



ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ
PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 99

CZ-19-0144

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin letecké nehody
vrtulník ENSTROM 480 B
poznávací značky OK-CLV
na poli u obce Blažkov
ze dne 22. března 2019**

Praha
březen 2020

Toto šetření bylo prováděno v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010, zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a Přílohou č. 13 k Úmluvě o mezinárodním civilním letectví. Jediným účelem je prevence budoucích nehod a incidentů bez určování viny či odpovědnosti. Závěrečná zpráva, zjištění a závěry v ní uvedené, týkající se leteckých nehod a incidentů, eventuálně systémových nedostatků ohrožujících provozní bezpečnost, mají pouze informativní charakter a nemohou být použity jinak než jako doporučení pro realizaci opatření, která by zabránila vzniku dalších leteckých nehod a incidentů s obdobnými příčinami. Zhotovitel Závěrečné zprávy výslovně prohlašuje, že Závěrečná zpráva nemůže být použita pro stanovení viny či odpovědnosti v souvislosti s určením příčin letecké nehody či incidentu a nemůže být použita ani pro uplatnění nároků v případě vzniku pojistné události.

Obsah

Použité zkratky	5
Použité jednotky	6
A) Úvod	7
B) Informační přehled	7
1. Faktické informace	8
1.1. Průběh letu	8
1.1.1. Okolnosti, které v den letecké nehody předcházely kritickému letu	8
1.1.2. Pozorování svědků.....	8
1.1.3. Popis letu dle záznamu přehledového zobrazení ACC	9
1.1.4. Kritická fáze letu	10
1.1.5. Posledních 1,2 sec letu na videozáznamu	11
1.2. Zranění osob.....	12
1.3. Poškození letadla	12
1.4. Ostatní škody.....	12
1.5. Informace o osobách	12
1.5.1. Pilot-žák	12
1.5.2. Pilot-instruktor	13
1.6. Informace o letadle	13
1.6.1. Všeobecné informace	13
1.6.2. Havarovaný vrtulník	14
1.6.3. Provoz vrtulníku	15
1.6.4. Určení nepřekročitelné rychlosti V_{NE} (never exceed speed) pro kritický let	15
1.7. Meteorologická situace	16
1.7.1. Všeobecné informace o počasí	16
1.7.2. Výpis ze zpráv SYNOP	16
1.8. Radionavigační a vizuální prostředky	17
1.9. Spojovací služba.....	17
1.10. Informace o letišti.....	18
1.11. Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky	18
1.12. Popis místa nehody a trosek	18
1.12.1. Ohledání místa nehody a trosek	18
1.12.2. Technická prohlídka pilotní kabiny	19
1.12.3. Technická prohlídka pilotních sedaček	19
1.12.4. Technická prohlídka prvků řízení	20
1.12.5. Nosný rotor	21
1.12.6. Listy nosného rotoru	21
1.12.7. Hlavní hřídel nosného rotoru.....	22
1.12.8. Vyrovnávací rotor (ocasní vrtulka) a jeho pohon.....	22

1.12.9.	Motor a pohon reduktoru nosného rotoru.....	22
1.12.10.	Motor a jeho systémy.....	23
1.12.11.	Elektrická síť a zdroje elektrické energie	24
1.12.12.	Avionické vybavení	24
1.13.	Lékařské a patologické nálezy.....	25
1.14.	Požár	26
1.15.	Pátrání a záchrana	27
1.16.	Testy a výzkum.....	27
1.16.1.	Mechanoskopická a biologická expertíza úlomku plexiskla	27
1.16.2.	Analýza dat a zkoumání záznamů dat-SD karet	27
1.16.3.	Zkoumání videozáznamu	27
1.16.4.	Test na přítomnost stop výbušnin na povrchu bundy instruktora	27
1.16.5.	Analýza v kontextu systémového pohledu	27
1.17.	Informace o provozních organizacích	28
1.18.	Doplňkové informace	28
1.18.1.	Rotor při maximální dopředné rychlosti.....	28
1.18.2.	Letová příručka, Doplněk, Omezení rychlostí letu.....	29
1.18.3.	Letová příručka vrtulníku, Kapitola 1. Provozní omezení	29
1.18.4.	Letová příručka vrtulníku, Kapitola 2. Normální postupy, Úkony před spouštěním motoru, strana 2-15.....	30
1.18.5.	Letová příručka, Doplněk	30
1.18.6.	Osnova výcviku – výcvik v létání podle přístrojů	31
1.19.	Způsoby odborného zjišťování příčin.....	31
2.	Rozbory.....	31
2.1.	Kvalifikovanost posádky	32
2.2.	Provedení letu.....	32
2.3.	Kritická situace.....	32
2.4.	Vrtulník	33
2.5.	Vliv povětrnostních podmínek.....	34
2.6.	Analýza nehody v kontextu systémového pohledu	34
3.	Závěry.....	35
3.1.	Závěry Komise.....	35
3.1.1.	Pilot	35
3.1.2.	Instruktor	35
3.1.3.	Vrtulník.....	35
3.2.	Příčiny.....	36
4.	Bezpečnostní doporučení	36
4.1.	Opatření provozovatele	36
4.2.	Bezpečnostní doporučení pro provozovatele.....	36
4.2.1.	Bezpečnostní doporučení CZ-20-001	36

5. Přílohy	36
5.1. Analýza nehody v kontextu systémového pohledu	36
5.1.1. Popis metody FRAM	37
5.1.2. Využití metody FRAM pro šetření letecké nehody vrtulníku ENSTROM 480B OK-CLV	37
5.1.3. Variabilita v modelu provádění výcviku	37
5.1.4. Zhodnocení systému výcviku	39
5.1.5. Vyhodnocení modelu pro řešenou leteckou nehodu	39

Použité zkratky

Ac	Alto cumulus
ACC	Oblastní služba řízení
AFIS	Letištní letová informační služba
AGL	Nad úrovní zemského povrchu
ALT	Hladina
AME	Letecký lékař
AMSL	Nad hladinou moře
ATO	Výcviková organizace
BASE	Výška základny oblačnosti
BKN	Oblačno až skoro zataženo
Ci	Cirrus
CG	Těžiště
CPL (H)	Průkaz obchodního pilota vrtulníku
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
E	Východ
FI	Letový instruktor
FL	Letová hladina
FEW	Skoro jasno
GS	Traťová rychlost
HEMS	Letecká záchranná služba
HZS	Hasičský záchranný sbor
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFR	Pravidla pro let podle přístrojů
IZS	Integrovaný záchranný systém
KIAS	Přístrojová rychlost
L	Levý
LKAA	Letová informační oblast Praha
LKHK	Veřejné vnitrostátní /mezinárodní neveřejné letiště Hradec Králové
LKNM	Veřejné vnitrostátní letiště Nové Město
LZS	Letecká záchranná služba
MSL	Střední hladina moře
N	Sever
NIL	Žádný
PA	Tlaková výška
PPL (H)	Průkaz soukromého pilota vrtulníku
R	Pravý
REG QNH	Oblastní tlak, nejnižší atmosférický tlak na území, redukovaný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry
ŘLP	Řízení letového provozu

RWY	Dráha
QNH	Atmosférický tlak redukováný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry
SYNOP	Zpráva o přízemních meteorologických pozorováních z pozemní stanice
SCT	Polojasno
SEČ	Středoevropský čas
SSR	Sekundární přehledový radar
TOW	Vzletová hmotnost
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
UTC	Světový koordinovaný čas
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
VDL	Oční korekce
VFR	Pravidla pro let za viditelnosti
V _{NE}	Nepřekročitelná vzdušná rychlost
VRB	Proměnlivý
VÚSL	Vojenský ústav soudního lékařství

Použité jednotky

Ah	Ampér hodina
°C	Stupeň Celsia
cm	Centimetr
ft	Stopa (jednotka délky - 0,3048 m)
g	Normální zrychlení
h	Hodina
hPa	Hektopascal (jednotka atmosférického tlaku)
in	Inches (jednotka délky - 2,54 cm)
km	Kilometr
kg	Kilogram
kt	Uzel (jednotka rychlosti - 1,852 km·h ⁻¹)
lb	Libra (jednotka hmotnosti - 0,445 kg)
m	Metr
min	Minuta
m ³	Kubický metr
MHz	Megahertz
V	Volt

A) Úvod

Provozovatel: právnícká osoba
Výrobce letadla: Enstrom Helicopter Corporation, USA
Typ letadla: ENSTROM 480 B
Poznávací značka: OK-CLV
Místo události: pole na východním okraji obce Blažkov
Datum a čas události: 22. 3. 2019, 08:15 UTC

B) Informační přehled

Dne 22. 3. 2019 ÚZPLN obdržel oznámení o letecké nehodě vrtulníku ENSTROM 480 B na poli cca 100 m východně od obce Blažkov u Nového Města nad Metují. Pilot vrtulníku-žák, cizí státní příslušník (dále pilot) společně s pilotem-instruktořem (dále instruktor), prováděl výcvikový let. Jednalo se o nácvik letu podle přístrojů dle výcvikové osnovy schválené zahraničním objednavatelem výcviku. Po cca 1 hodině letu pilot provedl dvě zatáčky o 360° doleva. Po jejich ukončení do kurzu cca 060° na výšce 4 500 ft AMSL plynule pokračoval v točení zatáčky doprava. Po dotočených cca 270° se vrtulník dostal do nezvyklé polohy na „záda“. V této poloze pod strmým úhlem se sklonem přídě cca 20° pod horizont prudce klesal k zemi a po nárazu do země explodoval. Vrtulník byl nárazem a následným požárem zcela zničen. Posádka v troskách vrtulníku zahynula.

Náhodný svědek oznámil nehodu na tísňové lince 158. Na místo letecké nehody se dostavila hlídka Policie ČR, jednotka HZS, vrtulník LZS a inspektoři ÚZPLN se soudním lékařem, kteří provedli odborné ohledání místa a trosk vrtulníku, včetně těl posádky.

Příčinu události zjišťovala komise ÚZPLN ve složení:

Předseda komise: Ing. Josef BEJDÁK
Členové komise: Karel BURGER
Doc. MUDr. Miloš SOKOL, Ph.D., VÚSL Praha

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 9

Dne 9. března 2020

Hlavní část zprávy obsahuje:

1. Faktické informace
2. Rozbory
3. Závěry
4. Bezpečnostní doporučení
5. Přílohy

1. Faktické informace

1.1. Průběh letu

Instruktorův kolega, který se zúčastnil organizovaného létání v rámci výcviku zahraničních pilotních žáků a osoby, které pozorovaly vrtulník krátce před kritickou fází letu, uvedli o průběhu letu následující, níže uvedené informace.

1.1.1. Okolnosti, které v den letecké nehody předcházely kritickému letu

Instruktor se sešel se svým kolegou v kanceláři provozovatele v pátek v 05:40. Instruktorův kolega popsal jejich společnou činnost v rámci plánované letové akce. Ve své výpovědi doslova uvedl: „*(Jméno instruktora) se jevil odpočatý, plný energie, elánu a chuti ten den létat, těšil se na létání podle přístrojů. Popovídali jsme si, řekli si, jaké úkoly v úloze máme létat a jak. Poté šel (jméno instruktora) v 7:00 (SEČ) udělat ranní briefing se studenty, který trval 40 min. Během něho se studenty prošel předpověď počasí, prostory, NOTAMY a také jednotlivé úkoly v úloze, které jsme měli létat během přístrojového létání. Já jsem vytvořil denní rozpis letů.*“ Z denního rozpisu letu je patrné, že instruktor měl naplánovány 4 lety se čtyřmi zahraničními piloty. Dva dopolední lety v čase 07:00 až 08:30 a 09:00 až 10:30. Po přestávce na oběd měly následovat 2 odpolední lety v čase 11:30 až 13:00 a 13:30 až 15:00. Dále uvedl: „*Poté jsme již s prvními žáky udělali sólo briefing a společně odcházeli k vrtulníkům a udělali standardní předletovou prohlídku. Během cesty jsme si řekli, že si беру, stejně jako ve středu, prostor severně od Hořic a (jméno instruktora) okolo Dvora Králové a Nového Města a dále, že budeme udržovat příposlech na společné frekvenci 123,450 MHz. (Jméno instruktora) odlétal z letiště kolem 8:10 (SEČ), cca 5 min po mně.*“

1.1.2. Pozorování svědků

Svědci vypověděli, že krátce před leteckou nehodou viděli vrtulník letět nad poli mezi obcemi Slavoňov a Blažkov, a popsal kritickou situaci, která skončila jeho pádem. Svědci se přitom nacházeli na různých místech v blízkém okolí výše uvedených obcí a v různých vzdálenostech od místa dopadu vrtulníku na zem.

Svědkyně č. 1, která se od místa dopadu vrtulníku nacházela ve vzdálenosti cca 1 100 m východně a trénovala koně, doslova uvedla: „*Mohlo být kolem 09:15 hodin (SEČ), když jsem slyšela letět vrtulník. Letěl ve velké výšce od severu a přeletěl mi nad hlavou. Dále jsem potom vrtulník viděla periferně na východním okraji obce Blažkov. Viděla jsem, jak z vrtulníku vypadávají papíry, točil se, vydával kolísavý zvuk, to jsem slyšela, něco nebylo v pořádku. Pak to vzal střemhlav dolů a padal čumákem dolů, papíry letěly za ním. Dopad jsem neviděla. Před dopadem šel zvuk motoru jako naprázdno, byl nepřetržitý, už ne kolísavý. Když vrtulník padal, neviděla jsem, že by z něj šel nějaký dým. Jiné letadlo, nebo dron jsem neviděla. Počasí v té době bylo pěkné a bylo slunečno.*“

Svědka č. 2 šel kolem 9. hodiny (SEČ) pěšky z domova do Nového Města po silnici č. 285 a vrtulník pozoroval ze vzdálenosti cca 200 m jihovýchodně od místa dopadu. Doslova uvedl: „*Když jsem byl ve Slavoňově pod kostelem, tak jsem slyšel zvláštní dunivý zvuk. Podíval jsem se na oblohu a viděl jsem vysoko letět vrtulník. Pak jsem mu dál nevěnoval pozornost. Šel jsem dál a před Blažkovem na rovince jsem zaznamenal vysoké abnormální zvýšení otáček motoru. Podíval jsem se nahoru a už jsem viděl, že z vrtulníku padají papíry. Byl v podstatě obalen papíry, které padaly k zemi. Všiml jsem si, že se vrtulník otočil kolem své osy a potom začal asi pod úhlem 30° klesat dolů. Doba, která uplynula od doby, kdy jsem u vrtulníku viděl ty papíry, až do okamžiku dopadu byla asi 15 vteřin. Počasí v této*

době bylo pěkné, viditelnost byla dobrá a bylo slunečno. Nevybavuji si, že bych v místě viděl nějaký dron, nebo jiné letadlo.“

Svědkyň č. 3 byla kolem 9. hodiny (SEČ) s manželem na hřbitově ve Slavoňově, což je cca 500 m východně od místa dopadu vrtulníku. Doslova uvedla: *„Toho dne bylo krásné a slunečno. Nad námi kroužil vrtulník. Říkali jsme si, že asi někoho zase hledají, nebo fotografují. Ze zajímavosti jsem vrtulník sledovala. Najednou jsem slyšela takový zvláštní zvuk. Manžel mi to potvrdil, to jsme zrovna nastupovali do našeho auta. Od vrtulníku jsem viděla odpadávat nějaké stříbrné části letadla. To bylo v době, kdy se nacházel nad polem za hřištěm, po levé straně silnice. Když jsme jeli autem, tak jsem viděla padat vrtulník dolů. Padal čumákem na zem. Z mého telefonu jsem volala linku 158. Po dopadu jsem viděla takový záblesk a hned se valil dým, a plameny jsme viděli.“*

