



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta dopravní  
Ústav letecké dopravy

## Modernizace vrtulníku EC135 dle SB EC135-71-033

## EC135 helicopter modernization according SB EC135-71-033

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Technologie údržby letadel

Vedoucí práce: Ing. Martin Novák, Ph.D.

**Tomáš Parýzek**

---

Praha 2015



**K621..... Ústav letecké dopravy**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Tomáš Parýzek**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – TUL – Technologie údržby letadel**

Název tématu (česky): **Modernizace vrtulníku EC135 dle SB EC135-71-033**

Název tématu (anglicky): EC135 Helicopter Modernization According SB EC135-71-033

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod
- Vznik a současný provoz společnosti DSA
- Technická specifikace
- Legislativní požadavky
- Postup modernizace
- Ekonomická analýza
- Závěr

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: SB EC135-71-033 EC135 Aircraft Maintenance Manual  
EC135 Aircraft Flight Manual  
EC 135 Operation Manual

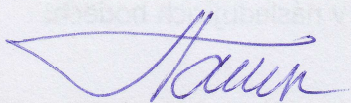
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Novák, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**

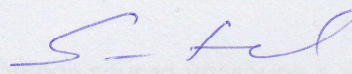
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

.....  
**Tomáš Parýzek**  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 24. října 2014

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá provedením modernizace vrtulníku EC 135. Součástí práce je kompletní přehled dílčích částí procesu od vydání legislativních dokumentů po zálet stroje. Zaměřuje se na popis vybraných konstrukčních celků a jejich vzájemné provázanosti. V práci je uveden upravený pracovní postup s fotografickou dokumentací přestavby. Celý proces je následně zhodnocen z ekonomického hlediska.

## **Klíčová slova**

EC 135, servisní bulletin, závěsná kování, pitot-statický systém, přístrojová deska

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with performance of EC 135 helicopter modernization. The complete overview of sub-part of the process from production of documents to the first flight is the component of this thesis. There is focused on a description of the selected structural units and their interconnection. It describes adapted workflow with photographic dokumentation. The whole process is evaluated economicall.

## **Key words**

EC 135, service bulletin, fitting, pitot-static system, instrument panel

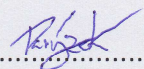
## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze, dne 20.8.2015

Podpis autora: .....

## Seznam použitých zkratk

DSA	Delta System Air
HEMS	Helicopter Emergency Medical Servis
EASA	European Aviation Safety Agency
FADEC	Full-Authority Digital Electronic System
EC	European Comission
IR	Implementing Rule
CS	Certification Specifications
AMC	Acceptable Means of Compliance
GM	Guidance Material
EU	European union
CAT	Civil Air Transport
SPA	Special Air Operations
JAR	Joint Aviation Requirements
AMM	Aircraft Maintenance Material
ADC	Air data computer
FCDS	Flight Control Display System
OAT	Outside Air Temperature
CPDS	Central Panel Display System
TTPU	Total Temperature Probe Unit
TAT	Total Air Temperature
EPC	Engine Power Check

CAD	Cockpit Advisory Display
VEMD	Vehicle and Engine Monitoring Display
CAT A	Category A
CAA	Civil Aviation Authority

# Obsah

Seznam použitých zkratk	6
Úvod	9
1 Vznik a současný provoz společnosti DSA	10
1.1 Historie	10
1.2 Letecká záchranná služba	11
2 Technická specifikace	12
2.1 Technické parametry EC135	12
2.2 Kategorie A	13
3 Legislativní požadavky	14
3.1 Nařízení komise	14
4 Modernizace vrtulníku na verzi EC135 T2+	16
4.1 Servisní bulletin	16
4.2 Modernizace uchycení reduktoru k trupu	17
4.2.1 Popis uchycení reduktoru	17
4.2.2 Pokyny k provedení modernizace	20
4.3 Modernizace pitot-statického systému	24
4.3.1 Popis systému před modernizací	24
4.3.2 Funkce systému před modernizací	25
4.3.3 Popis systému po modernizaci	26
4.3.4 Pokyny k provedení	27
4.4 Modernizace přístrojového panelu	41
4.4.1 Popis přístrojového panelu	41
4.4.2 Pokyny k provedení	43
4.5 Vyvažování nosného rotoru	57
4.5.1 Teorie vyvažování nosného rotoru	57
4.5.2 Postup vyvažování nosného rotoru EC135	57
4.6 Zálet	59
5 Ekonomické zhodnocení	60
6 Závěr	63
Seznam použité literatury	64



## Úvod

Údržba letadel má v letectví nezastupitelnou roli už od prvních pokusů s létajícími stroji. Stejně jako letadla i ona v průběhu let prošla překotným vývojem a formovala se do podoby jak ji známe dnes. Zatímco v dřívějších dobách stačil k obsluze stroje jediný člověk, současná letadla vyžadují celou řadu specializovaných odborníků.

S rostoucími požadavky na údržbu stoupají také nároky na bezpečnost. Provozovatel letecké techniky i vzhledem k vysokým cenám nových strojů často předpokládá životnost flotily až v desítkách let. Vývoj nových systémů a s tím související zvyšování bezpečnostních standardů však probíhá mnohem rychleji. Jedinou možností jak udržet v provozu stroj, který vždy odpovídá platným předpisům je postupná modernizace. V naprosté většině případů je autorem dílčích úprav sám výrobce, který nabízí modifikace prostřednictvím vydávání servisních bulletinů.

Letecká záchranná služba je nedílnou součástí záchranného systému již téměř třicet let. Za tuto dobu vrtulníky mnoha typů pomohly zachránit stovky lidských životů. Díky několikaleté možnosti podílet se na údržbě a provozu záchranných vrtulníků společnosti DSA jsem se rozhodl zpracovat přehled reálné úpravy strojů podložený osobní zkušeností a praktickými znalostmi.

Cílem této práce je poskytnout komplexní přehled o modernizaci provedené dle servisního bulletinu od legislativního rámce až po praktické provedení. Součástí je rovněž upravený detailní pracovní postup. V poslední části je také uvedeno ekonomické zhodnocení.

# 1 Vznik a současný provoz společnosti DSA

## 1.1 Historie

Společnost DSA a.s. zaujímá místo na trhu již od roku 1992. Mezi její hlavní činnosti patří od roku 1993 zejména letecká činnost ve zdravotním systému České republiky od repatriačních letů až po provozování letecké záchranné služby. V roce 2000 se stala zakládajícím členem Sdružení nestátních provozovatelů letecké záchranné služby HEMS (Helicopter Emergency Medical Service) a od roku 2005 zajišťuje leteckou část OK-Ambulance.cz. Součástí nosného programu je také provozování letecké školy zajišťující výcvik profesionálních pilotů až po kvalifikaci dopravního pilota. Mezi další nabízené služby patří provozování aerotaxi či provádění leteckých prací.

Společnost provozuje středisko údržby, které zajišťuje servisní práce pro vlastní leteckou techniku i ostatní letecké provozovatele. Servisní středisko splňuje veškeré požadavky vyplývající z Nařízení Evropské Unie č 2042/2003 a je rovněž držitelem Oprávnění pro údržbu podle PART 145, číslo oprávnění CZ.145.0003. Na základě oprávnění vydaného Úřadem pro civilní letectví podle PART M, číslo CZ.MG.0005 poskytuje také službu zachování letové způsobilosti. Samotná údržba letounů a vrtulníků je řízena dle normy managementu jakosti ISO9001:2008 a její dodržování je kontrolováno audity.

Společnost DSA a.s. v současnosti provozuje dvě střediska údržby a to v Hradci Králové a Praze-Kbelích. Na obou pracovištích je možno provádět údržbu v plném rozsahu dle platného oprávnění k údržbě dle EASA PART 145. Prostory na letišti v Hradci Králové umožňují provádět současně údržbu na šesti letounech a až na deseti letounech na pracovišti Praha-Kbely.

Středisko údržby je také využíváno pro výcvik mechaniků dle PART 147 číslo CZ.147.0013. Ten je zajišťován na typech letadel Cessna 100/200 series, Cessna 300/400 series, Piper, Suchoj SU-31 a na vrtulnících EUROCOPTER 120/135, AS355 a Schweizer. Teoretická výuka je orientována podle požadavků PART 66 kvalifikací B1,B2 a C. Účastníci mají rovněž možnost pokračovat navazujícím praktickým výcvikem.

## 1.2 Letecká záchranná služba

Nezbytnou součástí státem garantované zdravotnické záchranné služby je provoz letecké záchranné služby, která tvoří důležitý článek integrovaného záchranného systému České republiky. Letecká záchranná služba je členěna do deseti středisek: Praha, České Budějovice, Jihlava, Brno, Plzeň, Liberec, Olomouc, Ústí na Labem, Ostrava a Hradec Králové. Jednotlivá střediska mají akční rádius přibližně 70 km a tím pokrývají území celé ČR. Nezbytnou součástí je také návaznost na síť nemocničních specializovaných center urgentní medicíny.

Letecká záchranná služba se využívá zejména k rychlým zásahům a převozům pacientů, při dopravních nehodách, haváriích a mimořádných situacích a krizových stavech.

Rozdělení letů:

- lety Helicopter Emergency Medical Service (HEMS) - účelem letu je okamžitá rychlá doprava v nouzi. Zabezpečuje přepravu zdravotnického materiálu, personálu a zraněných osob
- ambulanční lety - Tvoří jen zanedbatelnou část zásahů. Jde o případy kdy vrtulník zajišťuje dopředu naplánovaný transport stabilních pacientů, u kterých je přeprava po zemi nevhodná kvůli charakteru poranění (úraz páteře).

