tail rotor drive shaft) u potpunosti.

Smanjena vrtnja ili potpun gubitak vrtnje repnog rotora ne zakreće helikopter u velikoj mjeri oko vertikalne osi jer je zakretni moment slobodno rotirajućeg glavnog rotora mali.

Mala brzina vrtnje glavnog rotora doprinijela je povećanju „mahanja krakova“ prilikom dodira helikoptera s tlom, te krakovi glavnog rotora tijekom rotacije dolaze u kontakt sa repom helikoptera prilikom čega ga odsijecaju. Obzirom na kut dodira sa tlom lijeva skija puca na točkama spoja sa trupom, te pucaju krute komande cikličkog i kolektivnog koraka krakova glavnog rotora.

2.2. ANALIZA OŠTEĆENJA KOMPONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA

Uzimajući u obzir sve prikupljene informacije, AIN je razvio dvije moguće teorije koje su prouzročile nastali mehanički kvar.

Teorija 1:

Ukoliko uzmemo u obzir tok snage, nepostojanje pukotina blizu lomne površine, pronađena oštećenja na pojedinim elementima, te položaj manjeg unutarnjeg kugličnog ležaja, možemo zaključiti da je do loma vratila došlo uslijed nemogućnosti normalne rotacije unutarnjeg kugličnog ležaja. Takva situacija je rezultirala razvojem visoke temperature vratila prilikom čega je ono puklo u točki najmanjeg promjera tj. u području nasjedanja na vanjski kuglični ležaj.

Analizirajući lomne površine elemenata unutarnjeg kugličnog ležaja možemo zaključiti da je do loma elemenata došlo odjednom, te da je kroz ležaj prošlo strano tijelo sa velikim udjelom bakra. U neposrednoj blizini unutarnjeg ležaja se nalaze bakrene podloške (distanceri) čija je uloga preuzimanje dijela opterećenja.

Teorija 2:

Izvor samog kvara je mogao nastati uslijed ljuštenja kaveza unutarnjeg kugličnog ležaja nakon čega su nastale metalne čestice. Te metalne čestice su mogle prouzročiti štetu na vanjskom kugličnom ležaju ili su mogle utjecati na njegovo podmazivanje što je u konačnici dovelo do njegovog zaglavlivanja. Takvo zaglavlivanje u potpunosti objašnjava svu naknadnu nastalu štetu. Točan uzrok zaglavlivanja vanjskog ležaja nije utvrđen s obzirom da vanjski ležaj nije pronađen.

Na samom mjestu nesreće u glavnom reduktoru je pronađena niska razina ulja za podmazivanje. Na samom glavnom reduktoru nije pronađeno oštećenje koje bi uzrokovalo curenje ulja osim nastalog otvora nakon puknuća ulaznog vratila. Tijekom istrage nije bilo moguće utvrditi da li je ulje nedostajalo



prije same nesreće ili je ono isticalo nakon puknuća ulaznog vratila. Količina ulja pronađena u glavnom reduktoru nakon nesreće je bila na dovoljnoj razini da ne dođe do kavitacije uljne pumpe.

2.3. ANALIZA VOĐENJA KONTINUIRANE PLOVIDBENOSTI HELIKOPTERA (ANNEX II CAMO ORGANIZACIJA)

Uloga Organizacije za kontinuiranu plovidbenost je između ostalog:

- Osigurati sigurno okruženje u kojem će biti poznat status samog helikoptera i njegovih pojedinih komponenti.
- Izraditi i/ili pratiti Program održavanja helikoptera.
- Pratiti resurse pojedinih komponenti helikoptera.
- Pratiti izdane upute proizvođača ili nadležnih tijela koje se odnose na predmetni tip, poput servisnih biltena ili AD nota.
- Izdavati radne naloge i reference procedura Organizaciji za održavanje u kojima je navedeno koji radovi moraju biti izvršeni.
- Osigurati da je održavanje helikoptera i pojedinih komponenti izvršeno u skladu sa izdanim radnim nalogom tj. u skladu sa odobrenim programom održavanja.

U predmetnom događaju kontinuiranu plovidbenosti predmetnog helikoptera je vodila tvrtka Eudora Let d.o.o kao odobrena Annex II CAMO organizacija, ujedno i operator predmetnog helikoptera. Tvrtka je u trenutku nesreće imala jednu zaposlenu osobu koja je obnašala sve funkcije definirane unutar Annex II CAME priručnika. Ista osoba je također bila pilot helikoptera i direktor tvrtke.

Tijekom sigurnosne istrage utvrđena je neusklađenost odobrenog Programa održavanja helikoptera sa proizvođačevim uputama za održavanje helikoptera definiranim u Priručniku za održavanje helikoptera i ostalim izdanim dokumentima od strane proizvođača koji definiraju procedure i standarde za održavanje.