Svědka č. 4 byl kolem 9. hodiny (SEČ) s manželkou na hřbitově ve Slavoňově, což je cca 500 m východně od místa dopadu vrtulníku. Doslova uvedl: *„Ten den bylo hezky, bylo slunečno a bylo bezvětrí. Nad námi jsme sledovali kroužící vrtulník a říkal jsem si, že to je asi cvičný let, protože to byl menší vrtulník. Pak jsme stáli na parkovišti u auta sledovali jsme vrtulník. Ten vrtulník dělal nad kravínem a nad hřbitovem osmičky. Ničeho podezřelého jsem si na tomto letu nevšiml. Pak vrtulník doletěl směrem k Blažkovu, nad tu první křižovatku a z mého pohledu letěl zleva doprava, když se z něj jako by zaprášilo. To byl stále ve stejné výšce. Hned jak se zaprášilo, tak se zřítíl k zemi. My jsme stále stáli u vozidla. K zemi šel čumákem. Při tom pádu jsem zvuk motoru už myslím neslyšel. Nevšiml jsem si, že by nad námi kromě zmíněného vrtulníku ještě něco jiného létalo. Ani letadlo ani dron, to ne. Co vím, tak všude kolem jsou hodně dravci, ale jak jsem říkal, ani toho dravce jsem neviděl. Manželce jsem řekl, ať volá na policii. Nastoupili jsme do vozidla a jeli jsme kolem kravína. Je tam taková průjezdní cesta. Cestou jsem viděl, že je na místě již sanitka a hořelo to tam.“*

Svědka č. 5 byl v 09:14 hodin (SEČ) na hospodářském dvoře společnosti ZBA Slavoňov ve vzdálenosti cca 350 m jihovýchodně od místa dopadu vrtulníku a telefonoval mobilním telefonem. Doslova uvedl: *„V této době nad námi asi 3krát proletěl vrtulník. Byl v nestandardně vysoké výšce oproti ostatním letům. Pořád jsem ho nesledoval, ale najednou jsem slyšel změnu zvuku vrtulníku. Hned jsem se tam podíval a v tom momentě jsem viděl, jak dolů letí nějaké papíry. Hned na to se otočil rotorem dolů a vyletěla další várka těch papírů. Pilot se to snažil jako vyrovnat, zespodu to vypadalo, jako by se to snažil korigovat. Těsně nad zemí šel čumákem k zemi, už šel vlastně z té větší výšky jako střemhlav. Myslel jsem si, že udělá ten průlet, ale už se mu to nepodařilo. Nad zemí jsem viděl, že byl ocasem nahoru. Hned jsem volal tísňovou linku.“*

Svědka č. 6 byl v 09:15 hodin (SEČ) na hospodářském dvoře společnosti ZBA Slavoňov společně se svým kolegou, svědkem č. 5. Byli od sebe vzdáleni cca 20 m a pálili roští. Doslova uvedl: *„Najednou jsem nad námi ve velké výšce viděl kroužit vrtulník. To jsme si říkali, že krouží nad námi, protože nás monitorují, že pálíme věci a také jsme ten vrtulník stále sledovali. Najednou jsem uslyšel takovou dutou ránu a vzápětí na to, začaly z vrtulníku padat papíry. Následně se stáčil vlevo a šel střemhlav dolů. Rotor byl dole, pak z vrtulníku padaly další papíry. No a nad zemí se to pilot snažil vybrat, ale už se mu to nepodařilo a čumákem narazil do země. To vše se událo asi během 5 vteřin. Bylo slunečno. Nezaznamenal jsem žádný pohyb dronu ani jiného letadla nebo většího ptáka.“*

1.1.3. Popis letu dle záznamu přehledového zobrazení ACC

Symbol polohy SSR se na záznamu přehledového zobrazení ACC objevil v 07:19, kdy se vrtulník nacházel v ALT 2 000 ft cca 4,7 km severně od LCHK a pokračoval ve stoupání na

ALT 3 000 ft do prostoru Nového Města nad Metují. V čase 08:05 posádka ukončila činnost nad LKNM v ALT 1 100 ft a vrtulník dále stoupal jihovýchodním směrem na ALT 4 500 ft. Po ukončení činnosti nad LKNM spolu instruktoři obou vrtulníků krátce komunikovali a instruktorův kolega ve své výpovědi doslova uvedl: „Vše probíhalo podle plánu a cca v 9:05 (SEČ) mě (jméno instruktora) kontaktoval a ptal se, jak nám to jde, co létáme a že má šikovného studenta a byl velmi spokojený. Z hlasu byl cítit klid. Řekl jsem mu, že se nám létá také dobře a že se za pár minut budeme vracet zpět na hradecké letiště. Říkal, že půjde za chvíli za námi. Rozloučili jsme se a já přepnul rádio na první kanál, kde jsem měl letiště Hořice. Domluvenou frekvenci jsem si nechal nadále na příposlechu. Následoval návrat na LKHK, kde jsem se při dosednutí dozvěděl, že letěla LZS na pád vrtulníku.“

Dále posádka v čase 08:09:57 zahájila v pořadí první levou zatáčku o cca 360°, kterou ukončila v čase 08:11:20 v kurzu 060° a vrtulník tímto kurzem letěl 10 sec. V průběhu zatáčky se pohyboval v ALT 3 000 až 4 500 ft, rychlostí 60 až 80 kt. Vertikální rychlost nepřekročila hodnotu +/- 600 ft·min⁻¹.

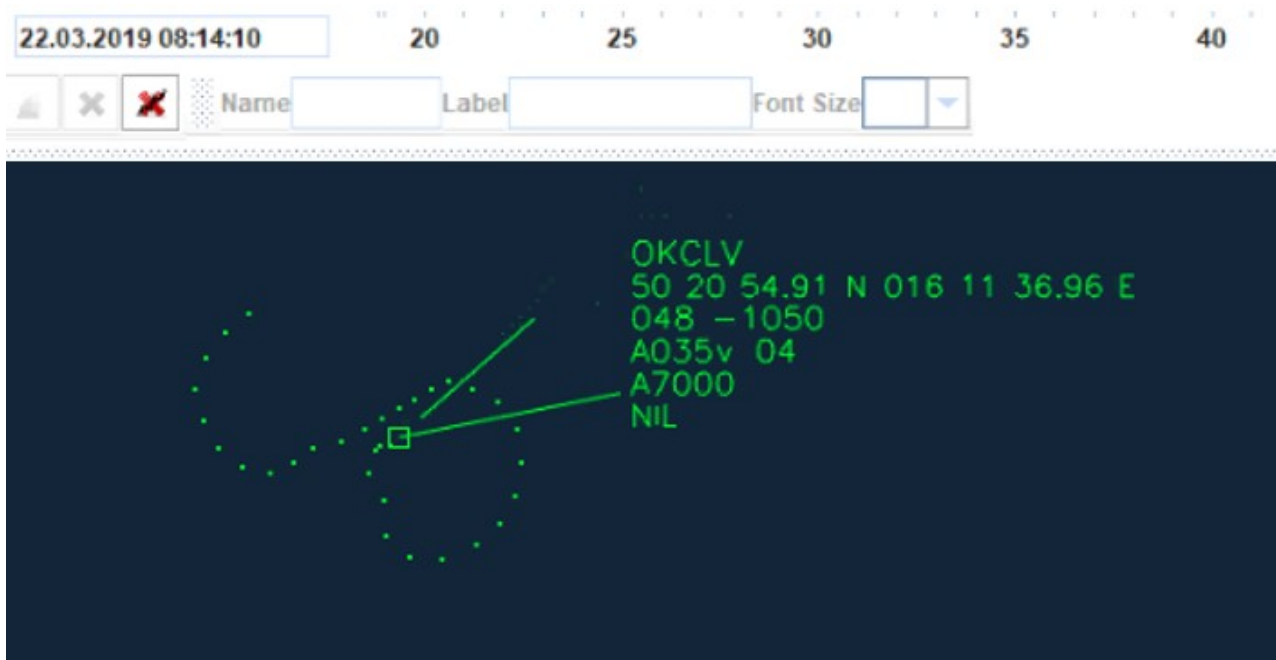
Posádka v čase 08:11:30 zahájila v pořadí druhou zatáčku do leva o cca 360°, kterou ukončila v čase 08:12:30 v kurzu 060° a vrtulník tímto kurzem letěl 30 sec. V průběhu zatáčky se pohyboval na ALT 4 400 až 4 600 ft, rychlostí 60 až 100 kt. Vertikální rychlost nepřekročila hodnotu +/- 600 ft·min⁻¹.

1.1.4. Kritická fáze letu

Posádka v čase 08:13:00 zahájila na ALT 4 500 ft z kurzu 060° zatáčku doprava. V průběhu zatáčky docházelo k významným změnám vertikální rychlosti, výšky a rychlosti letu. Po cca 55 sec od zahájení došlo k otočení vrtulníku na záda. V čase 08:14:10 se symbol polohy ztratil ze záznamu SSR. Prvky letu z poslední minuty záznamu jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tab. 1 – Prvky letu z poslední minuty záznamu

Čas [h: min: s]	Kurz [°MAG]	ALT [ft]	Vertikální rychlost [ft·min ⁻¹]	Rychlost [GS]
08:13:00	062	4500	+906	60
08:13:04	062	4500	0	70
08:13:08	108	4500	0	70
08:13:12	127	4500	0	80
08:13:16	152	4400	-656	90
08:13:20	179	4300	-1112	100
08:13:24	199	4300	-1181	100
08:13:28	220	4300	-925	100
08:13:32	238	4200	-625	100
08:13:36	257	4100	-869	110
08:13:40	280	4000	-1175	100
08:13:44	309	3900	-1425	90
08:13:48	010	3700	-2056	90
08:13:52	342	3500	-2031	90
08:13:56	010	3500	-2000	80
08:14:00	018	3500	-1494	50



Obr. 1 – Poslední záznam přehledového zobrazení ACC

1.1.5. Posledních 1,2 sec letu na videozáznamu

Komisi se podařilo zajistit videozáznam z průmyslové kamery umístěné na budově zemědělské firmy ZBA Slavoňov. Posledních 1,2 sec letu bylo zachyceno průmyslovou kamerou vzdálené od místa dopadu cca 300 m.



Obr. 2 – Jednotlivé snímky videozáznamu se zvětšeným detailem vrtulníku v poloze na zádech

1.2. Zranění osob

Tab. 2 – Přehled zranění osob

Zranění	Posádka	Cestující	Ostatní osoby (obyvatelstvo apod.)
Smrtné	2	0	0
Těžké	0	0	0
Lehké/bez zranění	0/0	0/0	0/0

1.3. Poškození letadla

Vrtulník byl zcela zničen při dopadu na zem a následném požáru.

1.4. Ostatní škody

Provozními kapalinami kontaminovaná ornice, která se nacházela pod troskami havarovaného vrtulníku a v jejich těsné blízkosti, byla odtěžena a dočasně uložena v přepravním kontejneru. Jednalo se o cca 10 m³ zeminy.

1.5. Informace o osobách

1.5.1. Pilot-žák

Osobní údaje:

- muž, věk 27 let,
- platné osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy,
- platný list frekventanta leteckého výcviku.

Letová praxe

Pilot zahájil praktický letový výcvik s vrtulníkem Robinson R 22 dne 16. 10. 2018 a ukončil 1. 2. 2019 s náletem 55 h a 195 letů. Dne 10. 12. 2018 zahájil výcvik na typu R 44, který ukončil 5. 2. 2019 s náletem 20 h a 58 letů. Výcvik na R 44 byl rozdělen na lety podle přístrojů v trvání 10 h 30 min a na lety VFR noc v trvání 8 h. Výcvik byl prováděn dle osnovy schválené ÚCL pro výcvik pilotů vrtulníků pro kvalifikaci PPL(H). Výcvik byl prováděn vždy s instruktorem na palubě vrtulníku.

Dne 5. 3. 2019 zahájil výcvik s vrtulníkem ENSTROM 480 B dle osnovy schválené zahraničním objednavatelem výcviku. Po nalétaných 6 hodinách pokračoval dne 18. 3. 2019 ve výcviku létání podle přístrojů. Jednalo se o navigační let podle přístrojů v trvání 1 h 30 min. Pilot v průběhu praktického leteckého výcviku na vrtulníku ENSTROM nalétal 8 h 30 min a 34 letů.

Hodnocení pilota letovými instruktory

Instruktoři ATO prováděli zápis o každém letu do kontrolního listu žáka, v kterém mimo jiné hodnotili provedení stanovených prvků v daném cvičení známkou v rozsahu 1 až 5 a slovním hodnocením. Pilotova pilotáž vrtulníku ENSTROM byla hodnocena průměrnou známkou 3 a ve slovním hodnocení se často objevovaly připomínky ohledně koordinace pohybů s prvky řízení a nepřiměřené zásahy do řízení při pilotáži za VFR i podle přístrojů.

Tab. č. 3 – Nálet pilota vrtulníku ze zápisníku letů

Nálet:	Za 24 h	Za 90 dní	Celkem
Tento typ vrtulníku:	01:00	07:30	08:30
Všechny typy vrtulníků:	01:00	34:30	83:30

1.5.2. Pilot-instruktor

Osobní údaje:

- muž, věk 44 let,
- platné osvědčení zdravotní způsobilosti 1. třídy, s omezením VDL,
- platný průkaz způsobilosti letové posádky s kvalifikací CPL (H),
- platná typová kvalifikace na vrtulník ENSTROM 480 B,
- platné typové kvalifikace na vrtulníky EC 135/635, R 44, R 22, HU 269,
- platná kvalifikace FI (H),
- platná jazyková doložka ICAO English Level 4,
- platný všeobecný průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby.

Letová praxe

Na levé sedačce seděl instruktor, který zahájil praktický letecký výcvik na vrtulníku R 22 v roce 2007. Podmínky pro vydání průkazu způsobilosti letové posádky splnil v roce 2008, kdy mu byl dne 8. 7. 2008 ÚCL vydán průkaz PPL (H). Od 29. 6. 2010 byl držitelem platného průkazu způsobilosti CPL (H). Při náletu 835 h zahájil dne 1. 11. 2012 přeškolovací výcvik na typ EUROCOPTER EC 135, který ukončil dne 11. 4. 2014 s oprávněním létat ve funkci kapitána vrtulníku na EC 135 T1/T2/T2+. Měl bohaté letecké zkušenosti s létáním na vrtulníku EC 135, s kterým pravidelně létal ve službě HEMS. Dle zápisníku letů měl celkový nálet 2 214 h 39 min na pěti typech vrtulníků (R 22, R 44, HU 269, EC 135/635, ENSTROM 480 B). Ve funkci instruktora nalétal celkem 51 h 59 min.

Typové přeškolení na vrtulník ENSTROM 480 B zahájil dne 28. 11. 2018 a ukončil provedením přezkoušení odborné způsobilosti dne 30. 11. 2018. Dne 8. 1. 2019 provedl kontrolní let na typu v rámci kvalifikace FI. Další kontrolní lety následovaly ve dnech 20. a 21. 2. 2019 pro získání povolení pro lety podle přístrojů a NIGHT FI na typu ENSTROM 480 B. Výcvik pilotních žáků s vrtulníkem ENSTROM 480 B zahájil 20. 3. 2019. Od té doby nalétal 5 h 30 min a provedl 4 lety, včetně kritického. S pilotem kritického letu letěl poprvé.