Pracovníci letecké záchranné služby musí mít vysokou kvalifikaci a být připraveni k zásahu dvacet čtyři hodin denně sedm dnů v týdnu. Veškeré finanční náklady na tuto službu jsou hrazeny z veřejných prostředků, což vyvažuje zejména rentabilitu služby, protože její nahraditelnost není možná. Mezi zajímavé výhody patří nemožnost jejího zneužití, protože si ji nemůže přivolat sám pacient, ale o nasazení helikoptéry rozhoduje kvalifikovaný pracovník operačního střediska. I přes nesporné výhody má letecká záchranná služba také své nevýhody, zejména její závislost na počasí, což je hlavní kritérium pro vzlet vrtulníku. Navíc je tu také komplikovanější nakládání zraněného a omezené možnosti přistání.

## 2 Technická specifikace

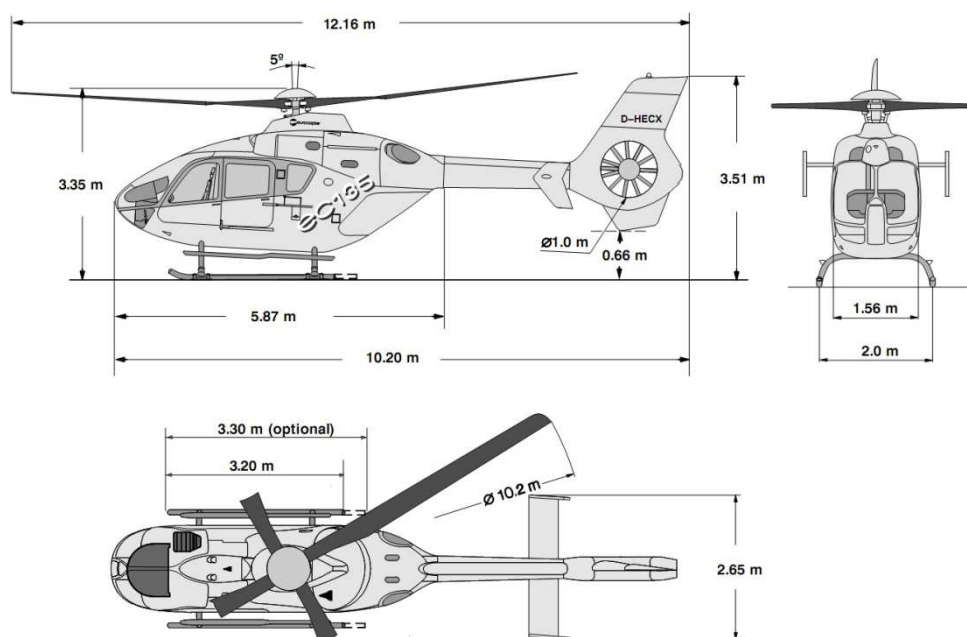
### 2.1 Technické parametry EC135

EC135 je lehký dvumotorový víceúčelový vrtulník s pěti sedadly v základní verzi s možností přepravy až osmi cestujícími. Pilotní sedadlo je umístěné na pravé straně.

Vrtulník je poháněn dvojicí motorů Turbomeca Arrius 2B2 s digitálním kontrolním systémem FADEC. Spolehlivost dvumotorové koncepce zvyšuje plně oddělený palivový systém, zdvojený hydraulický systém a duální elektrický systém. Hlavní reduktor je dvoustupňový s antirezonančním systémem ARIS.

Vrtulník je vybaven čtyřlístým hlavním rotorem, přičemž uložení listů umožňuje pohyb ve všech osách. Přenos řízení je realizován zdvojenou hydraulickou soustavou, která je v případě poruchy jedné části schopna zajistit bezpečné pokračování letu a přistání.

Na vrtulníku je uplatněn vyrovnávací rotor typu "Fenestron". Ten tvoří vrtule s deseti listy umístěná v profilovaném prstenci, jenž vylučuje kontakt rotoru se zemí a výraznou měrou zvyšuje bezpečnost pozemního personálu. Vrtulník je díky tomuto řešení stabilnější při letu v autorotaci a nezanedbatelná je také úspora výkonu, která může činit až 20%.



Obrázek 2.11 EC 135 [4]

## 2.2 Kategorie A

Důležitým technickým parametrem pro účely této konkrétní modernizace jsou schopnosti stroje při vysazení pohonné jednotky. Předpis dělí vrtulníky do tří kategorií, ve kterých je rozhodujícím hlediskem průběh letu při poruše motoru. Vrtulník EC135 patří do kategorie A. *"Kategorie A znamená u vrtulníků vícemotorové vrtulníky, konstruované s charakteristikami oddělení motorů a systémů přesně vymezenými v [CS] 27/29 nebo rovnocenným předpisem, přijatelným pro [Úřad] a s informacemi o výkonnostech v Letové příručce založenými na koncepci poruchy kritického motoru, což zajišťuje přiměřený stanovený prostor na povrchu a přiměřenou výkonnost pro bezpečné pokračování letu v případě poruchy motoru" [6].*

Předpis také rozděluje vrtulníky do tří výkonnostních kategorií, přičemž vrtulník EC135 patří do první třídy. *"Provoz 1. třídy výkonnosti je provoz s takovými výkonnostmi, kdy v případě poruchy kritické pohonné jednotky je vrtulník schopen přistát v mezích použitelné délky přerušného vzletu nebo bezpečně pokračovat v letu do vhodného prostoru přistání, v závislosti na tom, kdy dojde k poruše" [6].*

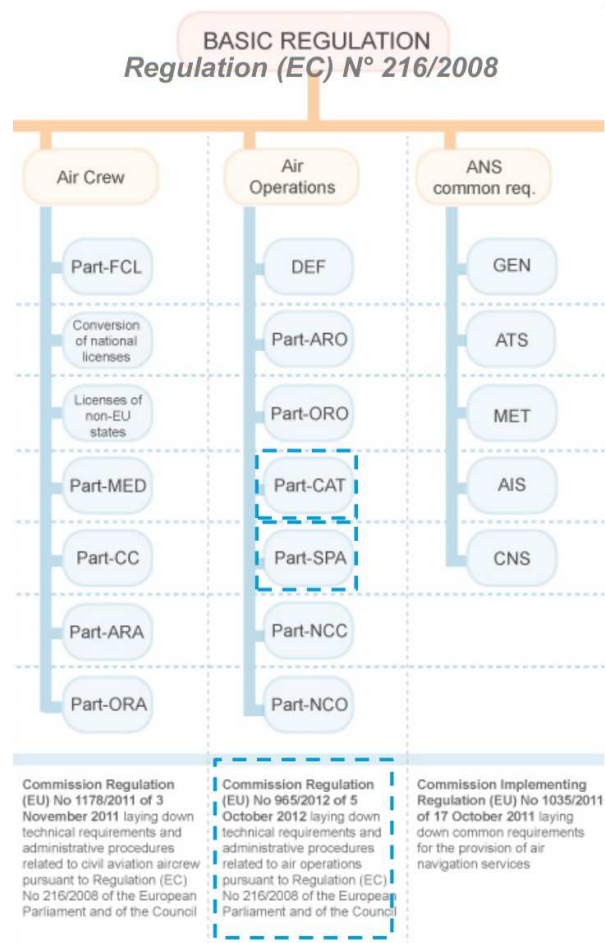
Technický popis systémů využitých na vrtulníku EC135 pro snadnější pilotáž v případě výpadku kritické jednotky je uveden v kap. 4.4.1.

## 3 Legislativní požadavky

### 3.1 Nařízení komise

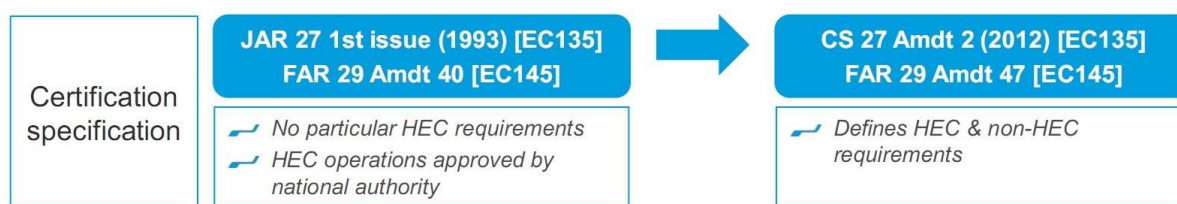
Základním evropským leteckým předpisem je Základní nařízení (EC) 216/2008, které schvaluje Parlament a Rada Evropské unie. Toto nařízení tvoří tzv. "hard law", což znamená, že je závazné pro všechny státy Evropské unie a kvůli dodržení rovné hospodářské soutěže je nutné se jím přesně řídit. Evropská komise potom vydává prováděcí předpisy (IR) a certifikační specifikace (CS), které tvoří Přijatelný způsob průkazu (AMC) a Poradní a výkladový materiál (GM), tyto obsahují výklad práva, tedy postupy např. pro letiště, letecké školy nebo provozovatele letecké techniky.

V roce 2012 vyšlo Nařízení komise (EU) č. 965/2012, které stanovuje technické požadavky a správní postupy, které se týkají leteckého provozu. Tento předpis se následně dělí na sedm příloh.



Obrázek 3.1.11 Struktura Nařízení komise (EU) 965/2012 [10]

Pro vrtulníky EC135T2 provozované společností DSA je nejvýznamnějším dopadem změna požadavků v příloze CAT (Obchodní letecká doprava) a SPA (Zvláštní povolení). Tyto přílohy popisují mimo jiné i podmínky pro transport osob v podvěsu, tzv. "human external cargo". Právě u této specifické činnosti, která je pro práci letecké záchranné služby nezbytná, se s novou legislativou zpřísnily podmínky pro letové výkony vrtulníku. Původní certifikační specifikace vycházela z předpisu JAR 27 z roku 1993, s novým nařízením evropské komise se tento předpis transformoval v roce 2012 do CS 27 Amdt 2.



**Obrázek 3.1.12 Změna certifikačního předpisu [10]**

Hlavní změna v certifikaci se týká operací třídy D, která je definována jako let, při kterém je přepravována osoba mimo vrtulník a udržující kontakt s operátorem. Každý vrtulník musí být certifikován na zajištění dostatečného výkonu v případě výpadku kritické pohonné jednotky (viz. kap 2.2) pro udržení výšky nákladu a povolené letové obálky. Detailně je toto popsáno v CS 27.865.