Annex II organizacija za vođenje kontinuirane plovidbenosti prihvaća helikopter nakon radova održavanja temeljem radnih izvještaja Organizacije za održavanje iz kojih nije vidljivo koji su točno radovi izvršeni. Potvrde o vraćanju u upotrebu za komponente helikoptera ne sadrže potrebne podatke za revidiranje njihovog statusa u statusnoj listi. Nije jasno na temelju kojih radova održavanja su revidirane statusne liste komponenti.

Prihvat helikoptera nakon održavanja od strane Annex II CAMO organizacije nije u skladu sa procedurama navedenim u Annex II CAME priručniku.

2.4. ANALIZA ODRŽAVANJA HELIKOPTERA

Uloga Organizacije za održavanje helikoptera, u predmetnom slučaju tvrtke Hidroplan Nord, je između ostalog:

- Izvršavati radove navedene u izdanom radnom nalogu od strane Organizacije za kontinuiranu plovidbenost (u predmetnom događaju, Annex II CAME organizacija) u skladu sa postojećim Odobrenjem organizacije koje izdaje nadležno nadzorno tijelo, u predmetnom slučaju mađarsko Ministarstvo za inovacije i tehnologiju „Ministry for Innovation and Technology - Aviation Authority Supervisory Department Airworthiness Unit“



Pregledom dostupne dokumentacije o održavanju, izdane od strane Organizacije za održavanje pronađen je niz nesukladnosti.

Organizacija za održavanje prihvaća radni nalog od strane Organizacije za vođenje kontinuirane plovidbenosti koji sadrži održavanje pojedinih komponenti helikoptera iako ne posjeduje Odobrenje proizvođača za izvršenje tih radova sukladno Priručniku za održavanje.

Organizacija izvršava održavanje komponenti transmisije iako ne posjeduje C-11 ovlaštenje.

Iz dokumentacije o održavanju se ne može zaključiti koji radovi su točno izvršeni na komponentama Dinamičkog sustava prijenosa, te u skladu sa kojim procedurama i standardima.

Nadalje, Potvrde o vraćanju komponenti u uporabu (Form 1) ne sadrže sve potrebne podatke, u Poglavlju 12, iz kojih se može zaključiti njihov status, posebno preostalo vrijeme resursa komponente i opis radova.

U više od nekoliko slučajeva opis izvršenih radova ne sadrži reference procedura u skladu sa kojima su radovi izvršeni.

Uzorci ulja glavnog reduktora dobiveni tijekom redovnog održavanja se ne analiziraju u odobrenim Organizacijama od strane proizvođača, sukladno Priručniku za održavanje.

2.5. ODOBRENJE ORGANIZACIJE, ZA ODRŽAVANJE KOMONENTI DINAMIČKOG SUSTAVA PRIJENOSA

Proizvođač helikoptera, Airbus Helicopters, je propisao u Poglavlju 05 Priručnika za održavanje, te ostalim uputama opisanim u Poglavlju 1.17.4 ovog Izvješća, proceduru za izvršenje trogodišnje kalendarske inspekcije, te proceduru za produljenje trogodišnjeg kalendarskog resursa. U tim procedurama se opisuje koji radovi moraju biti izvršeni, na koji način i tko ih smije izvršiti. Procedure ne opisuju postupak odobrenja pojedinca ili organizacije od strane proizvođača za izvršenje navedenih radova.

3. ZAKLJUČAK

Pridržavanje proizvođačevih uputa tijekom procesa održavanja helikoptera je ključan segment sigurnosti zračnih operacija helikoptera. Važnost pridržavanja proizvođačevih uputa ima veliki značaj kada se radi o komponentama ključnim za siguran rad helikoptera, poput komponenti dinamičkog sustava prijenosa.

U predmetnom slučaju proizvođač helikoptera je u više dokumenata tijekom perioda od 25 godina obavještavao vlasnike i operatore o problemima vezanim za komponente dinamičkog sustava prijenosa. U izdanim dokumentima proizvođač izdaje upute na koji način se predmetne komponente moraju održavati.

Tvrtke koje vrše zračne operacije komercijalnog karaktera, u kojima je jedna osoba vlasnik, pilot, i Odgovorna osoba na svim funkcijama unutar Organizacije za održavanje, su specifične po pitanju organizacijske strukture. U takvim slučajevima je ključan ispravan nadzor kvalitete od strane vanjske organizacije i/ili državnog nadzornog tijela kako bi se održala potrebna razina propisanog standarda.