Tab. č. 4 – Nálet pilota-instruktora ze zápisníku letů

Nálet:	Za 24 h	Za 90 dní	Celkem
Tento typ vrtulníku:	01:00	08:00	14:00
Všechny typy vrtulníků:	01:00	41:03	2 214:39

1.6. Informace o letadle

1.6.1. Všeobecné informace

Vrtulník ENSTROM 480 B je lehký, víceúčelový, pětimístný vrtulník celokovové konstrukce, s jedním třílistým levotočivým nosným rotorem a jedním dvoulistým vyrovnávacím rotorem. Je vybaven pevným ližinovým podvozkem. V konstrukci kabiny je v široké míře použito laminátu. Vrtulník má bohatě prosklenou kabinu, která je koncipována v maximální kapacitě

v uspořádání 2+3 sedadla a vstup do ní je levými a pravými dveřmi. Dveře se otevírají směrem dopředu. Vrtulník je řízen jedním pilotem vždy z levé sedačky. U provozovatele vrtulníku byl na základě interního nařízení výcvik pilotů organizován tak, že cvičený pilot létal vždy z pravého sedadla.

Vrtulník je poháněn jedním turbohřídelovým motorem Rolls-Royce 250C20W. Přenos výkonu od motoru na hřídel hlavního rotoru je pomocí dvou řemenic s širokým drážkovaným řemenem. Pohon vyrovnávacího rotoru je zajištěn transmisním hřídelem vedeným na vnější horní straně ocasního nosníku.

Vrtulník je certifikován pouze pro provoz VFR.

1.6.2. Havarovaný vrtulník

Vrtulník ENSTROM 480 B poznávací značky OK-CLV, byl vybaven glasscockpitem Garmin G1000H v konfiguraci P/N 4220650-3.



Obr. 3 – Systém Garmin G 1000H integrovaný do přístrojové desky

Palivové nádrže byly před kritickým letem doplněny na 400 lb leteckého petroleje JET A1, to bylo cca 67 % celkového objemu. Při dopadu na zem bylo v nádržích vrtulníku cca 200 lb leteckého petroleje.

Typ:	ENSTROM 480 B
Poznávací značka:	OK-CLV
Výrobce:	Enstrom Helicopter Corporation, USA
Rok výroby:	2018
Výrobní číslo:	5244
Osvědčení kontroly letové způsobilosti:	platné
Celkový nálet:	65 h 45 min
Pojištění odpovědnosti za škodu:	platné do 30. 6. 2019

Pohonná jednotka:	
Motor/Typ:	Turbohřídelový Rolls-Royce/250C20W
Výrobce:	Rolls-Royce, Velká Británie
Výrobní číslo:	CAE-845405
Rok výroby:	2018
Celkový nálet:	65 h 45 min

1.6.3. Provoz vrtulníku

Vrtulník byl od výrobce zakoupen českým majitelem v roce 2018 a zapsán v Leteckém rejstříku České republiky dne 17. 12. 2018. U provozovatele létal pod poznávací značkou OK-CLV. Vrtulník byl využíván převážně k výcviku zahraničních pilotů.



Obr. 4 – Havarovaný vrtulník Enstrom 480 B poznávací značky OK-CLV.

1.6.4. Určení nepřekročitelné rychlosti V_{NE} (never exceed speed) pro kritický let

Postup jednotlivých výpočtů a určení V_{NE} je v souladu s Letovou příručkou vrtulníku ENSTROM 480 B, výrobní číslo 5244, Kapitola 6 – Hmotnost a centráž a Kapitola 1 – Provozní omezení

- výpočet celkové hmotnosti (TOW) a momentu při vzletu,

	Hmotnost [lb]	Rameno [in]	Moment [in·lb]
Prázdný vrtulník	1 920	145,05	278 469
Pilot	199	99	19 701
Instruktor	176	99	17 424
Zavazadla	15	119	1 781
Palivo	400	145	58 000
TOW	2 710	-	375 406

- výpočet polohy těžiště L_{CG} ,

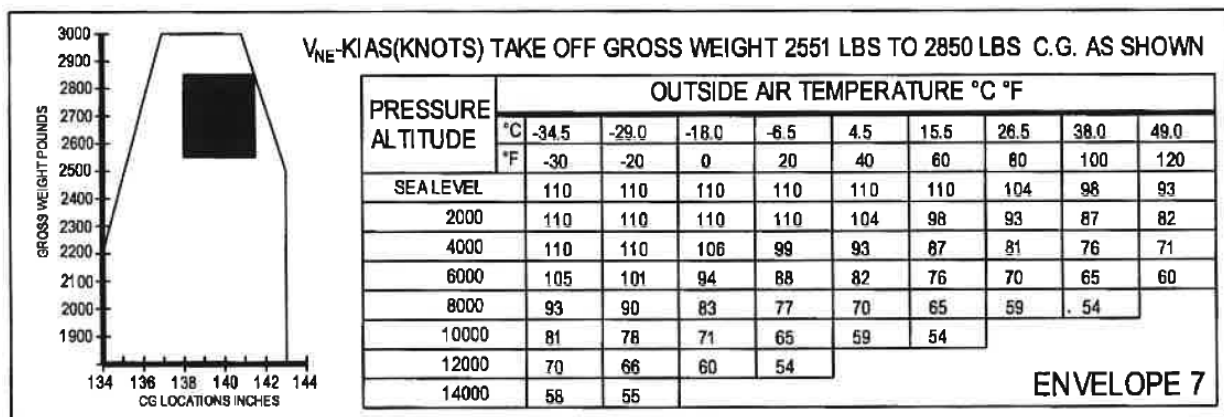
$$L_{CG} = \text{moment} / \text{TOW}$$

$$L_{CG} = 375\,406 / 2\,710$$

$$L_{CG} = 138,52 \text{ in}$$

- vyhledání příslušného štítku a určení V_{NE} ,

Sada příslušných štítků 1 až 11 (placards) je umístěna nad přístrojovou deskou v zorném poli pilota (obr. 3). Štítky jsou v letové příručce na straně 1-27 až 1-32. Podle grafu na straně 1-20 určíme příslušný štítek pro těžiště v rozsahu od 138,51 do 141,5 in. CG a ALT 4 500 ft se jedná o štítek 7 (ENVELOPE 7). Na daném štítku a za podmínek kdy, ALT 4 500 ft, REG QNH 1029 hPa, PA 4 068 ft a teplota vzduchu +5 °C je hodnota V_{NE} 93 KIAS.



Obr. 5 - Štítek č.7 (sada štítků 1 až 11 je umístěna nad palubní deskou vrtulníku v zorném poli pilota)

1.7. Meteorologická situace

Meteorologická situace v čase 8:15 h vychází z odborného odhadu pravděpodobného počasí v místě letecké nehody vypracovaného Českým hydrometeorologickým ústavem pro den 22. 3. 2019.

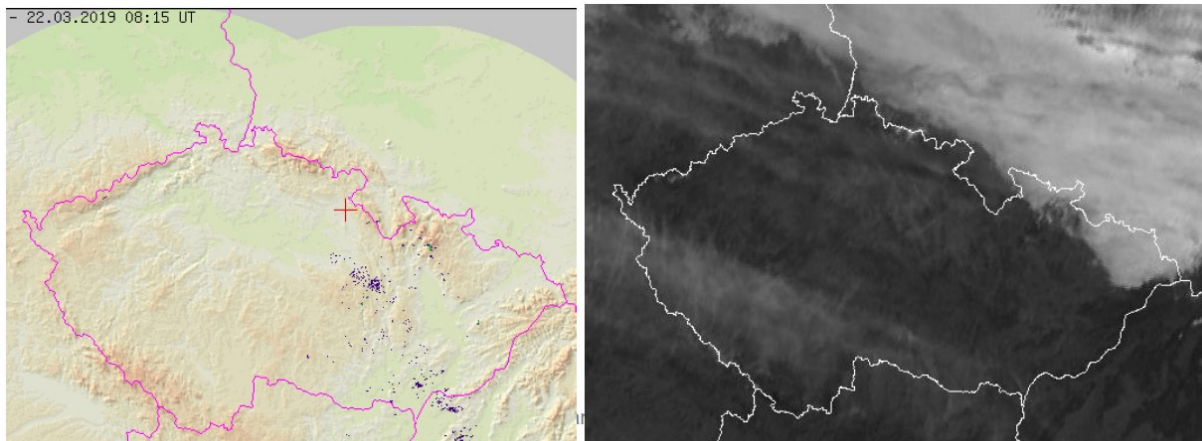
1.7.1. Všeobecné informace o počasí

Situace:	Oblast vysokého tlaku vzduchu ovlivňovala počasí na území České republiky.
Přízemní vítr:	VRB do 4 kt nebo severní 4–8 kt
Výškový vítr:	2 000 ft AMSL 060°/05 kt, 5 000 ft AMSL 100°/06 kt
Dohlednost:	nad 10 km
Stav počasí:	skoro jasno–polojasno
Oblačnost:	FEW/SCT Ac, Ci, BASE nad FL 100
Turbulence:	NIL
Námraza:	NIL
Výška nulové izotermy:	FL 075–095
Oblastní QNH:	1 029 hPa v čase 06:00–09:00 UTC

1.7.2. Výpis ze zpráv SYNOP

Tab. 5 – Výpis ze zpráv SYNOP z nejbližších profesionálních meteorologických stanic AČR a ČHMÚ. Polom (POL), Pardubice (LPD) a Ústí nad Orlicí (UOR) ze dne 22. 3. 2019 v čase 08:00 UTC.

Kód stanice	Dohlednost [km]	Směr větru	Rychlost větru [m·s ⁻¹]	Oblačnost [osminy/m AGL]	Teplota [°C]	Rosný bod [°C]
POL	15	340°	3	3 Ci/6 900	9,6	4,0
LPD	20	030°	2	6 Ci/7 200	8,3	2,0
UOR	15	VRB	1	4 Ci/9 000	7,0	3,3



Obr. 6 – Radarový a satelitní snímek (křížkem je označena poloha Nového Města nad Metují)

V místě a době letecké nehody dne 22. 3. 2019 převládalo skoro jasné až polojasné počasí s výskytem pouze oblačnosti typu Ci. Teplotní rozvrstvení bylo stabilní. Dohlednost byla nad 10 km (15 až 20 km). Teplota vzduchu byla kolem 9 °C a vlhkost kolem 60 až 70 %. Vítr váł ze severních směrů nebo byl proměnlivý o rychlosti 4 až 8 kt, bez nárazů. Výškový vítr na hladině 5 000 ft AMSL váł ze severovýchodních směrů do rychlosti 6 kt, teplota vzduchu byla kolem 4 °C. Nevyskytovaly se žádné nebezpečné meteorologické jevy.



Obr. 7 - Fotografie pořízena pilotem letounu při letu nad LKNN v cca 07:30.

1.8. Radionavigační a vizuální prostředky

Posádka prováděla výcvikový let v prostoru třídy G a E podle pravidel VFR. Pilot pilotoval vrtulník podle přístrojů dle pokynů instruktora. Instruktor udržoval pozici vrtulníku v určeném prostoru podle srovnávací orientace.

Vizuální prostředky na LKHK odpovídaly kategorii letiště podle předpisu L 14.

1.9. Spojovací služba

V den letecké nehody byla služba AFIS na LKHK aktivována v souladu s VFR příručkou ČR, vydanou Leteckou informační službou ŘLP ČR, s. p.

Posádka vrtulníku komunikovala se stanovištěm AFIS LKHK na frekvenci 122,005 MHz. V prostoru severně od Hořic létala posádka druhého vrtulníku ENSTROM 480 B. Piloti-instruktoři obou vrtulníků během letu udržovali příposlech a krátce spolu komunikovali na frekvenci 123,450 MHz.

1.10. Informace o letišti

Posádka provedla vzlet a plánovala přistání na letišti Hradec Králové. LKHK je veřejné vnitrostátní/neveřejné mezinárodní letiště. Disponuje dvěma vzletovými a přistávacími drahami, betonovou 15L/33R o délce 2 400 m a šířce 60 m a travnatou 15R/33L o délce 800 m a šířce 25 m. Letiště je povoleno pro provoz VFR den/noc. Letecká škola provádí specifický výcvik s vrtulníky v souladu s letištním řádem.

1.11. Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

Na palubě vrtulníku nebylo nainstalováno záznamové zařízení, jehož záznam by bylo možné využít k rozboru letu.

Na záznamu přehledového zobrazení ACC se objevila v daném místě a čase trasa kritického letu. Komise využila záznam posledních dvou minut kritického letu jako podklady (výška letu) pro určení nepřekročitelné vzdušné rychlosti V_{NE} . Dále byl záznam použit pro výpočet přibližné hodnoty vzdušné rychlosti a její porovnání s V_{NE} .

1.12. Popis místa nehody a trosek

1.12.1. Ohledání místa nehody a trosek

Vrtulník dopadl na pole porostlé obilím o výšce cca 10 cm ve vzdálenosti cca 100 m od východního okraje obce Blažkov. Přesná poloha místa dopadu je uvedena v následující tabulce.

Tab. 5 – Souřadnice místa letecké nehody

v zeměpisných souřadnicích:	N 50°20'47,526''
	E 016°11'31,713''
nadmořská výška:	420 m

Značně zdeformovaný a ohořelý trup vrtulníku ležel v poloze na zádech, před směřovala na severovýchod. Drak vrtulníku byl zničen jednak silami působícími při dopadu vrtulníku pod velkým úhlem v obrácené poloze při letu na zádech se současným dopředným pohybem. Následně byl trup zničen výbuchem a požárem paliva (leteckého petroleje JET A1), které při nárazu na zem vystříklo z palivových nádrží. Jednotlivé významné konstrukční prvky, které se od vrtulníku oddělily při nárazu do země, se nacházely jak v těsné blízkosti, tak i v nedalekém okolí vraku. Při prvním kontaktu nosného rotoru se zemí se jeden z trojice listů (T2) oddělil a byl nalezen cca 48 m severně od vraku. Západně od vraku ve vzdálenosti cca 20 m byl nalezen levý stabilizátor. Roztříštěný akumulátor byl nalezen severovýchodně od vraku ve vzdálenosti cca 25 m.

Jižně od vraku, ve vzdálenosti cca 300 m, leželo na poli velké množství papírové dokumentace. V tomto prostoru byla nalezena taška s dokumentací a několik kusů plexiskla ze stropních oken pilotní kabiny.



Obr. 8 – Trosky vrtulníku na místě dopadu

1.12.2. Technická prohlídka pilotní kabiny

Při nárazu došlo primárně k destrukci pilotní kabiny. Většina zasklení oken kabiny, vyjma několika větších kusů zasklení stropních oken byla nalezena roztržštěná v okolí vrtulníku v místě dopadu. Z přední spodní části kabiny se uvolnily rámy předních spodních skel. Přední část byla laminátová skořepina, která byla nárazem zničena a zůstaly z ní pouze fragmenty laminovací tkaniny a přistávací reflektor. Zachovaly se fragmenty spodní části rámu kabiny v místě dveří. Oboje dveře byly nalezeny v blízkosti vrtulníku. Dveře byly bez zasklení. Byly vážně poškozeny požárem. Pravé dveře byly silně zdevastovány požárem. U dveří chyběla klika se zámkem. Z velké části dveří zůstala pouze laminovací tkanina. Dochovaly se dva zajišťovací trny. Oba ve vysunutě poloze, což svědčí o tom, že v okamžiku dopadu byly dveře v zavřené poloze. Levé dveře byly na pravé straně od vrtulníku ve vzdálenosti cca 1,8 m. Byla na nich upevněna nepoškozená pneumatická vzpěra ve vysunutě poloze. Stav pneumatické vzpěry prokázal, že při nárazu vrtulníku na zem byla vzpěra v zasunutě poloze. Dveře byly zavřené. Zavření dveří potvrdila i poloha ovládací kliky, poloha zámků a vysunutí všech zajišťovacích trnů dveří. Z rámu dveří se z důvodu intenzivního požáru kabiny zachovaly pouze části s panty.