V rámci zvyšování standardů bezpečnosti letecké dopavy byla tato kritéria zpřísněna. Společnost Airbus Helicopters informovala provozovatele vrtulníku EC135, že verze T1 a T2 dle nových předpisů nadále nevyhovují podmínkám pro provoz ve třídě D. Zatímco verzi T1 nelze již zpětně upravit, verzi T2 je možno modernizovat na model T2+, jehož zvýšený výkon a také maximální vzletová hmotnost již novým předpisům vyhovují.

## **4 Modernizace vrtulníku na verzi EC135 T2+**

### **4.1 Servisní bulletin**

Modernizace vrtulníku EC135 na verzi T2+ je výrobcem popsána v servisním bulletinu EC135-71-033. Na verzi T2+ lze upravit každý vrtulník EC135, který je vybaven systémem CPDS. Výsledkem přestavby je následující zvýšení výkonů:

- vzletový výkon při obou pracujících motorech z 2x75% na 2x78%
- přechodný výkon při obou pracujících motorech z 2x80% na 2x82%
- maximální trvalý výkon při jednom nepracujícím motoru z 1x86% na 1x89,5%

S navýšením letovým výkonů souvisí také navýšení maximální vzletové hmotnosti z původních 2835kg na 2910kg.

K samotnému provedení modernizace je třeba mít vrtulník upravený dle vybraných předchozích servisních bulletinů, v případě strojů firmy DSA se jedná o tyto:

- výměna závěsných kování dle servisního bulletinu EC135-53-016
- zabudování Air data computer dle servisního bulletinu EC135-34-018



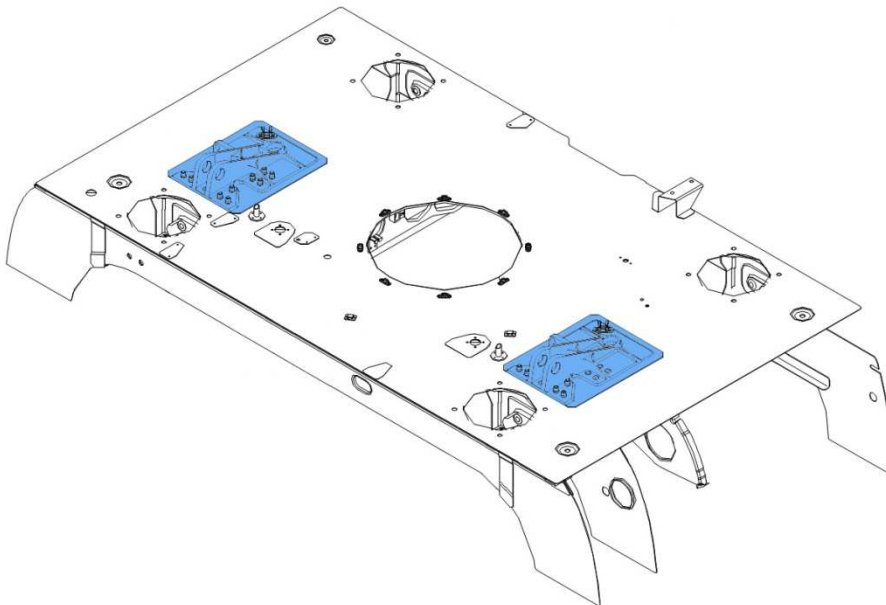
## 4.2 Modernizace uchycení reduktoru k trupu

### 4.2.1 Popis uchycení reduktoru

Uzly, pomocí kterých je realizováno upevnění stabilizátorů, podvozku, pohonné jednotky, reduktoru k trupu se nazývají spojovací uzly.

Spojovací uzly zabezpečují spojení mezi částmi konstrukce, kde dochází k přenosu sil z jedné části na druhou, proto musí mít dostatečnou pevnost. Jsou řešené jako čepové spojení a podle charakteru zatížení je možné spojovací uzly rozdělit na:

- závěsné kování - kloubové spojení, které přenáší pouze sílu
- spojovací kování - momentové spojení, které kromě síly přenáší i moment



Obrázek 4.2.11 Umístění závěsných kování [5]

Tyto spojovací uzly uchycené na stropě střední části trupu přenáší veškeré zatížení vznikající při letových manévrech a nesou celou hmotnost vrtulníku. Přimo k závěsnému kování je uchycen reduktor nosného rotoru, jedná se tedy o kritický prvek konstrukce, při jehož selhání by došlo ke zřícení vrtulníku. Rozmístění prvků je ilustrativně znázorněno na obrázku 4.2.11, reálná situace potom na obrázku 4.2.12.

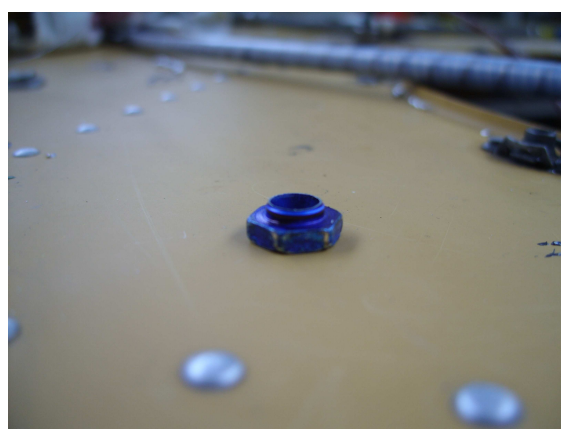


**Obrázek 4.2.12** Centrální část trupu bez reduktoru

Samotné uchycení závěsného kování je uskutečněno jak pomocí klasických nýtu s půlkulatou hlavou rozmístěných převážně po obvodě, tak pomocí speciálních nýtů užívaných v leteckém odvětví společností Airbus. Jedná se o tzv. "close-tolerance pins", které se skládají ze dvou částí. Jednu tvoří samotný nýt, druhou pak šestihřanná matice s pouzdrem. Po umístění nýtu je z druhé strany nasazeno pouzdro (zavírací hlava), které se pomocí matice stahuje kolem nýtu, samotný nýt je proti otáčení zajištěn pomocí imbusového klíče. Při určitém momentu se matice odlomí a nýtování je dokončeno. Při nýtování je třeba dbát na dokonalé přilehnutí hlavy nýtu ke kování, neboť po dotažení matice již nelze s nýtem pohybovat. Ke kontrole správného umístění lze použít spárové měřky.

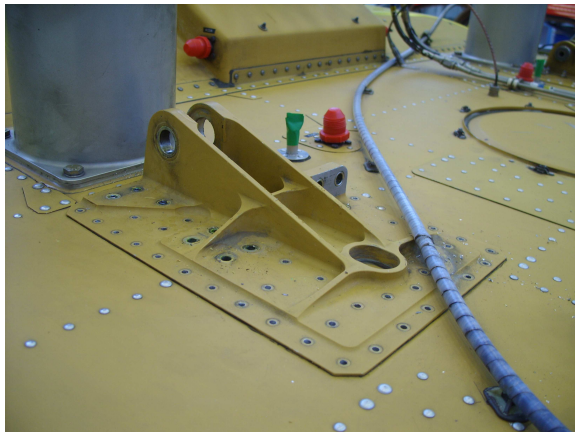


**Obrázek 4.2.13** Matice nýtu s pouzdrem

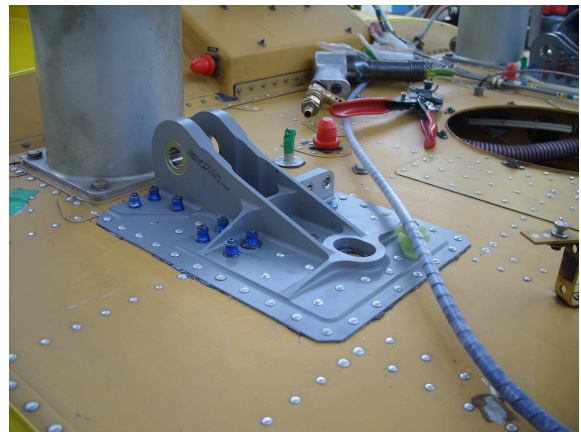


**Obrázek 4.2.14** Odlomená matice nýtu

Před provedením nýtování je třeba na spodní stranu kování nanést speciální tmelící prostředek, který zabraňuje pronikání vlhkosti a s tím související degradaci materiálů. Nový spojovací prvek se na první pohled příliš neliší od původního, podstatou modernizace je ovšem jeho zesílení, díky kterému je možno navýšit vzletovou hmotnost.

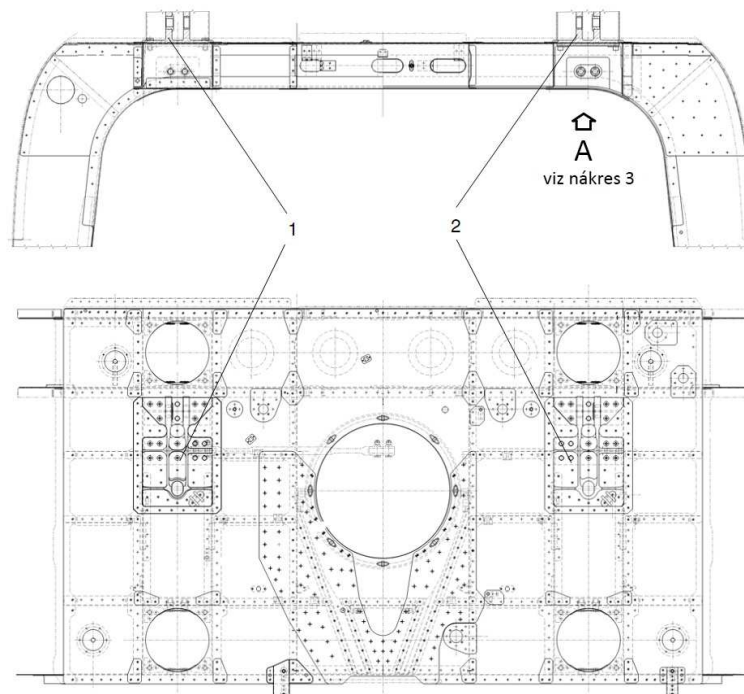


Obrázek 4.2.15 Původní závěsné kování



Obrázek 4.2.16 Modernizované závěsné kování

Závěsné kování je dodáno bez otvorů na vnějším okraji. Tyto otvory musí být vyvrtány později okopírováním otvorů v draku. Díky tomu je vyloučeno, že konfigurace otvorů v předvrtaném vybavení nebude souhlasit s konfigurací otvorů v draku.