3.1. NALAZI

Tijekom istrage AIN je utvrdio slijedeće:

- Let se odvijao u G sloju.
- Let je bio prijavljen HKZP-u.
- Nekoliko komponenti dinamičkog sustava je u potpunosti odvojeno od pripadajućeg sustava tijekom leta.
- Tijekom leta došlo je do puknuća ulaznog vratila u području vanjskog ležaja.
- Tragovi ljuštenja materijala i pregrijavanja su pronađeni na unutarnjem kugličnom ležaju ulaznog vratila
- Utvrđena je prisutnost čestica sa velikim udjelom bakra u unutarnjem kugličnom ležaju ulaznog vratila.
- Pronađene čestice sa velikim udjelom bakra su mogle biti odvojene od ugrađenih podmetača, kaveza unutarnjeg ili kaveza vanjskog ležaja.
- Rep helikoptera je odsječen krakom glavnog rotora prilikom dodira helikoptera sa tlom.
- U trenutku slijetanja motor helikoptera je radio, ali nije bilo prijenosa snage na glavni i repni rotor.
- Program održavanja helikoptera nije izrađen u skladu sa uputama proizvođača definiranim u Priručniku održavanja helikoptera.
- Komponente dinamičkog sustava prijenosa nisu održavane u skladu sa uputama proizvođača.
- Annex II CAMO organizacija izdaje radni nalog Organizaciji za održavanje za radove koji nisu precizno navedeni i ne navodi reference procedura u skladu sa kojim radovi moraju biti izvršeni.
- Organizacija za održavanje je izvodila radove održavanja za koje ne posjeduje odobrenje proizvođača helikoptera, u skladu sa Priručnikom za održavanje.
- Organizacija za održavanje je izvodila radove održavanja za koje ne posjeduje C-11 ovlaštenje za održavanje komponenti transmisije.
- Uvidom u tehničku dokumentaciju nije moguće utvrditi točnu povijest komponenti dinamičkog sustava prijenosa.

3.2. UZROK

Neposredni uzrok

Neposredni uzrok predmetne nesreće je gubitak pogona glavnog i repnog rotora do čega je došlo uslijed kvara na transmisiji.

Kontributivni čimbenici

Čimbenici koji su doveli do neposrednog uzroka ove nesreće su:

- Organizacija za održavanje nije izvodila radove održavanja helikoptera sukladno definiranim procedurama u Priručniku za održavanje od strane proizvođača.



- CAMO organizacija nije vodila kontinuiranu plovidbenost sukladno CAME priručniku i uputama za održavanje definiranim u Priručniku za održavanje izdanim od strane proizvođača.
- Program održavanja odobren od HACZ-a nije usklađen sa proizvođačevim uputama navedenim u Priručniku za održavanje.

4. SIGURNOSNE PREPORUKE

Sigurnosna preporuka ni u kojem slučaju ne predstavlja pravnu pretpostavku o krivnji ili odgovornosti za nesreću, ozbiljnu nezgodu ili nezgodu.

Tijekom predmetne sigurnosne istrage AIN je izdala slijedeće sigurnosne preporuke.

Preporuke tvrtki Eudora Let d.o.o

Obzirom na saznanja proizašla iz ove sigurnosne istrage, AIN daje tvrtki Eudora Let d.o.o slijedeće sigurnosne preporuke:

AIN04-SR-03/2019

Tvrtka Eudora Let d.o.o., kao operator helikoptera i Annex II CAMO organizacija zadužena za vođenje kontinuirane plovidbenosti helikoptera, bi trebala revidirati Program održavanja helikoptera Alouette II, u skladu sa proizvođačevom dokumentacijom o održavanju helikoptera i pogonske grupe.

AIN04-SR-04/2019

Tvrtka Eudora Let d.o.o., Annex II CAMO organizacija zadužena za vođenje kontinuirane plovidbenosti helikoptera, bi trebala revidirati CAME priručnik, te posebno obratiti pažnju na procedure vezane za prihvaćanje helikoptera i njegovih komponenti nakon radova.

AIN04-SR-05/2019

Odgovorna osoba za vođenje kontinuirane plovidbenosti u Annex II CAME organizaciji bi trebala proći edukaciju na temu Kontinuirane plovidbenosti helikoptera.

Preporuke Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo

Obzirom na saznanja proizašla iz ove sigurnosne istrage, AIN daje Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo slijedeće sigurnosne preporuke:

AIN04-SR-06/2019

Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo trebala bi tijekom svog nadzora operatora i Annex II CAMO organizacije popratiti reviziju Programa održavanja helikoptera Alouette II, u skladu sa Sigurnosnom preporukom AIN04-SR-03/2019.