1.12.3. Technická prohlídka pilotních sedaček

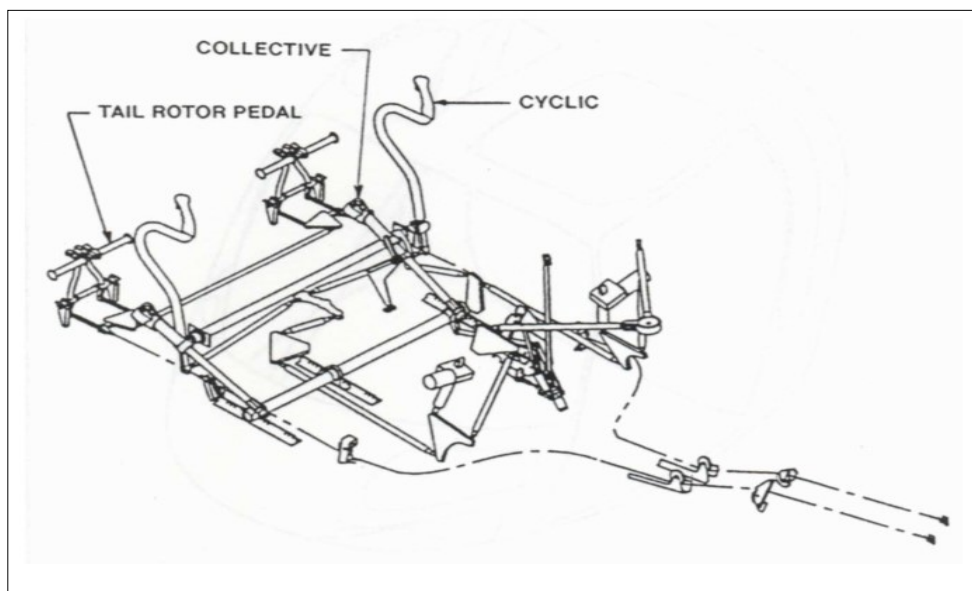
Obě pilotní sedačky byly poškozeny mechanicky a požárem. Mechanické poškození konstrukce bylo takové, že sedákové části sedaček byly od zádočných částí utrženy a ohnuty o cca 40° směrem dolů. Zadní strana sedaček, sedáky i zádočná část nesla výrazné stopy poškození způsobené požárem paliva. Upevňovací kolejničky sedaček byly zdeformovány, částečně roztaveny požárem, zčásti mechanicky poškozeny – rozlomeny. Vodící a zajišťovací prvky sedaček na spodní straně byly při nehodě poškozeny požárem. Až do nárazu fixovaly tyto prvky sedačky ve zvolených polohách. Při nárazu se pravá sedačka zcela vytrhla z vodících kolejniček. Levá sedačka zůstala fixovaná ve vodících kolejničkách. Poloha sedaček na místě letecké nehody a jejich mechanické poškození konstrukce odpovídalo tomu, že vrtulník dopadl na zem v obrácené poloze. Zadní (prostřední) sedačka

a část zadní přepážky kabiny, oddělující prostor kabiny od motorového prostoru, byla zdeformována výbuchem a zničena následným požárem.

Oba piloti měli zapnuté bezpečnostní poutací pásy, zámky pásů byly zamčené. Větší část pásů se zachovala na tělech pilotů. Část poutacích pásů v místě jejich upevnění ke konstrukci sedačky přehořela. Spony upevňující pásy byly funkční a nepoškozené.

1.12.4. Technická prohlídka prvků řízení

Řízení vrtulníku bylo mechanické a bylo provedeno táhly a převodními, úhlovými pákami. Cyklické řízení bylo provedeno dvěma řídicími pákami, vzájemně kinematicky spojenými. Kolektivní řízení a ovládání přípusti motoru bylo pákami umístěnými vlevo od pilotních sedaček. Každá páka kolektivního řízení měla otočnou rukojeť ovládání výkonu motoru. Levá páka kolektivního řízení byla opatřena třecí (aretační) brzdou. Ovládání vyrovnávacího rotoru zajišťovaly pedály nožního řízení pomocí lanek s lanovody, vedenými přes kladky.



Obr. 9 – Schéma řídicích prvků vrtulníku

Všechny prvky řízení v pilotní kabině byly poškozeny při dopadu na zem a následným požárem. Všechny ovládací prvky byly odděleny od táhel, většinou byly zlomeny v místech připojení převodových pák. Ovládací lanka vyrovnávacího rotoru byla oddělena od soupáčů nožního řízení jako následek požáru a výbuchu. Lanka byla v prostoru, kde byl požár, vyžihána působením vysoké teploty. Všechny vodící kladky byly zasaženy požárem, ale lanka v nich byla bezpečně vedena. Lanka byla dále přetržena v blízkosti koncového reduktoru.

Levá páka cyklického řízení byla zlomově ohnutá přibližně v 1/3 délky. Její plastová rukojeť byla roztavena požárem. Páka kolektivního řízení byla poškozena požárem. Koncová část připojení k soupáčům a vývod lanek ovládání motoru byly roztaveny požárem. Levé nožní řízení bylo poškozeno požárem. Levý pedál řízení (šlapka) byl od základního dílu odlomen. I přes poškození požárem byly všechny demontovatelné a stavitelné části nožního řízení zajištěny zajišťovacími prvky. Spojovací táhlo mezi levým a pravým nožním řízením bylo utrženo od převodových členů a bylo poškozeno požárem.

Pravá páka cyklického řízení byla ohnuta a poškozená požárem. Páka kolektivního řízení byla kompletní, v horní části lehce poškozena požárem. Obě páky byly v jejich spodní části utavené a částečně ulomené od převodových soupáčů. Pravé nožní řízení bylo poškozeno požárem. Táhl od pedálů byla utavena ve spodní části v místě připojení k pedálům. Pravý pedál byl zdeformován s velkou pravděpodobností mechanickými silami při nárazu. Levý pedál řízení (šlapka) byl od základního dílu (konsolka čtvercového průřezu) ohnut směrem dopředu a nahoru.

V systému řízení vrtulníku byly zapojeny dva elektromotory se šroubovými táhly pro trimování sil v řízení. Oba elektromotory včetně šroubových táhel byly nalezeny poškozeny mechanicky při nárazu a následně požárem. Podle jejich stavu a stop o poloze nastavení šroubových táhel lze předpokládat, že byly v okamžiku nehody plně funkční.

1.12.5. Nosný rotor

Nosný rotor vrtulníku byl třílistý se směrem otáčení vlevo. Konstrukce listů byla celokovová, samonosná, poloskořepinová. Náběžnou hranu každého listu tvořil profilovaný nosník. Každý list měl dvě pevné vyvažovací plošky. V olejových zásobnících mazání čepu závěsu každého listu byl olej. Hlava nosného rotoru byla roztržena na 3 části podél závěsů listů. Dvě části zůstaly na listech. Byly po jedné na listu 2T a 3T. Třetí část hlavy i s listem 1T zůstala na hlavním hřídeli nosného rotoru. Všechny lomy a další poškození vznikly extrémním namáháním při nárazu jednotlivých listů do země. Část rotorové hlavy s listem 1T a hlavním hřídelem byla vedle mechanického poškození poškozena i požárem. Páky nastavování listů v horní části rotorové hlavy byly nárazem na zem ulomeny.

1.12.6. Listy nosného rotoru

Nosným prvkem u každého listu byla profilová, kovaná náběžná hrana a duralový potah. Konec každého listu uzavíralo duralové žebro. Horní i spodní potah každého listu byl k náběžné hraně přilepen a na odtokové hraně byly obě části slepeny.

Při prohlídce na místě nehody a následné vizuální prohlídce v místě uložení trosek bylo zjištěno, že všechny lepené spoje byly kvalitní a neunesly známky rozlepení nebo jiného poškození. Všechny tři listy fungovaly normálně až do jejich nárazu do země. Poškození listů (odtržení horního a spodního potahu od sebe, případně odtržení od náběžné hrany) bylo způsobeno mechanickými silami a deformacemi při nárazu do země.

List 1T byl na místě nehody podél trupu vrtulníku. Zůstal upevněn v závěsu na hlavě nosného rotoru. Stabilizační tlumič a kinematika kolektivního řízení byly ulomeny. Lomy byly křehkého charakteru. List byl ohnutý v horizontální rovině. Náběžná hrana nesla výrazné stopy po silovém kontaktu s kamenitou půdou. Spodní i horní potah byly podélně deformovány. Spodní potah byl od kořene až do vzdálenosti 3 m odtržen od náběžné hrany. Konec listu byl v délce cca 2 m zdeformován a bylo utržené profilové zakončení listu. Vyvažovací ploška byla deformovaná silami nárazu.

List 2T se při kontaktu rotoru se zemí s částí rotorové hlavy utrhł a odstředivou silou byl odhozen do vzdálenosti cca 48 m od trosek vrtulníku. List 2T nejdříve dopadł kořenovou částí (se závěsem) na zem a utrhł se stabilizační táhlo. List měl téměř po celé délce odtržen spodní potah od náběžné hrany a od vrchní části potahu. Všechny lepené plochy byly čisté a celistvé. Ve vzdálenosti cca 1,5 m od kořene byly na listu stopy po kontaminaci povrchu listu palivem. Horní potah byl v rozmezí 1,0 až 1,7 m od kořene odtržen od náběžné hrany. Pevná vyvažovací ploška byla vytržena ze dvou nýtů. Náběžná hrana listu nesla stopy po násilném kontaktu se zeminou.

List 3T byl nalezen pod troskami vrtulníku, zarytý v zemi a byl mechanicky nejvíce deformován. Náběžná hrana byla v celé délce výrazně ohnutá. Horní i spodní potah byly od náběžné hrany zcela odděleny.

1.12.7. Hlavní hřídel nosného rotoru

Hlavní hřídel s hlavním ozubeným kolem hypoidního převodu byl na místě nehody vlevo od trosek vrtulníku. Na spodním konci bylo hlavní ozubené hnané kolo s torzem kuličkového ložiska a skříně reduktoru. Podle mechanických stop a poškození došlo k jeho vylomení z reduktoru při kontaktu listů nosného rotoru nebo hlavy se zemí. Ozubení hnaného kola bylo bez poškození. Ložisko bylo poškozeno při vylomení hřídele ze skříně reduktoru. Neneslo žádné stopy poškození, které by vznikly před nárazem vrtulníku na zem. Horní část hřídele s rotorovou hlavou byla poškozena nárazem na zem a částečně požárem.

Tři táhla řízení, která jsou vedena středem hřídele, byla na obou koncích mechanicky poškozena. Charakter poškození dokazuje, že k tomu došlo až při nárazu vrtulníku na zem a následném požáru trosek.

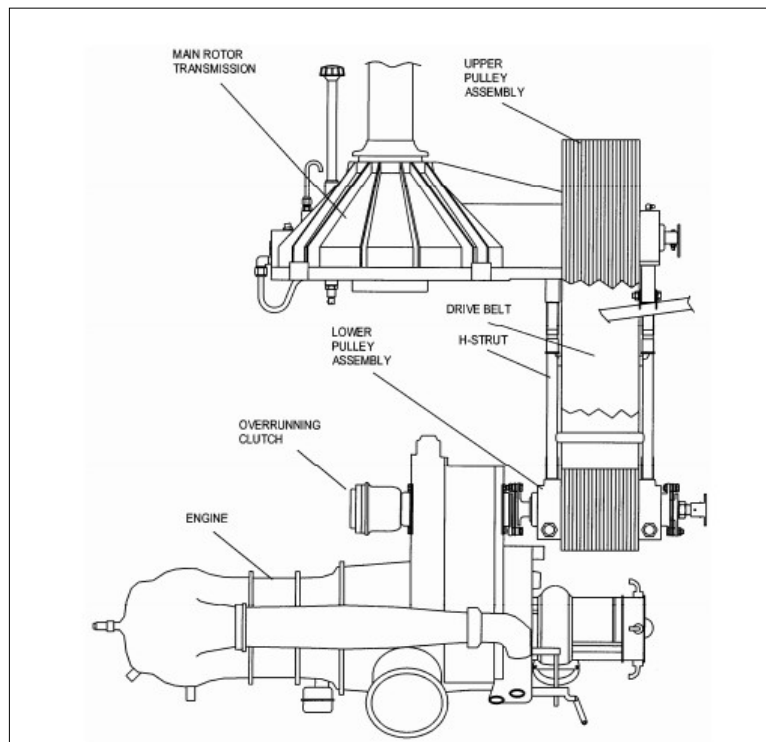
1.12.8. Vyrovnávací rotor (ocasní vrtulka) a jeho pohon

Vyrovnávací rotor byl poháněn od horní řemenice pohonu hřídele nosného rotoru transmisním hřídelem. Rotor byl dvoulistý, umístěný na levé straně ocasního nosníku. Ovládání nastavení listů bylo mechanické pomocí dvou ocelových lanek vedených v kladkách. Vyrovnávací rotor byl nalezen částečně zarytý v zemi (jeden list) ve vzdálenosti cca 70 cm od konce transmisního hřídele. V zemině pod vyrovnávacím rotorem byl koncový reduktor a vedle něho byl ovládací třmen se zbytkem lanovodu. Oba listy byly zdeformované silami vyvolanými rotací pracujících listů při kontaktu se zemí.

Transmisní hřídel byl veden na horní straně ocasního nosníku. Spojení s koncovým reduktorem bylo nepoškozeno. Přibližně v polovině délky ocasního nosníku byl transmisní hřídel zlomen stejně jako ocasní nosník. Od místa lomu byl transmisní hřídel celistvý, včetně neporušeného připojení k horní pohonné řemenici.

1.12.9. Motor a pohon reduktoru nosného rotoru

Vrtulník byl poháněn jedním turbohřídelovým motorem Rolls-Royce 250C20W. Přenos výkonu od motoru k reduktoru nosného rotoru byl pomocí dvou řemenic s širokým drážkovaným řemenem. Pohon vyrovnávacího rotoru byl zajištěn transmisním hřídelem připojeným k horní řemenici pohonu reduktoru nosného rotoru.



Obr. 10 - přenos výkonu od motoru k reduktoru

Při zkoumání stavu pohonné jednotky (motor, skříň pohonů, systém přenosu výkonu na nosný rotor), bylo zjištěno, že obě řemenice byly poškozeny požárem. Drážkovaný klínový řemen zcela shořel, takže nebylo možné ověřit jeho stav před nehodou.

Spodní řemenicí poháněnou ze skříně pohonů motoru bylo možné volně bez odporu protáčet. Její spojení s motorem bylo přerušeno. Příruba křížového spojení nesla stopy po přestřížení spojovacích šroubů v důsledku velkého rozdílu momentů, který vznikl při práci motoru na vysokém výkonu, a náhlého zbrzdění nosného rotoru při kontaktu se zemí.