Obrázek 4.2.17 Nákres umístění [5]

## 4.2.2 Pokyny k provedení modernizace

### A. Zajištění přístupu:

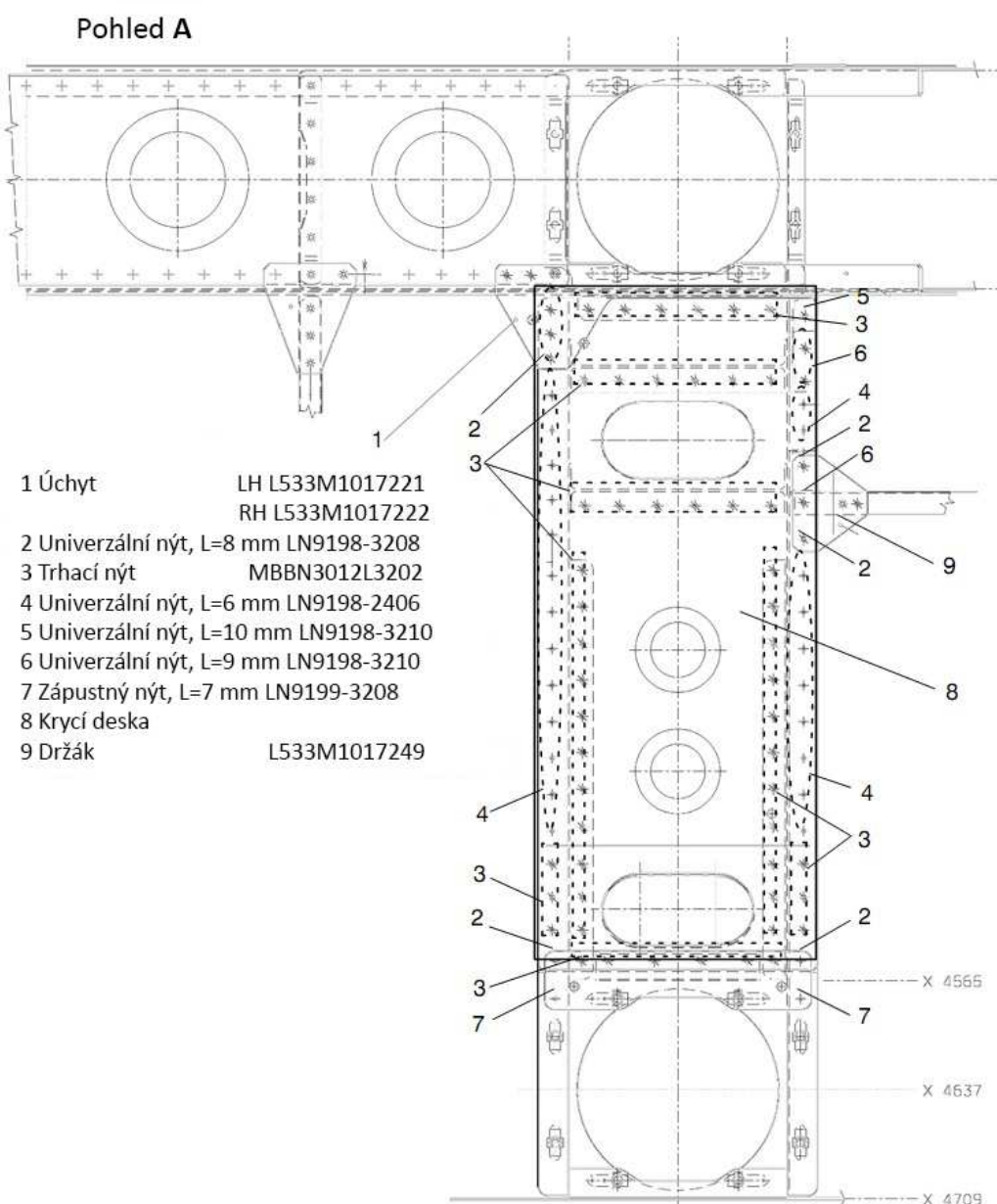
(1) Sejměte zadní střešní panel dle AMM, 25-20-00, 4-2.

(2) Sejměte transmisi dle AMM, 63-21-00, 4-1.

### B. Sejmutí závěsného kování:

**VAROVÁNÍ** UJISTĚTE SE, ŽE PŘI ODVRTÁVÁNÍ NEDOŠLO K DEFORMACI ČI POŠKOZENÍ OTVORŮ PRO NÝTY

(1) Pokud je to nezbytné, sejměte krycí desku (8, nákres 3). Pro odvrtání nýtů (4) použijte vrták o průměru 2,4mm a pro odvrtání ostatních nýtů vrták o průměru 3,2mm.



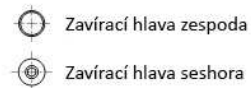
Obrázek 4.2.21 Nákres 3 umístění krycí desky [5]

- (2) Odlomte hlavy nýtů sekáčem a jemnými úderý vyražte průbojníkem zbytky dříků.
- (3) Odstraňte všechny univerzální a zápustné nýty ze závěsného kování (nákres 2). Odvrtejte nýty použitím vrtáku o průměru 3,2mm a odlomte hlavy nýtů sekáčem. Vyražte průbojníkem zbytky dříků.
- (4) Odstraňte všechny close-tolerance pins (8,10, nákres 2) vyvrtáním nebo užitím vhodného náradí.
- (5) Kompletně odstraňte všechny zbývající nýty.

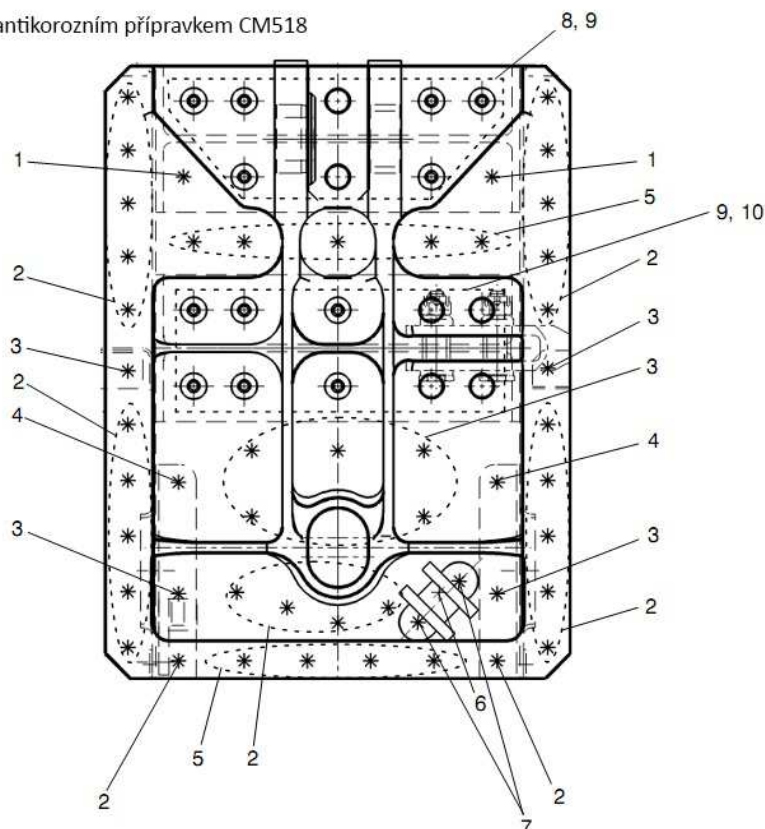
**POZNÁMKA** Závěsné kování je přilepeno těsnícími prostředky. K jeho snazšímu odstranění je možné jej nahřát

- (6) Nahřejte závěsné kování k jeho snazšímu odstranění.

- 1 Univerzální nýt, L=13 mm LN9198-3214
- 2 Univerzální nýt, L=8 mm LN9198-3208
- 3 Univerzální nýt, L=9 mm LN9198-3210
- 4 Univerzální nýt L=10 mm LN9198-3210
- 5 Univerzální nýt, L=7 mm LN9198-3208
- 6 Zápustný nýt, L=8 mm DIN65399-3208
- 7 Trhací nýt MBBN3013L3204
- 8 Close-tolerance kolík HLM12-06-12\*
- 9 Pouzdro s maticí HLM73-06
- 10 Close tolerance nýt HLM12-06-11\*



\*Ošetřete antikorozním přípravkem CM518



Obrázek 4.2.22 Nákres 2 rozmístění nýtů [5]

C. Instalace závěsného kování:

(1) Důkladně vyčistěte dosedací plochu pro závěsné kování.

**POZNÁMKA** Použití nýtů větších rozměrů je povoleno pouze pokud je minimální vůle v rozmezí uváděném v AIRCRAFT INSPECTION AN REPAIR AC 4a3.13-1A (Standard repair)

(2) Prohlédněte strukturu kvůli prasklinám, ztraceným nýtům, korozi a jinými druhy poškození.

(3) Dočasně umístěte závěsné kování. K provedení využijte maximální počet agraf. Okopírujte otvory z draku do závěsného kování dle nákresu 2. Zkontrolujte správnou pozici otvorů pro nýty závěsného kování.

(4) Odeberte závěsné kování.

(5) K povrchové ochraně otvorů použijte chemický prostředek (CM 316) a primer.