AIN04-SR-07/2019

Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo trebala bi tijekom svog nadzora operatora i Annex II CAMO organizacije provjeriti kompetentnost Odgovorne osobe na funkcijama, Quality/Safety Manager i Continuing Airworthiness Manager, kako bi se utvrdila razina potrebnog znanja za vođenje kontinuirane plovidbenosti i nadzora kvalitete.

Preporuke Organizaciji za održavanje helikoptera, tvrtki Hidroplan Nord Kft

Obzirom na saznanja proizašla iz Sigurnosne istrage, AIN daje tvrtki Hidroplan Nord Kft slijedeće sigurnosne preporuke:

AIN04-SR-08/2019

Tvrtka Hidroplan Nord Kft bi trebala ustanoviti za koje sve Dinamičke komponente prijenosa je izdala Potvrdu o vraćanju u uporabu, a koje nisu održavane u skladu sa proizvođačevim uputama definiranim u Priručniku za održavanje helikoptera. Daljnji postupci bi trebali biti dogovoreni sa proizvođačem helikoptera.

AIN04-SR-09/2019

Organizacija za održavanje, tvrtka Hidroplan Nord Kft, bi trebala ishoditi Odobrenje proizvođača (Airbus Helicopters), za buduće izvođenje trogodišnjih kalendarskih inspekcija Dinamičkih komponenti prijenosa, sukladno proizvođačevim uputama u Priručniku za održavanje helikoptera i pripadajućim direktivama. Sukladno navedenom, Organizacija za održavanje bi trebala prilagoditi svoj odobreni opseg radova odobren od strane mađarskih zrakoplovnih vlasti.

AIN04-SR-10/2019

Organizacija za održavanje, tvrtka Hidroplan Nord Kft, bi trebala revidirati svoje kompanijske procedure vezane za izdavanje Potvrda o vraćanju komponenti u uporabu nakon održavanja, posebno pazeći na sadržaj i informacije navedene u Potvrdi.

Preporuka Mađarskim zrakoplovnim vlastima – „Ministry for Innovation and Technology Aviation Authority Supervisory Department Airworthiness Unit“

Obzirom na saznanja proizašla iz ove Sigurnosne istrage, AIN daje Mađarskim zrakoplovnim vlastima (Ministry for Innovation and Technology Aviation Authority Supervisory Department Airworthiness Unit) slijedeće sigurnosne preporuke:

AIN04-SR-11/2019

Mađarske zrakoplovne vlasti trebale bi tijekom svog redovnog nadzora poduprijeti ishođenje Odobrenja proizvođača (Airbus Helicopters), od strane tvrtke Hidroplan Nord Kft, u skladu sa Sigurnosnom preporukom AIN04-SR-09/2019.



AIN04-SR-12/2019

Mađarske zrakoplovne vlasti trebale bi tijekom svog redovnog nadzora poduprijeti izmjene procedura Organizacije za održavanje sukladno Sigurnosnoj preporuci AIN04-SR-10/2019.

Preporuka proizvođaču helikoptera, tvrtki Airbus Helicopters

Obzirom na saznanja proizašla iz ove Sigurnosne istrage, AIN daje proizvođaču helikoptera, tvrtki Airbus Helicopters slijedeću sigurnosnu preporuku:

AIN04-SR-13/2019

Proizvođač, tvrtka Airbus Helicopters, trebala bi dodatno istaknuti važnost održavanja komponenti dinamičkog sustava na način da zamjeni tekst u Priručniku održavanja helikoptera Alouette II, Poglavlje 5.8, Bilješka 2, sa slijedećim tekstom:

„Alouette Priručnik održavanja, Poglavlje 5.8, Bilješka 2: Komponentama prijenosa kojima je istekao kalendarski period od 10 godina ali ne i njihov TBO (sati rada komponente), može biti odobreno produženje kalendarskog perioda i to pojedinačno ne duže od tri godine, do isteka TBO-a. Takvo odobrenje može biti izdano isključivo od strane autorizacijskog odjela za održavanje tvrtke Airbus Helicopters Company, u Marignane-u. Svakom takvom produženju prethodi inspekcija koja mora biti izvršena u skladu sa odgovarajućom Tehničkom direktivom (ITE) Br. 05.090, od strane ovlaštene organizacije za popravke tvrtke Airbus Helicopters ili ovlaštenog pojedinca. Zahtjevi za takvim inspekcijama bi trebali biti upućeni isključivo autorizacijskom odjelu za održavanje tvrtke Airbus Helicopters Company, u Marignane-u. Po završetku inspekcije, pripadajući izvještaj mora biti poslan u autorizacijski odjel za održavanje tvrtke Airbus Helicopters Company, u Marignane-u na pregled.“

Odgovorni istražitelj
Dejan Ćurik