Horní řemenice pohánějící hypoidní převodní soukolí pohonu hřídele nosného rotoru byla poškozena jednak mechanicky silami působícími při nárazu na zem a následně požárem, respektive vysokými teplotami. Na jejím povrchu byly také natavené zbytky řemenu. Zuby obou částí hypoidního převodu (kuželového náhonu a oběžného kola hřídele nosného rotoru) byly bez mechanických poškození.

1.12.10. Motor a jeho systémy

Systém přívodu vzduchu ke vstupnímu ústrojí byl zničen z více jak 80 % požárem. Byl tvořen laminátovými díly. Dochovaly se pouze malé fragmenty. Vstupní ústrojí motoru tvořila příruba pro připojení systému přívodu vzduchu a vstupní kanál se 7 usměrňovacími lopatkami. Příruba a vstupní kanál byly deformovány. Mechanicky poškozené byly i první dva stupně kompresoru. Skříň kompresoru a těleso difusoru byly bez mechanického poškození, ale nesly stopy po tom, že byly vystaveny vysokým teplotám při požáru.

Systém vedení vzduchu (obě trubky) do protiproudé spalovací komory byl zdeformován. Spalovací komora a těleso generátorové i volné plynové turbíny byly zničeny setrvačnými silami při nárazu vrtulníku do země a poté požárem. Výstupní roury byly rovněž deformovány silami působícími při nárazu vrtulníku na zem. Vzhledem k tomu, že ke kontaktu se zemí došlo v obrácené poloze vrtulníku a výstupní roury s deflektorem jsou na spodní části trupu, nebylo jejich poškození tak rozsáhlé.

Skříň pohonů byla roztržená, příčně prasklá a částečně roztavená. Ozubená převodová kola byla bez poškození. Stopy běžného provozního opotřebení svědčily o tom, že převody pracovaly normálně a nic nnesvědčilo o mechanické závadě. Ve spodní části skříňe byly zbytky olejové náplně a napečené zbytky oleje na stěnách ukázaly, že ve skříni bylo dostatečné množství oleje a převody byly dostatečně mazány. Některé agregáty připevněné a poháněné ze skříňe pohonů byly poškozeny částečně mechanicky při nárazu a z větší části vysokými teplotami při požáru, kdy došlo k natavení jejich těles.

Ovládání výkonu a systémy motoru byly zničeny mechanicky setrvačnými silami a následným požárem. Většina palivových a vzduchových hadic shořela. Zachovaly se pouze požárem poškozené opletené hadice. Kovové části byly zdeformovány, táhla a bowdeny zohýbány nebo zlomeny. Většina trubek byla deformována, ale žádná nebyla mechanicky přerušena, zlomena nebo porušena. Kinematika ovládání výkonu byla při ohledání trosek vrtulníku na místě nehody nastavena na dorazu maximálního výkonu.

1.12.11. Elektrická síť a zdroje elektrické energie

Zdroje elektrické sítě tvořily elektrický startér generátor 150 SG117Q poháněný od motoru a elektrický akumulátor 24 V s kapacitou 18 Ah. Startér-generátor měl těleso statoru částečně nataveno vysokou teplotou při požáru. Řídící jednotka generátoru APC Model GCSG 501-2 byla vytržena z jejího místa upevnění a byla vymršřena do vzdálenosti cca 8,5 m od trosek vrtulníku.

Kabeláž a elektrické rozvody byly poškozeny požárem vzniklým po nárazu na zem. Jednotlivé rozvodné sběrnicce a pojistkový blok byly zcela zničeny požárem. Svazky vodičů i jednotlivé vodiče v troskách kabiny v prostoru motoru byly bez izolace, která také při požáru shořela, ale nebyly nikde přerušeny.

Akumulátor, který byl umístěn na pravé straně motorového prostoru, byl po nárazu vrtulníku na zem vymršřen do vzdálenosti cca 25 m od trosek vrtulníku. Podle videozáznamu a stop na poli akumulátor ihned po vymršření z trosek vrtulníku explodoval.

1.12.12. Avionické vybavení

Vrtulník byl vybaven glasscockpitem Garmin G1000H. Letové informace byly zobrazovány na horní zobrazovací jednotce (PFD – primary flight display) a navigační informace byly zobrazovány na spodní multifunkční zobrazovací jednotce (MFD – multifunctional flight display). Avionické vybavení dále zahrnovalo záložní umělý horizont, výškoměr a rychloměr. Bloky avionického vybavení včetně multifunkčních zobrazovacích jednotek byly zničeny požárem. Oba letové displeje (PFD i MFD) měly na pravé straně tzv. „sloty“ pro datové karty. Obě karty byly v požárem poškozených letových displejích nalezeny. Třetí paměťovou kartu, která se používá pro záznam až 56 letových a navigačních parametrů, včetně technických parametrů chodu pohonné jednotky, provozovatel vrtulníku nepoužíval.

Data z paměťové karty, která jsou zaznamenávána v intervalu 1 s, lze snadno zkopírovat do přehledné excelové tabulky a následně provést vyhodnocení letu. V hlavičce tabulky jsou mimo jiné uvedeny základní parametry jako AltMSL [ft] (nadmořská výška letu), OAT [°C] (teplota okolního vzduchu), IAS [kt] (přístrojová rychlost), GndSpd [kt] (traťová rychlost), VSpd [ft·min⁻¹] (rychlost vertikálního klesání), Pitch (sklon) Roll (náklon), atd.


```
#airframe_info, log_version="1.00", airframe_name="480B", unit_software_part_number="006-B0319-B9", unit_software_version="13.08", system_software_version="13.08"
#yyy-mm-dd, hh:mm:ss, hh:mm, ident, degrees, degrees, ft Baro, inch, ft msl, deg C, kt, kt, fpm, deg, deg, G, G, deg, deg, gals, gpm
```

Lcl Date, Lcl Time, UTCOfst, AtvWpt,	Latitude,	Longitude,	AltB, BaroA, AltMSL,	OAT,	IAS, GndSpd,	VSpd,	Pitch,	Roll,	LatAc, NormAc,	HDG, TRK,
2019-04-30, 08:07:09, +00:00,	50.0158386,	15.7451706,	703.2, 29.91, 768.0,	9.0,	0.00, 0.00,	-2.55,	1.60,	-0.30,	0.00, 0.03,	264.7, 266.2,
2019-04-30, 08:07:10, +00:00,	50.0158386,	15.7451687,	703.2, 29.91, 765.6,	9.0,	0.00, 0.00,	-1.00,	1.55,	-0.29,	0.00, 0.02,	264.5, 266.2,
2019-04-30, 08:07:11, +00:00,	50.0158386,	15.7451706,	703.2, 29.91, 766.5,	9.0,	0.00, 0.00,	-0.37,	1.54,	-0.27,	0.00, -0.01,	264.4, 266.2,
2019-04-30, 08:07:12, +00:00,	50.0158348,	15.7451677,	703.2, 29.91, 761.0,	9.0,	0.00, 0.00,	-0.14,	1.46,	-0.24,	-0.00, -0.02,	264.3, 266.2,
2019-04-30, 08:07:13, +00:00,	50.0158348,	15.7451677,	703.2, 29.91, 758.9,	9.0,	0.00, 0.00,	-0.05,	1.43,	-0.26,	0.00, 0.02,	264.3, 266.2,
2019-04-30, 08:07:14, +00:00,	50.0158348,	15.7451658,	703.2, 29.91, 757.5,	9.0,	0.00, 0.00,	-0.02,	1.43,	-0.25,	0.00, -0.02,	264.2, 266.2,
2019-04-30, 08:07:15, +00:00,	50.0158348,	15.7451639,	703.2, 29.91, 755.1,	9.0,	0.00, 0.00,	-0.01,	1.36,	-0.21,	0.00, 0.01,	264.2, 266.2,
2019-04-30, 08:07:16, +00:00,	50.0158348,	15.7451639,	703.2, 29.91, 753.4,	9.0,	0.00, 0.00,	0.01,	1.32,	-0.25,	0.00, 0.01,	264.2, 266.2,
2019-04-30, 08:07:17, +00:00,	50.0158348,	15.7451620,	703.2, 29.91, 751.4,	9.0,	0.00, 0.00,	4.02,	1.32,	-0.25,	0.00, -0.01,	264.2, 266.2,
2019-04-30, 08:07:18, +00:00,	50.0158348,	15.7451601,	703.2, 29.91, 748.7,	9.0,	0.00, 0.00,	3.01,	1.26,	-0.24,	-0.00, 0.02,	264.2, 266.2,

Obr. 11 - Část zápisu z kontrolního letu provedeného dne 30. 4. 2019



Obr. 12 - Oba MFD zničené požárem (vlevo) a MFD s dvojitým slotem pro datové karty (vpravo)

Součástí avionického vybavení byla i záznamová kamera Appareo Systems Vision 1000 v kabině, která snímá činnost pilotů a část údajů zobrazovaných na displejích. Kamera byla zabudována do středního sloupku kabiny ve stropní části a měla vlastní záznamovou paměťovou kartu. Vzhledem ke skutečnosti, že pilotní kabina byla jednou z prvních částí (mimo nosného rotoru), kterou vrtulník dopadl na zem, došlo k destrukci této části a následnému úplnému zničení požárem, včetně kamery.

1.13. Lékařské a patologické nálezy

Těla obou členů posádky byla jednoznačně identifikována. Na místě se nacházela těla obou pilotů v kabině, obě ležící v poloze na břiše, upnuta čtyřbodovými pásy v sedačkách. Tělo instruktora bylo vyproštěno z levé pilotní sedačky, označené bylo číslem 1. Tělo pilota se nacházelo v pravé sedačce předmětného vrtulníku.

Bezprostřední příčinou smrti obou pilotů bylo těžké polytrauma, tedy mnohočetná poranění více orgánových systémů. Smrt u obou nastala okamžitě po vzniku poranění, byla absolutně neodvratitelná. Během požáru oba členové posádky nežili, nedýchali zplodiny spalování.

Mechanismus poranění – na těla obou členů posádky působilo mohutné tupé násilí, o velmi velké zraňující intenzitě, s vektorem sil v příčné (předožadní) ose, poněkud více zleva účinkující. U instruktora byly zjištěny jednoznačné změny na končetinách, které svědčí o aktivním přístupu k pilotáži. Pravá horní končetina se nacházela v okamžiku nárazu vrtulníku do země před tělem, svírala válcovitý předmět, obě dolní končetiny byly umístěné na pedálech nožního řízení. U pilota nebyla zjištěna poranění na horních končetinách, která by bylo možné komparovat s prvky řízení (kolektiv, cyklika). Poranění na pravé noze svědčí pro její možné umístění na pedálu řízení, na levé noze obdobné poranění nebylo zjištěno.

Při pitvě nebyly zjištěny na tělech posádky úrazové změny, které by nebylo možné vysvětlit mechanismem předmětné nehody, jako by byl např. zásah střelou, výbuch trhaviny na palubě apod.

Při pitvě a následném histologickém vyšetření vzorků tkání u obou pilotů nebyly zjištěny chorobné změny, které by se mohly podílet na vzniku havarijní situace nebo mít souvislost s jejich úmrtím.

Hmotnost u obou pilotů, jak vyplynulo z posledních lékařských prohlídek zdravotní způsobilosti, byla u instruktora 77 kg (při výšce 197 cm) a u pilota 88 kg (při výšce 170 cm).

Instruktor měl platnou zdravotní způsobilost I. třídy leteckého personálu. Poslední lékařskou prohlídku podstoupil dne 13. 3. 2019 v Centru letecké medicíny s.r.o., CZ/AME/161-R se závěrem schopen pro 1. třídu. Doporučena nevýznamná zraková korekce.

Pilotní žák měl platnou zdravotní způsobilost leteckého personálu – LA 2. Lékařskou prohlídku podstoupil dne 4. 9. 2018 v Ústavu leteckého zdravotnictví Praha, se závěrem schopen LA 2.

Toxikologická expertíza neprokázala ani u jednoho z pilotů ovlivnění alkoholem, návykovými látkami nebo přítomnost pro let zakázaných léčiv.

Biochemické vyšetření somato-psychického stavu byla provedena ze vzorků tkání, odebraných při pitvě obou členů posádky. Na základě výsledků provedeného vyšetření, statistického vyhodnocení, pitevního nálezu, zjištění doplňujících laboratorních vyšetření a dostupných údajů o průběhu letu lze uvést, že u obou pilotů došlo během letu k předsmrtné aktivaci energetického metabolismu, s čerpáním rezerv zásobních cukrů a tvorbě kyseliny mléčné v různých tkáních. Oba byli před nehodovou situací při vědomí, reagovali na průběh letu. U pilota došlo v době nejméně posledních 1 až 2 minut k výrazné negativní psychické emoci (stresu), která převýšila probíhající konstruktivní psychickou zátěž z letu. Instruktor reagoval ve stejné době výraznou duševní zátěží, soustředil se na nezvyklý letový průběh, kdy v době posledních cca 10 až 20 sekund i u něho došlo k rozvoji stresové reakce, pravděpodobně z uvědomění na již velkou nebezpečnost nebo nemožnost havarijní situaci zvládnout.

Závěry komplexní soudně lékařské expertízy nesvědčí pro možnou zdravotní příčinu předmětné letecké nehody ani u jednoho z členů posádky.

1.14. Požár

Po dopadu vrtulníku na zem došlo k požáru trosk. Pokus o uhašení trosk vrtulníku, který prováděl svědek pomocí ručního hasicího přístroje z automobilu, nebyl úspěšný. Požár byl uhašen až zásahem profesionální jednotky HZS. Trosky vrtulníku, které byly zasaženy ohněm, byly značně znehodnoceny. Palivo se nárazem vrtulníku do země rozstříklo do

bezprostředního okolí, kde vyhořelo a nezpůsobilo tudíž velké ekologické škody. V nádržích vrtulníku bylo v okamžiku letecké nehody cca 110 litrů leteckého petroleje.

1.15. Pátrání a záchrana

Pátrání nebylo organizováno. Náhodní pozorovatelé oznámili leteckou nehodu na lince 158 a jednotky IZS se dostavily přímo na místo letecké nehody. Na místo letecké nehody se dostavila jednotka HZS, Policie ČR, vrtulník LZS a Policie ČR.

Těla pilotů byla nalezena v troskách zdeformované kabiny vrtulníku bez zjevných známek života. S těly nebylo do příjezdu komise na místo letecké nehody manipulováno. Ohledání těl provedl soudní lékař VÚSL ve spolupráci s inspektory ÚZPLN.

1.16. Testy a výzkum

Na specializovaných pracovištích Kriminalistického ústavu Policie ČR byly prováděny expertízy na vybraných prvcích z havarovaného vrtulníku popsané v kapitolách 1.16.1. až 1.16.4. Ve spolupráci s Laboratoří letecké bezpečnosti, Ústavu letecké dopravy, Fakulty dopravní ČVUT v Praze byla vypracovaná analýza 1.16.5.

1.16.1. Mechanoskopická a biologická expertíza úlomku plexiskla

Na úlomku plexiskla ze stropního průhledu pilotní kabiny o velikosti cca formátu A4 nalezeného na poli, cca 300 m od místa dopadu trosek, byl určován původ pravděpodobně biologické stopy na vnější straně plexiskla. Dále byl prověřován vznik a charakter mechanického poškození struktury materiálu nacházejícího se ve středu úlomku a viditelného pouhým okem. Biologická stopa se nepotvrdila, mechanismus vzniku prasklin se nepodařilo jednoznačně prokázat.