**POZNÁMKA** Close-tolerance piny ošetřete před vložením antikorozi pastou Mastinox (CM 518)

(6) Natřete spodní stranu závěsného kování tmelící sloučeninou (CM 662) a upevněte její nýty tak, jak je popsáno v nákresu 2. Odstraňte přebytečný tmel.

(7) Připevněte úchyt kabeláže pomocí trhacích nýtů.

(8) Připevněte krycí desku pomocí nýtů dle nákresu 3.

(9) V případě poškození povrchu obnovte ochrannou vrstvu.

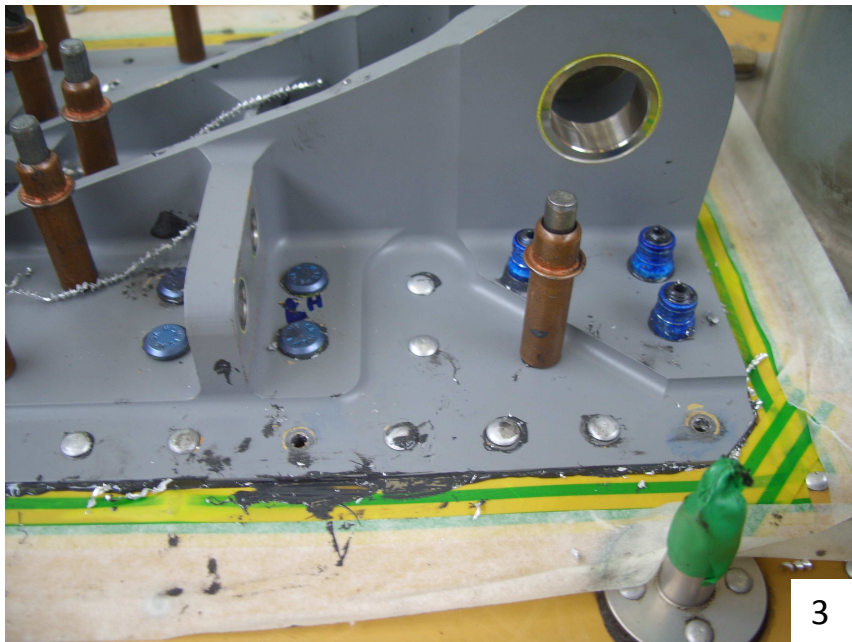
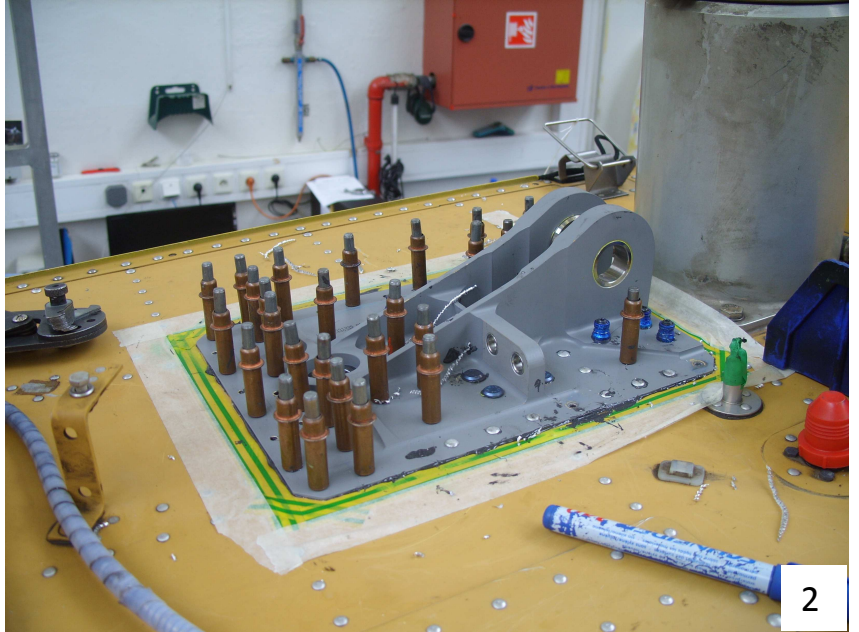
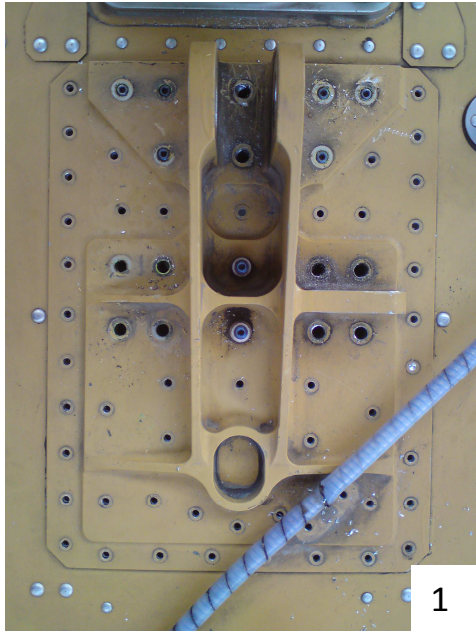
D. Následující úkony:

(1) Nainstalujte transmisi dle AMM, 63-21-00, 4-2.

(2) Připojte torque strut dle AMM 63-31-01, 4-1. Na rozdíl od podrobností uvedených v AMM má nové závěsné kování plovoucí, lisované pouzdro. Připojte torque strut s příslušnou součástí uvedenou v servisním bulletinu jako je close-tolerance bolt (1, nákres 4), pouzdro s přírubou (2), podložky(7,4) a matice (6). K zajištění použijte novou závlačku (5).

(3) Nainstalujte zadní střešní panel dle AMM, 25-20-00, 4-2.

E. Potvrďte provedení servisního bulletinu záznamem do dokumentace vrtulníku.



Obrázek 4.2.23 1-horní pohled na závěsné kování 2-rozmístění agraf 3-detail na rozmístění nýtů

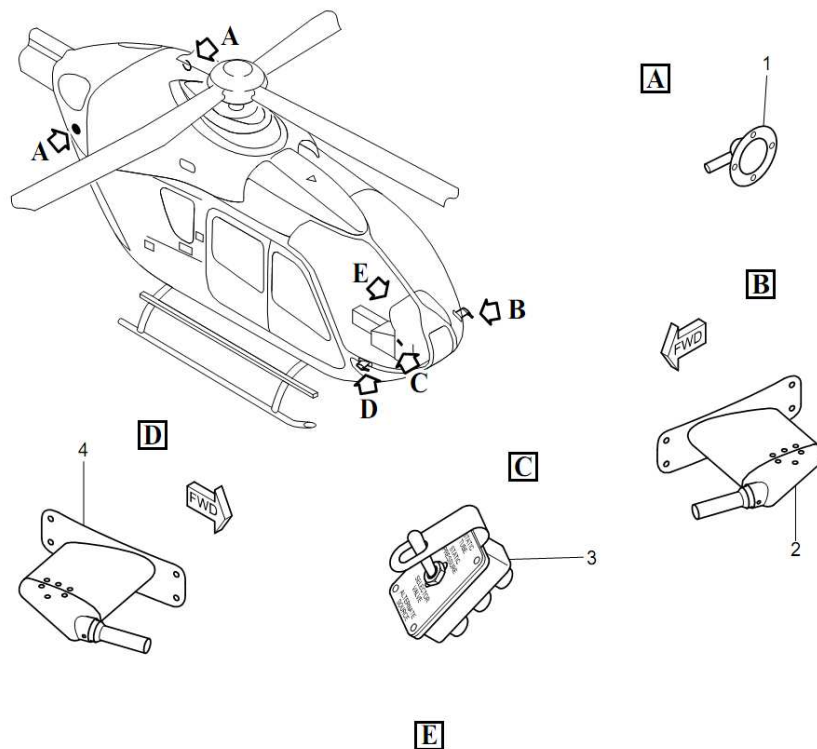
## 4.3 Modernizace pitot-statického systému

### 4.3.1 Popis systému před modernizací

Účelem pitot-statického systému je snímání celkového a statického tlaku okolního vzduchu během letu. Na rozvodné potrubí jsou připojeny letové přístroje, snímače a palubní zařízení na záznam parametrů letu. Letové přístroje pro určování výšky, rychlosti a pohybu vrtulníku ve vertikální i horizontální rovině pracují s atmosférickým tlakem. Vnější tlak je odebírán ze dvou míst. První port zvaný pitot-statická trubice snímá celkový a statický tlak, přičemž je možno ho elektricky vyhřívat. Druhý port určený k snímání pouze statického tlaku je umístěn po obou stranách trupu v zadní části vrtulníku. Toto místo, kde není proud vzduchu rozrušován, je určeno na základě praktických letových nebo laboratorních měření. Snímače statického tlaku vrtulníku jsou navzájem propojené, čímž se vylučují chyby údajů při příčném pohybu vrtulníku a jsou taktéž elektricky vyhřívané. V případě, že porty statického tlaku z různých důvodů nemohou pracovat (např. ucpání vrstvou ledu), je vrtulník vybaven ventilem alternativního zdroje statického tlaku, kterým lze přepnout na odběr statického tlaku z kabiny. Celý systém je nezávislý na elektrické energii a počet odkalovacích ventilů je navržen tak, aby byl schopen odvádět vodu kondenzující v trubicích systému. Mezi základní součásti tohoto systému patří:

- pitot statická trubice (D,B)
- dva snímače statického tlaku (A)
- ventil alternativního zdroje statického tlaku (C)
- potrubí
- rychloměr, výškoměr, variometr (E)



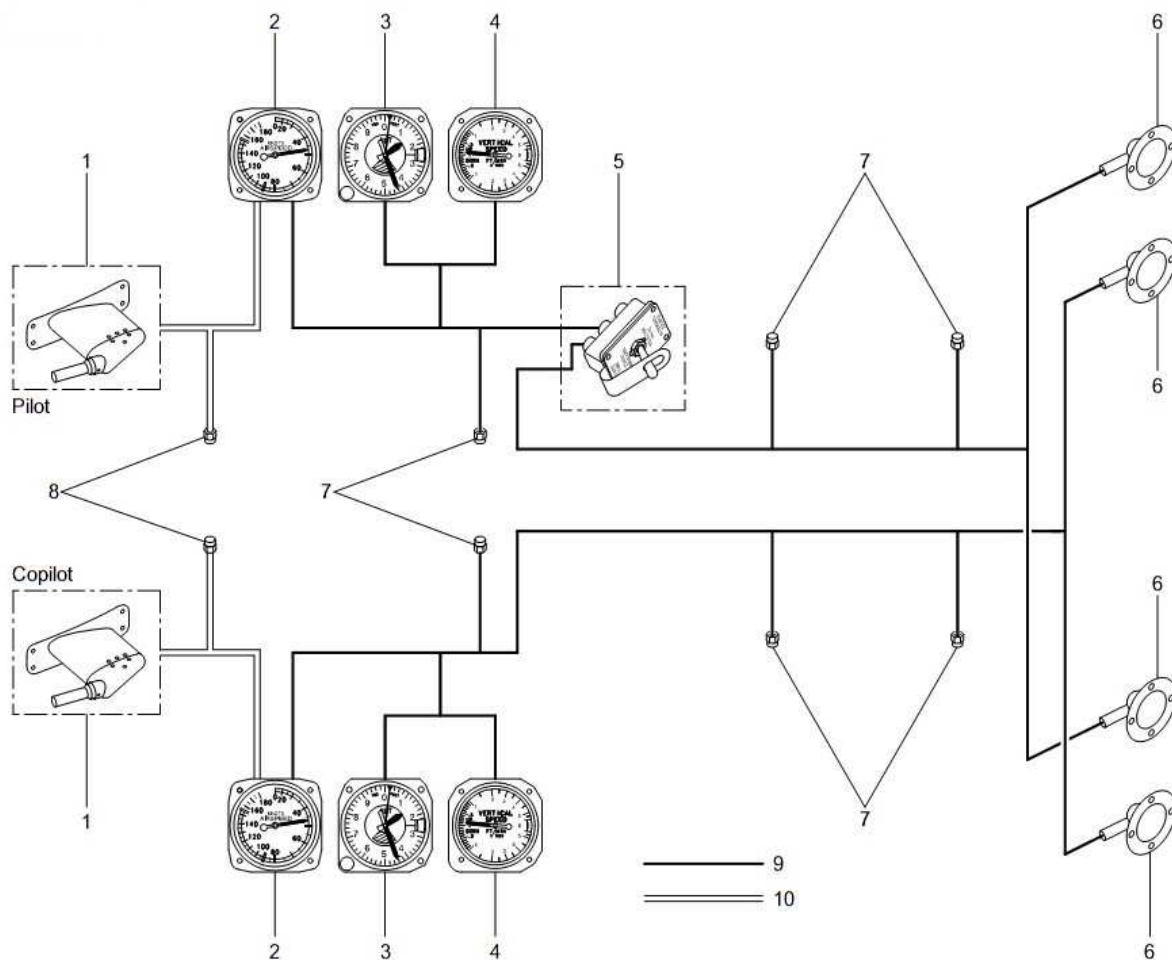


Obrázek 4.3.11 Rozmístění součástí pitot-statického systému [5]

#### 4.3.2 Funkce systému před modernizací

Celkový tlak se odebírá přes trubici s otevřeným koncem (1) nasměrovanou proti relativní složce proudění vzduchu okolo vrtulníku. Proud vzduchu procházející předním otvorem do komory celkového tlaku se v ní zbrzdí a jeho poměrná rychlost se rovná nule. Kinetická energie částic vzduchu se mění na energii potenciální.

Odběr celkového tlaku z pitot-statické sondy je nezbytný pouze pro správnou funkci rychloměru (2), variometru (4) a výškoměru (3) pracujících pouze se statickým tlakem. Drenáž celého systému je zajištěna šesti drenážními otvory (7) v okruhu statického tlaku a dvěma v okruhu celkového tlaku (8).



Obrázek 4.3.21 Schéma pitot-statického systému [5]

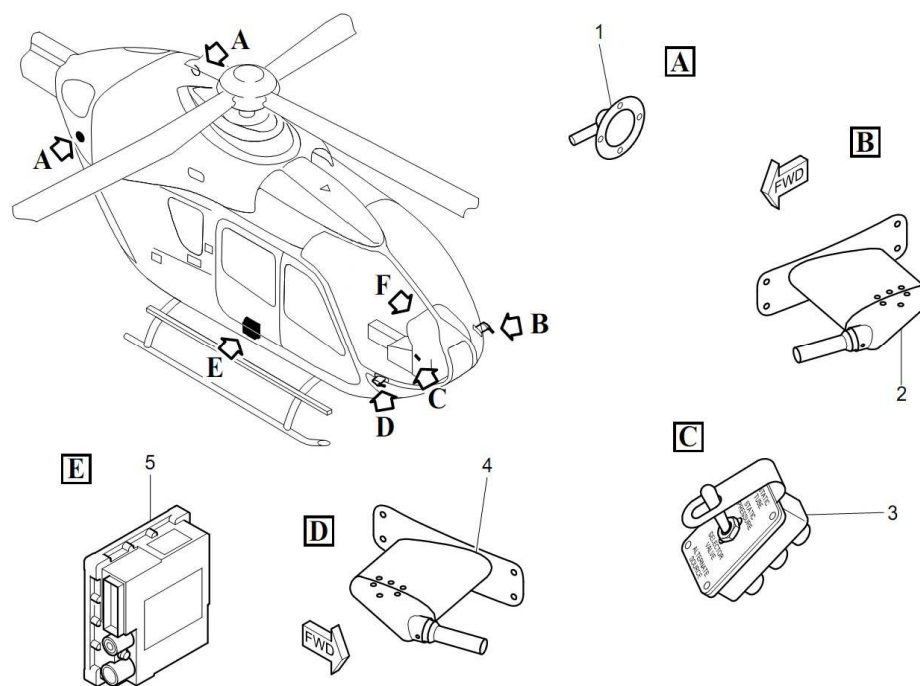
### 4.3.3 Popis systému po modernizaci

Zásadní změnou celého pitot-statického systému je instalace ADC2 (Air Data Computer). Označení "2" odkazuje na umístění součástky vpravo ve směru letu. Výrobce totiž nabízí i variantu vybavenou systémem FCDS (Flying control display system), u kterého je ADC zdvojen. Vrtulník tedy může být vybaven ADC1 i ADC2.

Systém Air Data Computer (E) byl poprvé použit k zpřesnění údajů letových přístrojů v době, kdy došlo k redukci letových hladin a kvůli odchýlkám ve velkých výškách docházelo k značnému množství konfliktních situací. Mezi výhody tohoto systému patří převedení snímaných tlaků na elektrický signál, což umožňuje dodatečné zpřesnění údajů a redukci náhodných chyb. Air data computer také pracuje s následujícím vybavením:

Outside air temperature indication (OAT) je zařízení, které zaznamenává okolní teplotu na principu poklesu napětí a data předává systému CPDS. Po modernizaci je toto přemístěno kvůli instalaci sondy celkového teploty vnějšího vzduchu.

Total temperature probe unit (TTPU) je zařízení, které má podobný tvar jako pitot-statická trubice. Jejím účelem je měření celkové teploty vnějšího vzduchu (TAT). Ta je na rozdíl od statické teploty díky přeměně kinetické energie nabíhajícího vzduchu na vnitřní energii vždy o něco vyšší.



Obrázek 4.3.31 Rozmístění součástí pitot-statického systému [5]

V tomto servisním bulletinu nabízí ECD výměnu Air data computer na straně pilota (ADC2). Výměna ADC2 je předběžně vyžadována pro provedení "INFLIGHT ENGINE POWER CHECK" (EPC) na vrtulnicích bez zařízení Flight Control Display system (FCDS). Předběžně vyžadován je také Center panel display system (CPDS) pro konfiguraci V2003 nebo vyšší.

#### 4.3.4 Pokyny k provedení

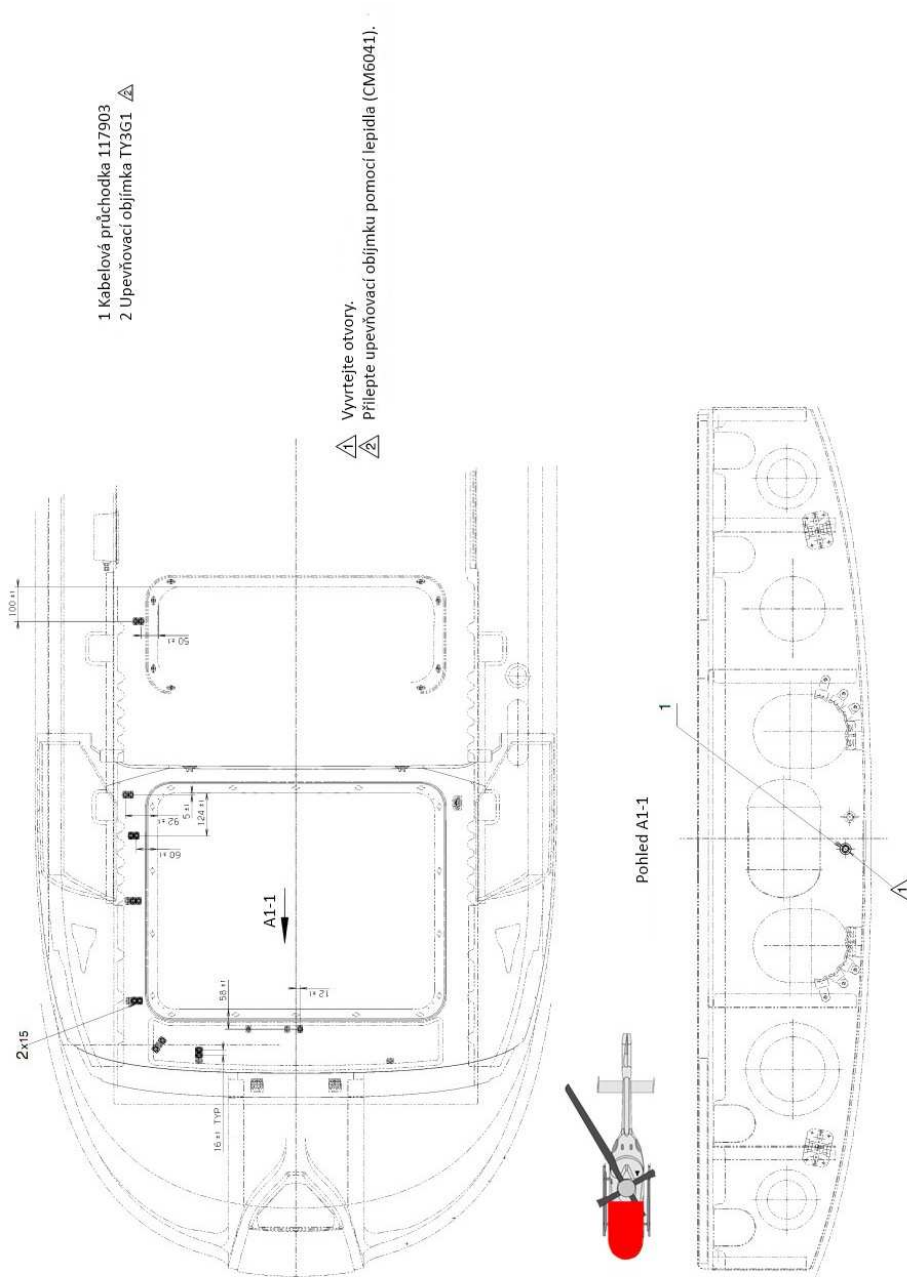
A. Přípravné kroky:

- (1) Odpojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00, 2-1.
- (2) Pokud je to nezbytné, sejměte obložení interiéru dle AMM, 25-20-00.
- (3) Pokud je to nezbytné, sejměte kryt nosu. dle AMM, 52-40-00, 4-2.
- (4) Pokud je to nezbytné, sejměte přední přístupový kryt dle AMM, 52-40-00, 4-3.
- (5) Pokud je to nezbytné, sejměte kryty postranních tunelů dle AMM, 52-50-00, 4-3.

B. Instalace pitot-statického potrubí (nákres 4):

(1) Vytvoření uchycení k draku.

- (a) Použijte bit 9mm k vyvrtání otvoru (nákres 3).
- (b) Použijte vysavač k odstranění pilin.
- (c) Obnovte ochranu povrchu užitím chemického prostředku (CM 316) a nechte zaschnout.
- (d) Nainstalujte kabelovou objímku.
- (e) Použijte lepicí pastu (CM 6041) k upevnění objímky na pozici vyznačenou v nákresu 3. Lepicí pastu nechte zaschnout.



Obrázek 4.3.41 Nákres 4 uchycení k draku [5]

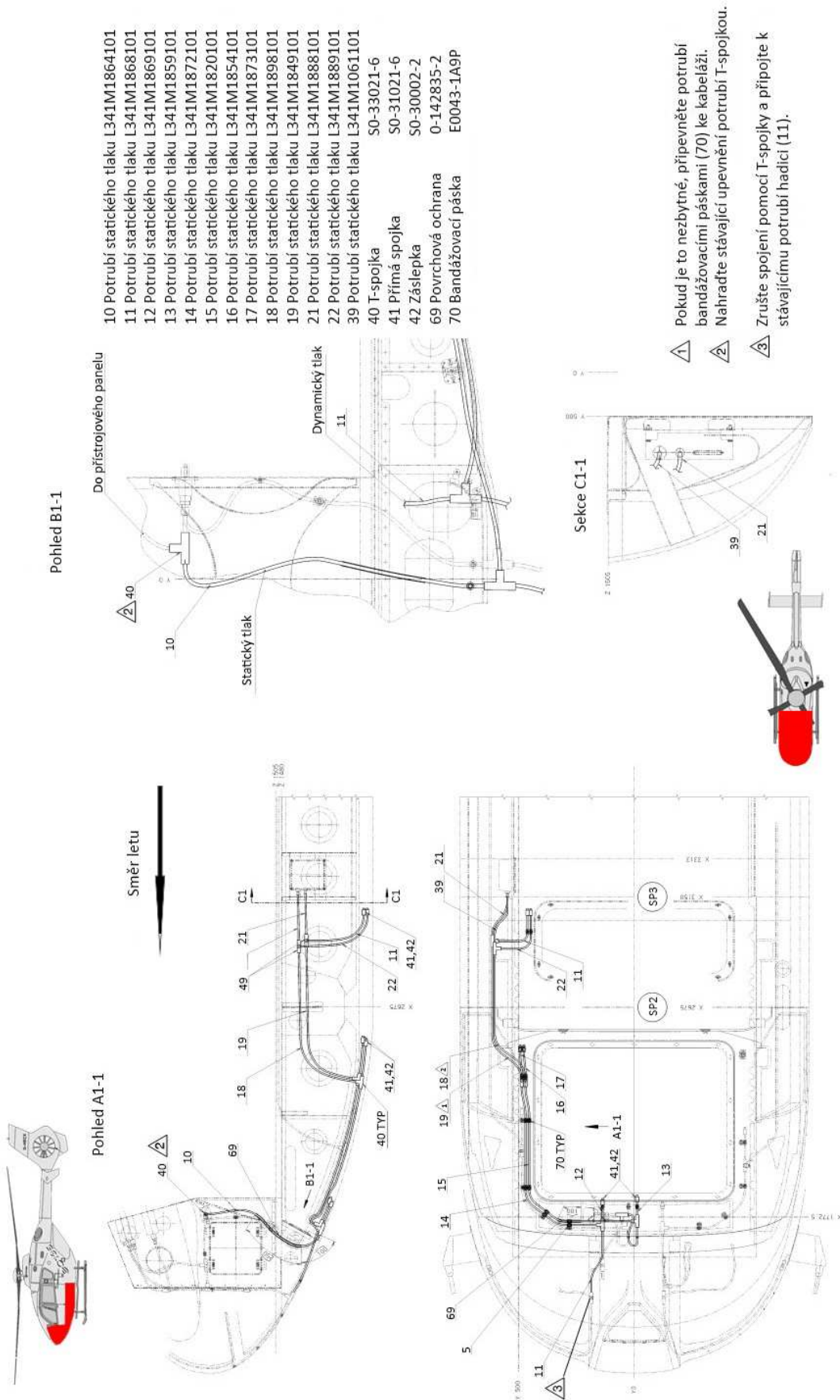
(2) Ved'te potrubí z přístrojové desky do ADC2 (nákres 4).

(a) Potrubí statického tlaku

- Vyměňte koleno za spojku ve tvaru T (40, nákres 4) obsaženou ve výměnné sadě.
- Použijte součástky (10,40) obsažené ve výměnné sadě a ved'te potrubí statického tlaku ze spojky ve tvaru T na přístrojové desce směrem dolů do trupu.
- Připojte hadici (13) přímou spojkou (41) a záslepkou (42) k spojce ve tvaru T ve spodní části trupu.
- Připojte hadici (15) ke spojce ve tvaru T ve spodní části trupu a na jeho konci umístěte spojku ve tvaru T.
- Připojte krátkou hadici (16) přímou spojkou (41) a záslepkou (42) k této spojce ve tvaru T. Připojte hadici (18) k hornímu konci spojky ve tvaru T a připojte spojku ve tvaru T na konec této hadice (18).
- Ved'te potrubí (39) z horního konce spojky ve tvaru T do horní přípojky ADC. Hadici (22) s přímou spojkou (41) a záslepkou (42) ved'te směrem dolů.

(b) Potrubí dynamického tlaku

- Odšroubujte potrubí s přímou spojkou a záslepkou ze spojky ve tvaru T (40, nákres 4) a vyřad'te ho.
- Připojte potrubí z pitotstatické trubice (11) ke spojce ve tvaru T a umístěte další spojku na konec.
- Připojte hadici (12) přímou spojkou (41) a záslepkou (42) ke spojce ve tvaru T ve spodní části trupu.
- Připojte hadici (14) ke spojce ve tvaru T ve spodní části trupu a umístěte další spojku na konec.
- Připojte krátkou hadici (17) přímou spojkou (41) a záslepkou (42) k této spojce ve tvaru T. Připojte hadici (19) k hornímu konci spojky ve tvaru T a připojte spojku ve tvaru T na konec této hadice (19).
- Ved'te potrubí (21) z horního konce spojky ve tvaru T do dolní přípojky ADC. Hadici (11) s přímou spojkou (41) a záslepkou (42) ved'te směrem dolů.