1.16.2. Analýza dat a zkoumání záznamů dat-SD karet

V místě uložení značně poškozených zobrazovacích jednotek GARMIN 1000 byly nalezeny dvě paměťové SD karty. Úkolem expertízy bylo zjistit, o jaké karty se jednalo a v případě nálezů paměťové karty určené pro záznam dat definovaných výrobcem, provést jejich stažení pro jejich následnou analýzu na specializovaném pracovišti Armády ČR. Zkoumáním bylo zjištěno, že ani jedna z nalezených karet nebyla určena pro záznam letových a technických parametrů.

1.16.3. Zkoumání videozáznamu

Z bezpečnostní kamery umístěné v areálu společnosti ZBA Slavoňov ve vzdálenosti cca 300 m jihovýchodně od místa dopadu byl stažen záznam poslední fáze kritického letu v trvání 1,2 sec. Záznam byl zpracován do formátu jednotlivých snímků, které potvrdily, že vrtulník padal k zemi v poloze na zádech (nosným rotorem směrem dolů). Ze záběru je patrné, že se rotor otáčel. Na zpomalených záběrech je viditelné odlétnutí jednoho listu nosného rotoru a vymrštění akumulátoru po nárazu vrtulníku do země.

1.16.4. Test na přítomnost stop výbušnin na povrchu bundy instruktora

Bunda se za letu s velkou pravděpodobností nacházela na zadní sedačce vrtulníku a byla po letecké nehodě nalezena cca 100 m od místa trosek. Testy na přítomnost výbušnin na palubě vrtulníku byly negativní.

1.16.5. Analýza v kontextu systémového pohledu

K šetření letecké nehody bylo využito i metody FRAM k získání širšího kontextu na problematiku výcviku nových posádek. Podrobná analýza vč. schématu je obsahem přílohy.

1.17. Informace o provozních organizacích

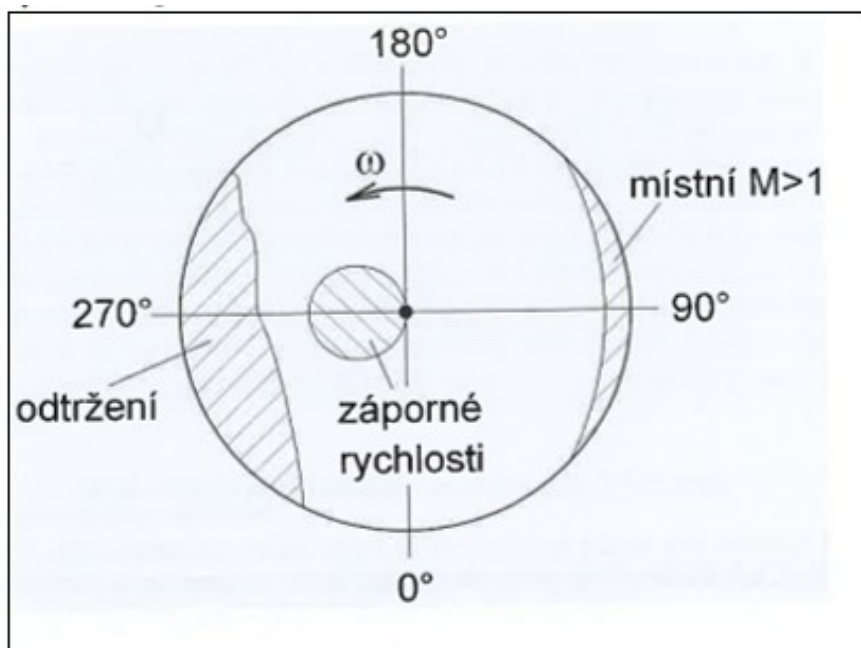
Vrtulník byl provozován právnickou osobou v souladu s Provozní příručkou a Směrnicí pro letecké práce schválenou ÚCL. Vrtulník byl v převážné míře využíván k leteckému výcviku zahraničních pilotů v letecké škole CZ/ATO-006.

1.18. Doplnkové informace

1.18.1. Rotor při maximální dopředné rychlosti

Obtékání rotoru vrtulníku při vysokých rychlostech letu je znázorněno na obrázku č. 13. Z obrázku je patrné, že při dopředných rychlostech pohybu rotoru je na ustupujícím listu, který se pohybuje v rozsahu 180 až 0°, list ve středové části obtékán od odtokové hrany k náběžné hraně (záporná rychlost) a nevyvozuje vztlak. Vysoké letové rychlosti vyžadují na ustupujícím listu vysoké úhly nastavení a koncová část listu se tím dostává do úhlů náběhu, při kterém list pracuje s odtržením proudění, které je doprovázeno ztrátou vztlaku. Maximální dopředná rychlost letu vrtulníku je omezena hlavně tímto jevem.

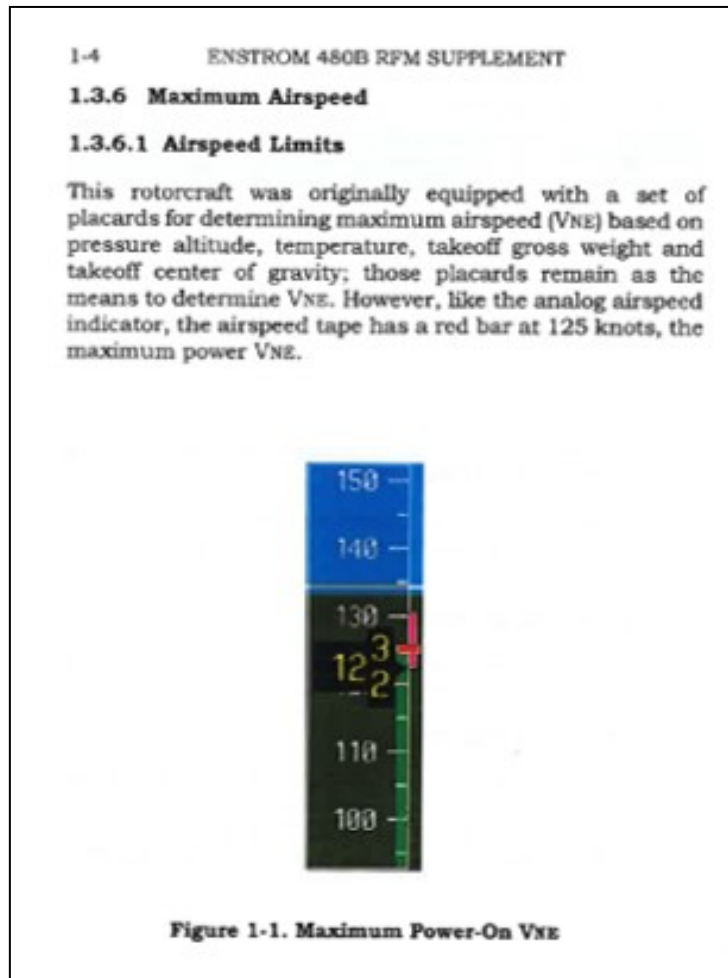
Současně se na nabíhající listu, který se pohybuje v rozsahu 0 až 180°, obvodová rychlost na konci listu sčítá s dopřednou rychlostí. Místní rychlosti nabíhajícího vzduchu se blíží rychlosti zvuku a překračují kritické Machovo číslo. Na profilech se objevují oblasti s nadzvukovým obtékáním, ukončené rázovou vlnou a utržením proudění na rázové vlně. Odtržení proudění je doprovázeno zvýšenými vibracemi.



Obr. 13 - Rotor při maximální dopředné rychlosti (Učebnice pilota vrtulníku, Ludvík Kulčák a kolektiv, sken obrázku str. 337)

1.18.2. Letová příručka, Doplněk, Omezení rychlosti letu

Přestože je vrtulník vybaven *glasscockpitem* Garmin G 1000H, indikace V_{NE} je stejná jako u analogového rychloměru, tj. fixním označením červenou ryskou na hodnotě 125 KIAS



Obr. 14 - Sken letové příručky strana 1-4. Elektronický ukazatel rychlosti s pevným indexem V_{NE}

1.18.3. Letová příručka vrtulníku, Kapitola 1. Provozní omezení

Rotorcraft Flight Manual, Chapter 1. Operating Limitations

1-14 Maneuvers: Aerobatic maneuvers, (over 90 degrees in pitch or roll) are prohibited.

Caution: The engine is approved for operation at 90 degrees pitch up and down and zero (0) g for 10 seconds only. Dwelling at these conditions longer than 10 seconds can damage the engine.

Volný překlad:

Letová příručka vrtulníku, Kapitola 1. Provozní omezení

1-14 Manévry: Akrobatické manévry s náklonem a sklonem větším než 90° jsou zakázány.

Upozornění: Motor je schválen pro provoz při sklonu do 90° nahoru a dolů, a nulovém přetížení pouze po dobu 10 sekund. Prodleva delší než 10 sekund může za těchto podmínek poškodit motor.

1.18.4. Letová příručka vrtulníku, Kapitola 2. Normální postupy, Úkony před spouštěním motoru, strana 2-15

Rotorcraft Flight Manual, Chapter 2. Normal Procedures

2-18. Before Starting Engine

24. Check the temperature and select correct V_{NE}/CG placard.

Note:

V_{NE} is based on a combination of pressure altitude and temperature at flight conditions and take-off gross weight and take-off c.g. Proper determination of take-off gross weight and c.g. is required to determine the appropriate V_{NE} envelope.

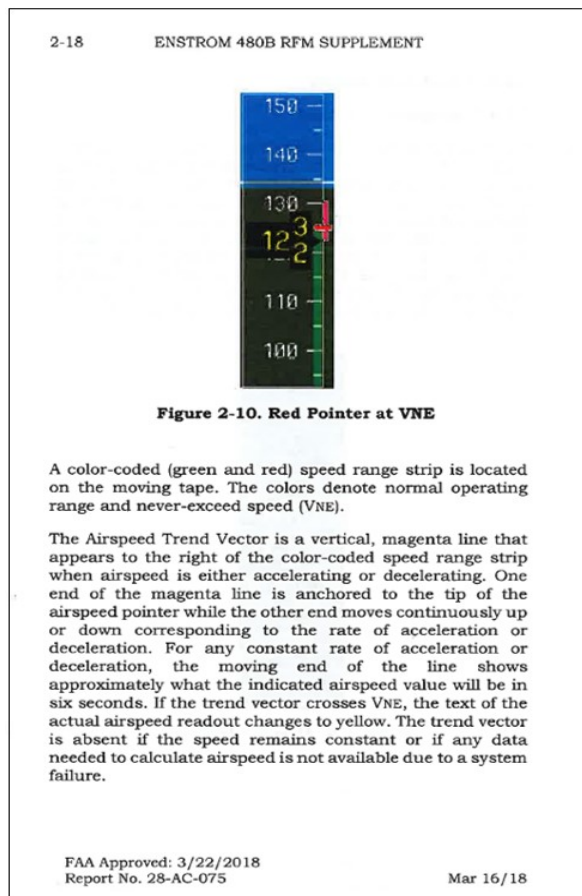
Volný překlad:

24. Zkontrolujte teplotu a vyberte správný V_{NE}/CG štítek.

Poznámka:

Stanovení V_{NE} je závislé na tlakové výšce letu, teplotě okolního vzduchu, celkové hmotnosti při vzletu a poloze těžiště při vzletu. Správné stanovení celkové vzletové hmotnosti a polohy těžiště je požadováno k určení příslušného štítku pro určení V_{NE} .

1.18.5. Letová příručka, Doplněk

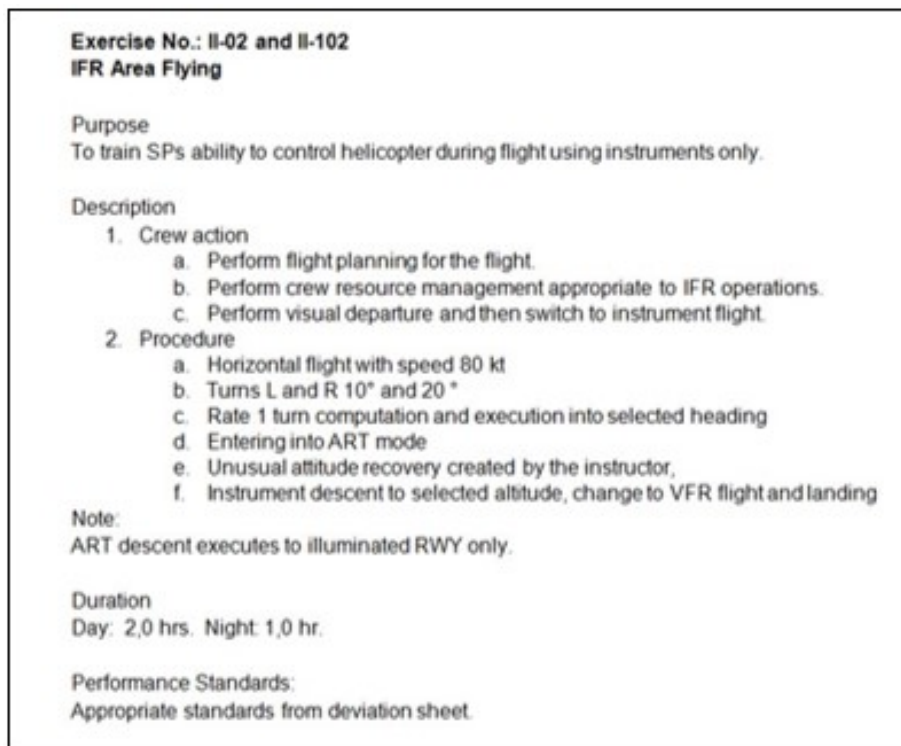


Obr. 15 - Sken letové příručky strana 2-18. Fixní označení V_{NE}

1.18.6. Osnova výcviku – výcvik v létání podle přístrojů

Výcvik pilotních žáků v pilotování vrtulníku podle přístrojů byl zahájen cvičením č. II - 01 základní let podle přístrojů (Basic Instruments), který mimo jiné stanovil pro horizontální let rychlost letu 80 kt, pro let ve stoupání a klesání rychlost 65 kt a manévr rychlostí provádět v rozsahu 50 až 85 kt.

Výcvik pokračoval cvičením č. II - 02 let podle přístrojů v zóně (IFR Area Flying) obr. 16. Při tomto letu je prováděn horizontální let rychlostí 80 kt, levé a pravé zatáčky s náklonem 10° a 20°, provádění zatáček do určeného kurzu, přechod do autorotace nosného rotoru, nácvik nezvyklých poloh, klesání podle přístrojů s přechodem na let za viditelnosti země a přistání.



Obr. 16 - Sken osnovy výcviku. Popis cvičení č. II - 02, let podle přístrojů v zóně "IFR Area Flying"

1.19. Způsoby odborného zjišťování příčin

Při odborném zjišťování příčin letecké nehody bylo postupováno v souladu s leteckým předpisem L 13 (Annex 13 ICAO).

2. Rozbory

Nejvíce skutečností směřujících k určení příčiny letecké nehody vyplývá z důkazů nalezených na troskách vrtulníku, z výsledků podrobné prohlídky místa letecké nehody, ze závěrů soudně-lékařské expertízy, z informací z výpovědí svědků, ze záznamu průmyslové kamery, multiradarových záznamů ACC a výsledků odborných kriminalistických expertíz.

Na vrtulníku nebylo nalezeno žádné zařízení, jehož záznam by komise mohla využít pro rozbor kritické fáze letu. Součástí avionického vybavení byla i záznamová kamera interiéru pilotní kabiny, která snímala činnost pilotů v souvislosti s ovládáním prvků řízení a část údajů zobrazovaných na displejích umístěných na přístrojové desce. Kamera byla zabudována do středního sloupku kabiny a měla vlastní záznamovou paměťovou kartu. Vzhledem ke

skutečnosti, že pilotní kabina byla jednou z prvních částí, kterou vrtulník dopadl na zem, došlo k její destrukci a následnému zničení požárem. I přes tuto skutečnost bylo členy komise důkladně prohledáno cca 10 m³ odtěžené kontaminované zeminy s negativním výsledkem.

Paměťovou SD kartu, umístěnou v jednom ze slotů multifunkčních zobrazovacích jednotek, která se používá pro záznam až 56 letových a navigačních parametrů, včetně technických parametrů chodu pohonné jednotky provozovatel vrtulníku nepoužíval.

2.1. Kvalifikovanost posádky

Pilot absolvoval teoretický a praktický výcvik v rozsahu pro získání průkazu způsobilosti PPL (H). Po intenzivním praktickém výcviku na vrtulnících R 22 a R 44 plynule pokračoval ve výcviku na vrtulníku ENSTROM 480 B podle schválené osnovy zahraničním objednavatelem výcviku. Splnil jednotlivé úlohy předepsané schválenou osnovou plynule a bez přestávek. Letoví instruktoři hodnotili jeho pilotáž známkou 3 a ve slovním hodnocení často poukazovali na hrubé zásahy do řízení při opravě chyb. Detailní studium záznamu kritického letu odhalilo, že pilot měl problémy s udržením rychlosti letu předepsanou osnovou. Jednalo se o krátkodobé překročení rychlosti v horizontálním letu až o 20 kt a ve stoupání až o 30 kt. Odchytky od předepsaných parametrů letu se nejvíce projevovaly v průběhu provádění druhé poloviny stanoveného prvku.

Instruktor pracoval jako profesionální pilot HEMS, kde létal s vrtulníkem EC 135. Kvalifikaci FI získal 23. 11. 2017 a ve funkci instruktora nalétal na typech R 22, R 44 a HU 269 cca 50 hodin. S vrtulníkem ENSTROM 480 B létal od 28. 11. 2018. Po získání typové kvalifikace postupně provedl všechny kontrolní lety na typu v rámci kvalifikace FI.

Výcvik zahraničních pilotních žáků s vrtulníkem ENSTROM 480 B zahájil 20. 3. 2019. Celkový nálet na typu činil 14 h, včetně 5 h 30 min při výcviku pilotních žáků. S pilotem kritického letu letěl poprvé.

2.2. Provedení letu

Instruktor provedl s pilotem předletovou přípravu v požadovaném rozsahu a kvalitě. Pilot měl během pilotování vrtulníku podle přístrojů nasazeny speciálně upravené polarizované brýle, které omezovaly přirozený výhled z pilotní kabiny, ale umožňovaly čtení údajů z přístrojové desky. Posádka vrtulníku postupně procvičila jednotlivé prvky cvičení č. II-02. Detailním studiem multiradarového záznamu ACC bylo zjištěno několikrát krátkodobé překročení rychlosti stanovené výcvikovou osnovou ve stoupání a horizontálním letu o 20 až 30 kt.

V prostoru před leteckou nehodou svědci nezaznamenali průlet jiného letadla a je tedy velmi nepravděpodobné, že posádka provedla náhlý manévr k vyhnutí se jinému letadlu. Na troskách vrtulníku nebyly nalezeny biologické stopy opeřenců, proto lze s velkou pravděpodobností vyloučit i střet s ptákem.

2.3. Kritická situace

Z porovnání jednotlivých svědeckých výpovědí, z výsledků podrobného zkoumání trosek a detailním studiem multiradarového záznamu ACC vyplynulo, že při pilotáži vrtulníku během letu v pravé zatáčce došlo na palubě vrtulníku k rychlému sledu po sobě jdoucích událostí, které byly zapříčiněny chybami v pilotáži vrtulníku podle přístrojů.

U pilota došlo v době nejméně posledních 1 až 2 minut před leteckou nehodou k výrazné negativní psychické emoci, která převýšila probíhající konstruktivní psychickou zátěž z letu. Tento stav lze přisoudit zvýšení zátěže při letu podle přístrojů. Z multiradarového záznamu ACC je patrné, že pilot dokončoval druhou zatáčku do leva s nárůstem rychlosti do 90 kt a následně se mu v přímočarém úseku letu podařilo rychlost upravit na požadovaných 60 kt. Touto rychlostí zahájil pravou zatáčku s vertikálním klesáním $600 \text{ ft}\cdot\text{min}^{-1}$. Po několika vteřinách letu došlo k postupnému nárůstu vertikální i dopředné rychlosti, kdy vrtulník po dobu 22 vteřin letěl rychlostí 100 až 110 kt a vertikální rychlost dosáhla hodnoty až $2\,056 \text{ ft}\cdot\text{min}^{-1}$. Pravděpodobně v tento okamžik instruktor důrazně upozornil pilota na potřebu upravit režim letu s ohledem na extrémní klesání. Pilot ve snaze co nejrychleji upravit klesání, místo plynulého přitažení páky cyklického řízení ke snížení dopředné rychlosti pod V_{NE} s následnou opravou vertikálního klesání, razantně přizvednul páku kolektivního řízení. V daný okamžik došlo ke zvětšení úhlu náběhu na ustupujícím listu. V kombinaci s rychlostí letu převyšující V_{NE} , došlo na tomto listu k utržení proudnic doprovázeném ztrátou vztlaku. Vrtulník se v důsledku toho levým půlvýkrutem dostal do polohy na záda, tedy rotorem dolů. Taška s dokumentací k vrtulníku prorazila plexisklo sklo stropního okna pilotní kabiny. Nedřívě se na obloze objevily volné listy papíru z předmětné tašky a následně další uložené v kabině vrtulníku.

Instruktor pravděpodobně okamžitě uchopil prvky řízení a snažil se let vrtulníku z nezvyklé polohy vybrat. Toto potvrdila soudně-lékařská expertíza, která zmiňuje, že jeho pravá horní končetina se nacházela v okamžiku nárazu vrtulníku do země před tělem, svírala válcovitý předmět a obě dolní končetiny byly umístěné na pedálech nožního řízení. Instruktor reagoval ve stejné době výraznou duševní zátěží, kdy v době posledních cca 10 až 20 sekund i u něho došlo k rozvoji stresové reakce, pravděpodobně z uvědomění na již velkou nebezpečnost nebo nemožnost havarijní situaci zvládnout. Z detailních záběrů průmyslové kamery je patrné, že nosný rotor, a tudíž i pohonná jednotka pracovaly po celou dobu letu vrtulníku na zádech. Tuto skutečnost potvrdil i stav trosek nalezených na místě letecké nehody. S ohledem na letovou příručku vrtulníku, která povoluje provádět letové manévry, se sklonem a náklonem do 90° , byla teoretická možnost vrtulník z nezvyklé polohy vybrat. Toto nelze očekávat od instruktora s minimálními zkušenostmi na typu. Je tedy zřejmé, že posádka nebyla schopna provést vybrání nezvyklé polohy a vrtulník pokračoval v nekontrolovatelném letu na zádech a pod strmým úhlem narazil do země.

2.4. Vrtulník

Vrtulník byl provozován v rozsahu povolené hmotnosti a centráže, což zabezpečovalo dostatečný rozsah řízení pro bezpečné pilotování. Maximální vzletová hmotnost vrtulníku nebyla překročena. Technickou prohlídkou vrtulníku a technickými expertízami bylo potvrzeno, že nedošlo k technickému selhání mechanických částí potřebných pro řízení a pohon vrtulníku.

Podle druhu a charakteru poškození listů nosného rotoru, poškození rotorové hlavy, hlavního hřídele, mechanismů cyklického a kolektivního řízení hlavní rotor pracoval normálně až do nárazu do země. Všechna poškození, včetně rozpadu skříně reduktoru na drobné části byla způsobena silami při nárazu vrtulníku s pracujícím rotorem na zem a násilným zastavením rotoru při jeho kontaktu se zemí. Při prvním kontaktu se zemí v obrácené poloze vrtulníku (rotorem dolů) došlo k utržení listu T2 jeho odmrštění do vzdálenosti cca 48 m vlevo od vrtulníku. Žádný z lepených spojů listů rotoru nenesl známky zeslabení, nebo delaminace lepených spojů. Všechna poškození listů nosného rotoru vznikla po nárazu vrtulníku do země.

Podle charakteru poškození vyrovnávací rotor pracoval normálně až do nárazu do země. Všechna poškození, včetně poškození transmisního hřídele byla způsobena nárazem vrtulníku na zem a násilným zastavením vyrovnávacího rotoru při jeho kontaktu se zemí.

Podle stavu motoru a charakteru poškození pracoval motor na vysokém výkonu normálně až do nárazu do země. Všechna poškození motoru, jeho agregátů a systému přenosu výkonu na hřídel nosného rotoru vznikla při nárazu vrtulníku v obrácené poloze (první náraz byl listy nosného rotoru) na zem. Tím došlo k poškození palivového systému, včetně palivových nádrží a k následnému požáru. Vysoké teploty při požáru způsobily další devastaci motoru a jeho systémů. Při ohledání nebyly zjištěny žádné závady nebo poškození, která by mohla vzniknout před vlastní nehodou.

Podle stavu elektrických zařízení, rozvodů a zdrojů bezprostředně po letecké nehodě a při ohledání trosk vrtulníku se nepodařilo prokázat, že by příčinou letecké nehody mohla být závada nebo nesprávná funkce elektrické sítě.

Podle stavu dochovaného avionického vybavení lze předpokládat, že pracovalo bez závad. Značným nedostatkem bylo, že provozovatel vrtulníku nepoužíval třetí paměťovou kartu, která je určená pro záznam letových a technických parametrů. Povinnost instalovat tuto kartu není požadována příslušným předpisem pro tuto kategorii vrtulníku.

Vrchní zasklení pilotní kabiny bylo roztrženo taškou s dokumentací k vrtulníku volně uloženou v kabině při prudkých a velkých změnách hodnot vertikálního přetížení.

Charakter a druh všech dalších poškození vrtulníku a jeho částí ukazuje na to, že vznikla při nárazu vrtulníku. Vrtulník dopadl na zem v poloze na zádech s podélným sklonem cca 20° velkou vertikální a menší dopřednou rychlostí. Všechna poškození vznikla působením setrvačných sil. Všechny lomy a praskliny měly křehký charakter. Žádný ze zkoumaných dílů nebo částí nenesl jakékoliv stopy destrukce nebo poškození způsobené únavou materiálu.

Některé části a díly především kabiny, motoru a motorového prostoru byly buď zcela zničeny, nebo vážně poškozeny následným požárem paliva (letecký petrolej Jet A-1) po dopadu vrtulníku na zem.

Při ohledání na místě letecké nehody a následném technickém ohledání trosk vrtulníku na speciálním pracovišti ÚZPLN nebylo zjištěno nic, co by svědčilo o tom, že příčinou nehody byla technická závada vrtulníku.

2.5. Vliv povětrnostních podmínek

Povětrnostní podmínky neměly na let žádný negativní vliv.

2.6. Analýza nehody v kontextu systémového pohledu

K analýze letecké nehody vrtulníku ENSTROM 480 B OK-CLV bylo rovněž využito metody FRAM (Functional Resonance Analysis Method), pomocí které je možné odhalit širší souvislosti vzniku nehody při hlubším zkoumání celého systému/procesu. Analýza je publikována v části 5 Přílohy.

3. Závěry

3.1. Závěry Komise

3.1.1. Pilot

- měl pro požadovaný let platnou kvalifikaci a byl zdravotně způsobilý,
- znalost anglického jazyka byla dostatečná pro komunikaci v posádce,
- měl z hlediska dovednosti minimální pilotní zkušenosti s létáním na typu,
- pilotoval vrtulník dle pokynů instruktora,
- při pilotování vrtulníku podle přístrojů se dopouštěl významných chyb, které s velkou pravděpodobností opravoval až na pokyn instruktora,
- v průběhu nácviku jednotlivých prvků pilotáže podle přístrojů pozdě reagoval na vzniklé chyby,
- chyby v pilotáži podle přístrojů vystupňovaly stres, který negativně ovlivnil jeho schopnosti adekvátně reagovat na pokyny instruktora,
- na nebezpečný režim letu, způsobený nárůstem vertikální a dopředné rychlosti, reagoval příliš zbrkle a razantně provedl zvednutí páky kolektivního řízení, ve snaze co nejrychleji upravit režim letu na požadovaný,
- po chybném zásahu do kolektivního řízení zcela ztratil kontrolu nad vrtulníkem,
- v kritické situaci přestal vrtulník pilotovat s velkou pravděpodobností na pokyn instruktora.

3.1.2. Instruktor

- měl pro požadovaný let platnou kvalifikaci a byl zdravotně způsobilý,
- měl platný všeobecný průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby,
- měl malé praktické zkušenosti s létáním na typu,
- měl malé zkušenosti s praktickým výcvikem pilotních žáků,
- byl pro verbální instruktáž pilotního žáka v anglickém jazyce dobře jazykově vybaven a měl velmi dobré předpoklady pro výuku žáků,
- letěl s pilotem poprvé,
- v průběhu prvních cca 45 min letu byl s výkonem pilota spokojen,
- pravděpodobně ve snaze co nejméně zasahovat pilotovi do řízení si nevytvořil takové podmínky, které by omezovaly pohyby prvků řízení za přípustný rámec, aby mohl okamžitě korigovat vzniklé chyby v pilotáži,
- pravděpodobně pilotovi příliš důvěřoval a nebyl tak ostražitý, aby mu zabránil v přílišném zvednutí páky kolektivního řízení při regulaci vertikální rychlosti,
- pravděpodobně si neuvědomoval vztah mezi aktuální rychlostí a vypočítanou V_{NE} ,
- neměl zkušenosti pro vyvedení vrtulníku, který se dostal do nezvyklé polohy na zádech.

3.1.3. Vrtulník

- měl platné Osvědčení kontroly letové způsobilosti a byl způsobilý k letu,
- měl platné zákonné pojištění,
- byl doplněn palivem potřebným pro let,

- pohonná jednotka pracovala v průběhu celého letu zcela normálně a všechny prvky řízení byly zcela funkční,
- popsaná poškození konstrukce vrtulníku a klíčových prvků ovládání listů nosného rotoru, vznikla až při dopadu na zem,
- celkové zničení konstrukce bylo způsobeno dopadem na zem z velké výšky a následným požárem.

3.2. Příčiny

Příčinou letecké nehody bylo překročení maximální povolené rychlosti letu V_{NE} v extrémním motorovém klesání, kdy pravděpodobně po razantním přizvednutí páky kolektivu došlo k utržení proudnic na ustupujícím listu a tím ztrátě vztlaku na levé polovině rotorového disku. Vrtulník přešel do nezvyklé polohy letu na zádech, kterou posádka nedokázala zvládnout.

4. Bezpečnostní doporučení

4.1. Opatření provozovatele

Provozovatel vrtulníku před opětovným zahájením leteckého výcviku pilotních žáků v ATO/CZ-006 vydal bezpečnostní zprávu Safety Notice - 03/2019 zaměřenou na zopakování postupu výpočtu nepřekročitelné rychlosti V_{NE} u vrtulníku ENSTROM 480 B.

4.2. Bezpečnostní doporučení pro provozovatele

Vrtulník byl vybaven kamerovým systémem Appareo Systems Vision 1000, který je určený k videozáznamu interiéru přední části pilotní kabiny, včetně přístrojové desky. Data záznamu jsou uložena na SD kartě, kterou lze následně využít k analýze letu. Při letecké nehodě se specifickým průběhem došlo při požáru trosek k úplnému zničení zařízení Vision 1000, včetně SD karty.

4.2.1. Bezpečnostní doporučení CZ-20-001

Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod doporučuje, aby provozovatel vrtulníků, které jsou vybaveny *glasscockpitem* Garmin G 1000H, zavedl systém používání SD karty, na kterou se ukládá soubor informací z tohoto systému. Takto získaná data využívat pro kontrolu základních parametrů letu a technických parametrů pohonné jednotky při komplexním vyhodnocování letů.

5. Přílohy

5.1. Analýza nehody v kontextu systémového pohledu

K analýze letecké nehody vrtulníku ENSTROM 480 B OK-CLV bylo rovněž využito metody FRAM (Functional Resonance Analysis Method), pomocí které je možné odhalit širší souvislosti vzniku nehody při hlubším zkoumání celého systému/procesu.

5.1.1. Popis metody FRAM

FRAM (Functional Resonance Analysis Method) je jedna z nejnovějších metod provozní bezpečnosti, která slouží k analýze nehod v kontextu širších, tzv. systémových souvislostí. Tato metoda umožňuje šetřit moderní, komplexní nehody způsobené řadou na pohled zanedbatelných faktorů, které nemusí nutně obsahovat žádnou chybu člověka, či selhání techniky, nýbrž pouze rutinní, každodenní práci. FRAM vyžaduje tvorbu funkčního schématu systému, aby pomohl vysvětlit příčiny nehody. Funkční schéma popisuje, co a jak šetřený systém běžně dělá, tedy jaké aktivity a v jaké návaznosti jsou obvykle v provozu vykonávány. FRAM ve funkčním schématu pomáhá identifikovat variabilitu funkcí systému, tedy každodenní odchylky od ideálního průběhu procedur či aktivit. Dle metody FRAM vzniká nehoda jako současná kombinace několika takových odchylek a toto nazývá pojmem funkční rezonance.

Funkční schéma ve FRAM se tvoří pomocí šestiúhelníků (hexagonů), které jsou vzájemně propojeny vazbami. Každý šestiúhelník představuje jednu funkci, tedy aktivitu/činnost, přičemž každá funkce může mít pět druhů vstupů a jeden výstup. Vstupy mohou být (1.) typu „I“ (Input), tedy nutný a postačující vstup pro realizaci funkce, (2.) typu „P“ (Precondition), tedy formální podmínka potřebná pro realizaci funkce, (3.) typu „R“ (Resource), tedy vstup dodávající zdroje, které funkce bude spotřebovávat, (4.) typu „C“ (Control), tedy vstup poskytující instrukce, které ovlivňují, jak bude funkce realizována a (5.) typu „T“ (Time), tedy vstup určující, kdy bude funkce realizována. Výstup je ve funkčním schématu FRAM označen jako „O“ (Output). Výstupem funkce je určitá situace nebo objekt, který dále slouží jako vstup pro další, následné funkce dle schématu. Výstup z každé funkce je popsán na vazbě, která z dané funkce vychází. Okrajové funkce schématu, tedy funkce bez vstupů nebo výstupu, jsou vybarveny šedě. Pokud se v šetřené události některé funkce odchýlili od ideálního průběhu, tedy byly tzv. variabilní, je toto v schématu zobrazeno pomocí symbolu funkce sinus v konkrétním šestiúhelníku.

Cílem analýzy FRAM je vysvětlit, jak k dané nehodě došlo, tedy vysvětlit vznik konkrétní funkční rezonance. Protože funkční schéma obsahuje popis toho, jaké běžné činnosti rezonanci vyvolaly, nápravná opatření jsou odvozena přímo ze schématu. Reagují na konkrétní zjištění a nabízí možnosti, jak variabilitu zachytávat a snižovat.

5.1.2. Využití metody FRAM pro šetření letecké nehody vrtulníku ENSTROM 480B OK-CLV

Prvním krokem při řešení události pomocí metody FRAM je sestavení funkčního schématu. Toto schéma zahrnující zjednodušený systém výcviku je znázorněno na obrázku XY, kde jednotlivé šestiúhelníky představují činnosti/funkce vykonávané v rámci výcviku. Na spojnicích mezi jednotlivými funkcemi jsou znázorněny výsledky těchto funkcí a také jak tyto výsledky vstupují do dalších funkcí, viz popis metody FRAM výše.

Druhým krokem metody FRAM je zhodnocení jednotlivých funkcí s ohledem na možnou variabilitu. Variabilita představuje náchylnost ke změně výstupu z dané funkce, zjednodušeně řečeno odchylku od ideálního stavu.

Následuje celková analýza daného systému, vliv jednotlivých variabilit na vznik rezonance a realizace události (letecké nehody).

5.1.3. Variabilita v modelu provádění výcviku

Vytvořený obecný zjednodušený model výcviku, posloužil jako základ pro zkoumání vzniku a vlivu případných variabilit a následných rezonancí. Následuje popis možných variabilit jednotlivých funkcí ze schématu a popis možného vzniku variabilit v těchto funkcích.

Variabilita funkce „Zhodnocení teoretické přípravy“

Variabilita funkce je dána jak vstupem z funkcí „Stanovení kritérií posouzení připravenosti“ a „Teoretická příprava pilotů-žáků“ tak i vlastním průběhem funkce. Variabilita výstupu funkce – tedy „teoreticky připravený student“ nastává v případě, kdy nejsou přesně daná specifika splnění podmínek teoretické přípravy z funkce „Stanovení kritérií posouzení“, popř. zhodnocení teoretických znalostí je ovlivněno subjektivním názorem přezkušujícího.

Variabilita funkce „Volba instruktora pro praktický výcvik“

Variabilita funkce je ovlivněna stanovením kritérií pro volbu instruktora, kdy nastavením nejasných kritérií je umožněno, aby byl zvolen instruktor, který svými znalostmi a zkušenostmi nemusí být vhodným pro daného žáka, popř. pro danou úlohu praktického výcviku.

Vlastní variabilita funkce poté spočívá na vlastním procesu volby na základě kritérií, kdy i přes jasně stanovená kritéria může nastat případ, kdy je vybrán nevhodný instruktor na základě subjektivních dojmů vybírající osoby.

Variabilita funkce „Pořízení vhodného typu vrtulníku“

Jako v předchozích případech je variabilita funkce dána jak výstupem z předchozí funkce „Stanovení požadavků...“ kdy požadavky na vrtulník, ať už z pohledu vybavení, letových vlastností apod. nemusí být jasně a přesně stanoveny. Dále může nastávat variabilita přímo v dané funkci, kdy proces výběru vhodného letadla pro výcvik může být ovlivněn mnoha (ekonomickými, subjektivními, ...) faktory, které nebudou respektovat kritéria v plné míře, popř. budou kritéria v procesu volby dále přehodnocována a upravována ve prospěch preferovaného stroje, popř. v zájmu ekonomicky efektivnějších nabídek budou některá kritéria změkčována.

Variabilita funkce „Provádění praktické úlohy výcviku“

Variabilita funkce je dána opět jak vlastním průběhem funkce, tak i ostatními funkcemi, jejichž výstupy jsou vázány na tuto funkci („Zhodnocení teoretické přípravy“, „Volba instruktora pro praktický výcvik“ a „Pořízení vhodného vrtulníku k výcviku“).

Variabilita „uvnitř“ funkce je opět závislá na vlastním průběhu praktické úlohy, kdy vzhledem k variabilitě předchozích funkcí a tím ovlivněných výstupů, dochází k získání nesprávných návyků ze strany žáka, hrozí, že instruktor se nebude věnovat kritickým aspektům daného letu apod.

Výsledek funkce v podobě „ukončené úlohy“ tedy především získaných poznatků instruktorem a žákem, podklady pro posouzení splnění dané úlohy, jsou značně ovlivněné a mohou představovat nepřesný podklad/vstup do dalších funkcí.

Variabilita funkce „Zhodnocení praktické úlohy“

Variabilita funkce vzniká především vstupem v podobě dat o ukončené praktické úloze – viz předchozí, a dále subjektivním hodnocením instruktora, který nemusí být vhodně zvolen – viz „Volba instruktora“ popř. provádí hodnocení, které není založené na pevných základech (datech) ale spíše na osobních poznatcích získaných během letu. Přesnost hodnocení může být tedy opět velmi ovlivněna, a tedy ve své přesnosti diskutabilní.

Variabilita funkcí „Plánování výcvikových letů“ a „Rozhodování o pokračování výcviku nebo opakování úlohy“

Poslední funkce, které přejímají variabilitu předchozích, jsou funkce „Plánování výcvikových letů“, a funkce „Rozhodování o pokračování výcviku další úlohou, nebo opakování předešlé

úlohy“, která první zmíněnou ovlivňuje. Tyto funkce jsou velmi závislé na všech výstupech z předešlých funkcí, a pokud jsou výstupy ovlivněny, v těchto funkcích už není poskytnuta žádná možnost, jak variabilitu utlumit.

5.1.4. Zhodnocení systému výcviku

Z výše uvedeného vyplývá, že proces výcviku žáků je složen z funkcí, které mají velký sklon k variabilitě, především k variabilitě týkající se kvality výstupů, kdy tato variabilita nemusí být odhalena. Funkcí, která dokáže odhalit variabilitu v předešlých funkcích je „Zhodnocení praktické úlohy“, kde při správném nastavení vnitřních procesů dojde na základě předchozích výstupů ke zhodnocení výkonu celého systému (na základě výkonů hodnoceného studenta) a mělo by dojít k odhalení možných příčin variability a k jejímu utlumení.

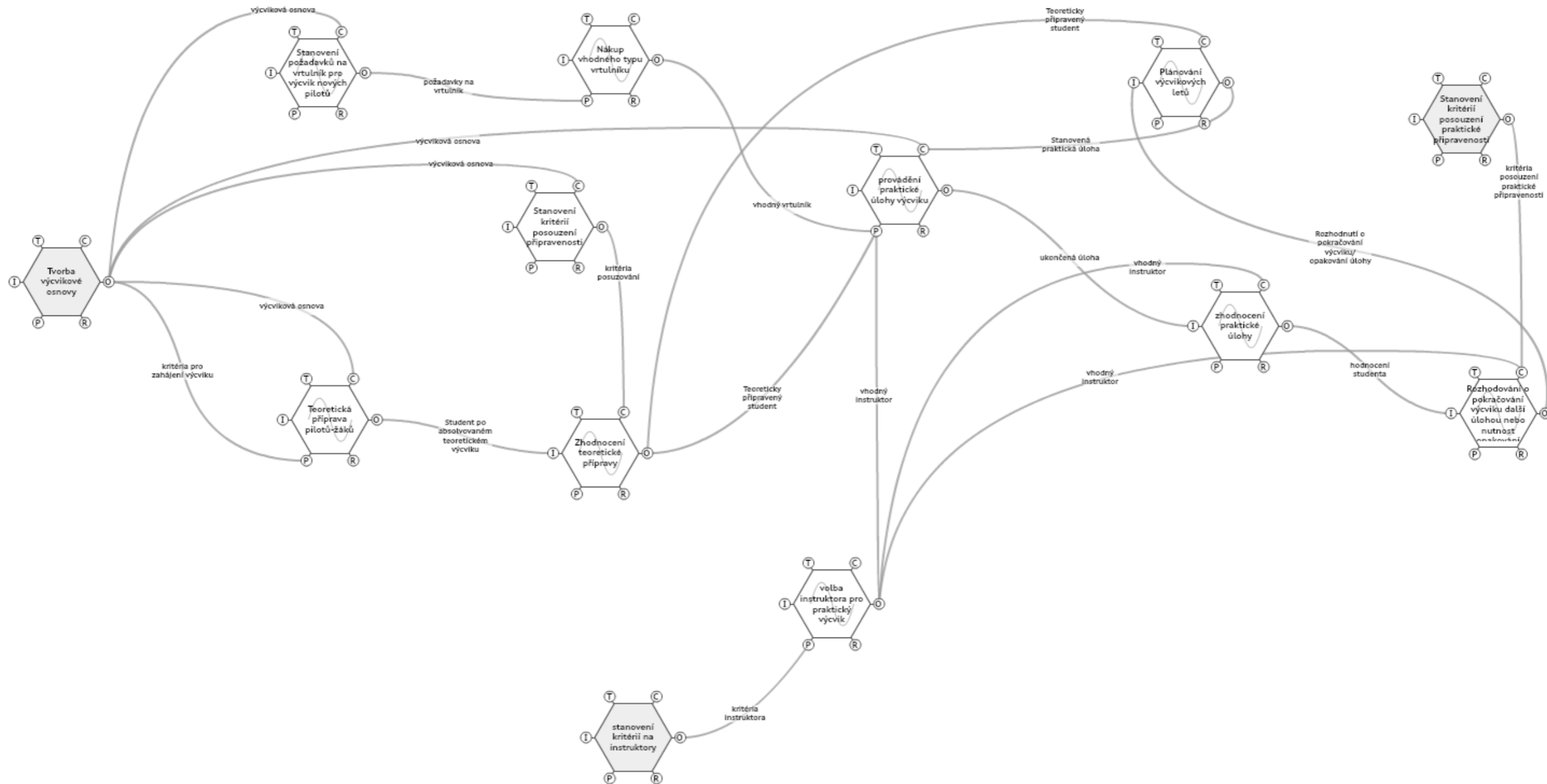
Díky funkci „Zhodnocení praktické úlohy“ může být variabilita celého systému utlumována, popř. ještě více eskalována. Utlumování nastane v případě, kdy jsou správně nastavené procesy hodnocení, tedy, že tyto procesy jsou založené na objektivních parametrech, kdy „subjektivní pocity“ jsou doplněny o průkazné parametry získané z různých dostupných zapisovačů letových dat. Díky těmto takřka neovlivnitelným datům může být variabilita celého systému utlumována, resp. pomocí analýzy dat je možné odhalení realizací variability v předchozích funkcích. Bez tohoto přístupu zůstávají variability skryté a projeví se až realizací v podobě letecké nehody.

5.1.5. Vyhodnocení modelu pro řešenou leteckou nehodu

V případě probírané letecké nehody je možné nalézt variabilitu ve funkci „stanovení kritérií na instruktory“ a z toho plynoucí funkci volby instruktora pro praktický výcvik (nálet na typu, praktické zkušenosti s výcvikem žáků). Dále je možné spatřit variabilitu ve funkcích zhodnocení praktické úlohy – dochází k hodnocení na základě subjektivních pocitů instruktora, hodnocení není podloženo „rychle“ měřitelnými výstupy (soubor dat z palubních přístrojů), vyhodnocení bylo možné podložit pouze videozáznamem. Na tuto funkci navazuje rozhodování o pokračování výcviku, kdy je tato funkce výrazně ovlivněna výstupem z funkce předchozí a již není možné v této funkci korigovat variabilitu funkcí předchozích.

Celková variabilita jednotlivých funkcí pak eskaluje ve funkci „provádění praktické úlohy“, kdy vlivem dílčích variabilit dojde k vychýlení funkce systému.

Pro eliminaci/zmírnění vlivu variability je vhodné se zaměřit na funkci zhodnocení praktické úlohy a v této funkci přijmout taková opatření, která budou vliv variabilit předchozích funkcí odhalovat a eliminovat (viz. bezpečnostní doporučení této závěrečné zprávy).



Obr. 17 - Schéma zjednodušeného systému výcviku letových posádek pro potřeby analýzy metodou FRAM