Obrázek 4.3.42 Nákres 4 vedení potrubí [5]

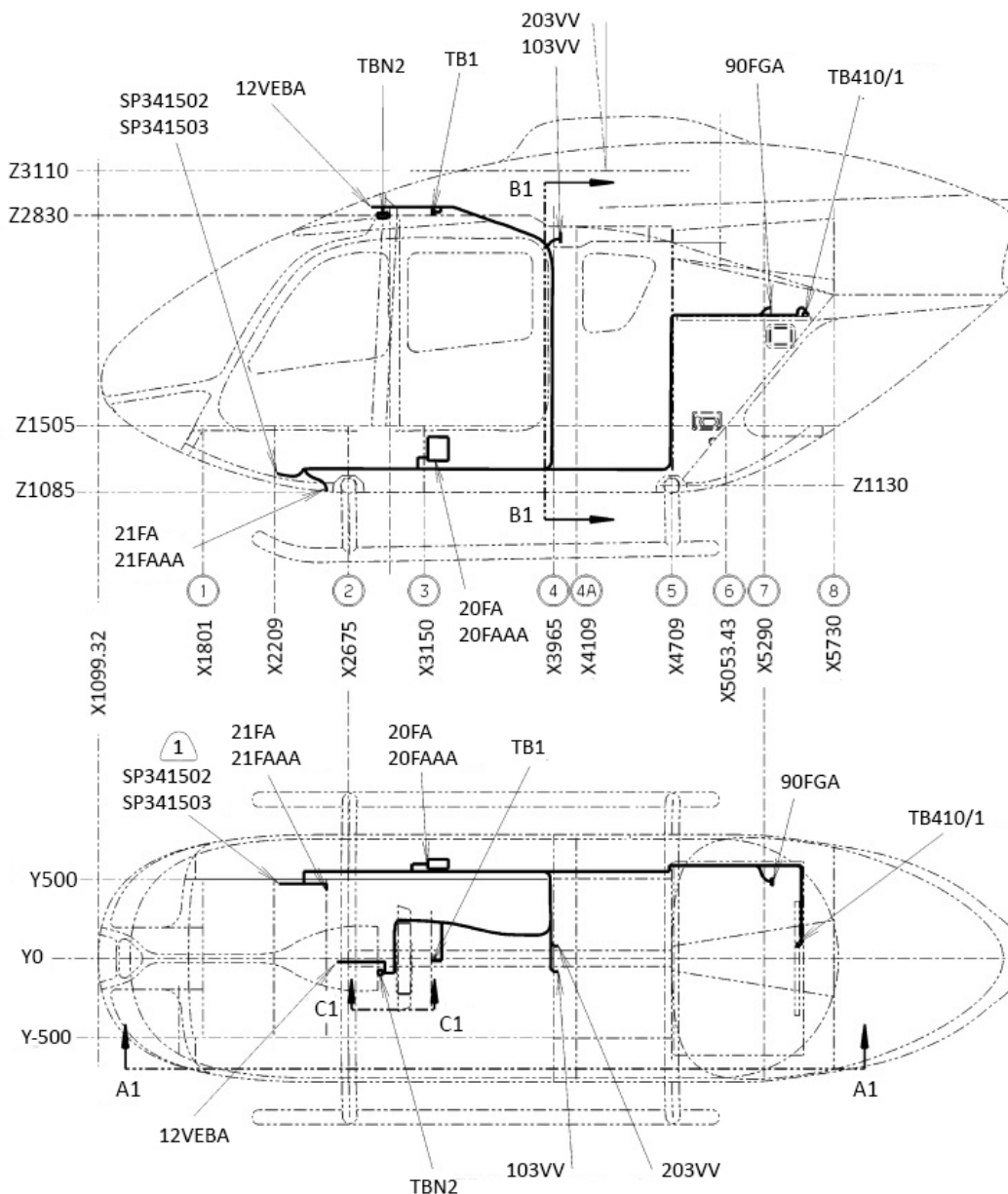
(c) Jakou ochranu proti oděru použijte plastový prstenec (69) v oblastech uvedených v nákresu 4.

(d) Připevněte nově vedené potrubí k úchytům použitím bandážovacích pásek (70).

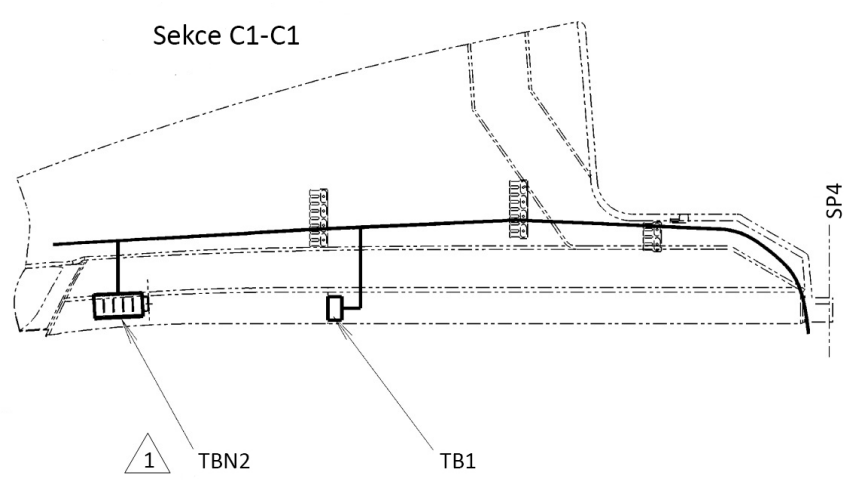
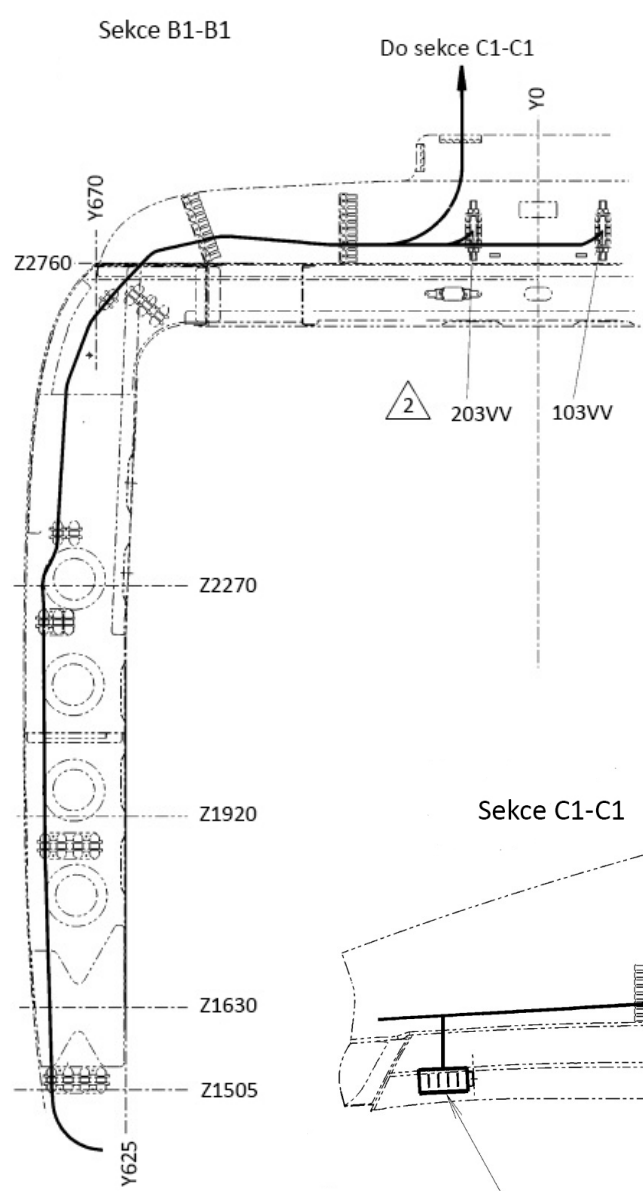
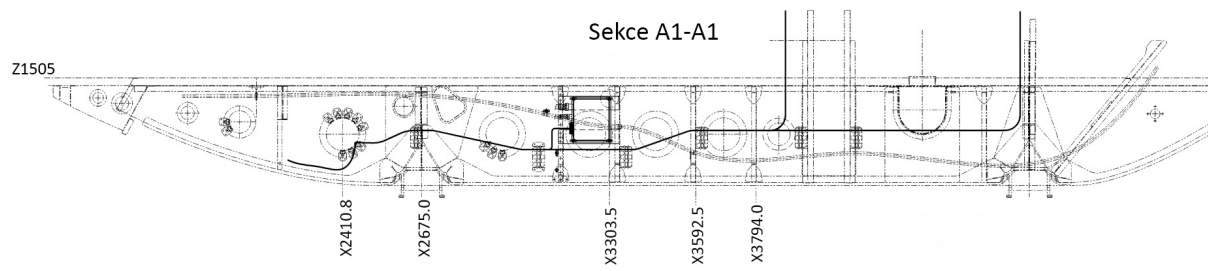
C. Instalace elektrického vedení 66VB:

**VAROVÁNÍ** Vyvarujte se oděru elektrického vedení během instalace. V případě nutnosti užití plastový prstenec proti oděru.

(1) Ved'te elektrické vedení dle nákresu 5 a připojte k současnému vedení použitím bandážovacích pásek.



Obrázek 4.3.43 Nákres 5 elektrické vedení [5]



Obrázek 4.3.44 Nákres 5 elektrické vedení [5]



D. Připojení elektrického vedení:

(1) Připojte kabely k uchycení vybavení 103VV a 203VV ve střeše kabiny (elektrické schéma, nákres 2).

**POZNÁMKA** Pokud jsou všechna připojení využita, použijte jiné připojení ve stejném uchycení vybavení

(a) Připojte kontakt kabelu 2004N-CF22 a 2005N-CF22 k uchycení vybavení 103VV.

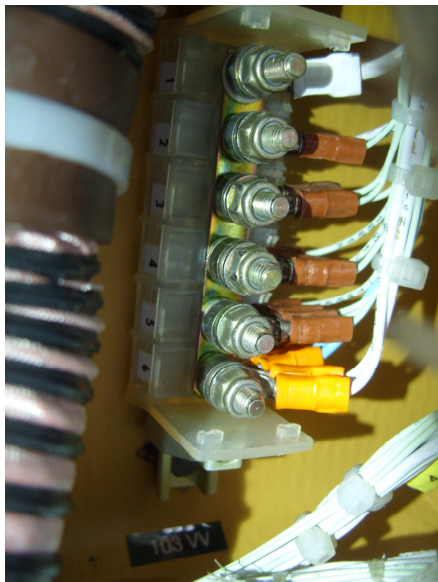
(b) Připojte kontakt kabelu 2007N-CF22 k uchycení vybavení 203VV.

(c) Pokud je modul TBN2 (nákres 5) již do střechy kabiny nainstalován, odštípněte kontakt kabelu 2006N-CF22. Ošetřete konec kabelu tepelně smršťovací objímkou a zakryjte ho.

(d) Pokud nebyl modul TBN2 dosud nainstalován, připojte kabel 2006-CF22 k uchycení vybavení 203VV.

(2) Připojte kabely k TB1 ve střeše kabiny (elektrické schéma, nákres 2).

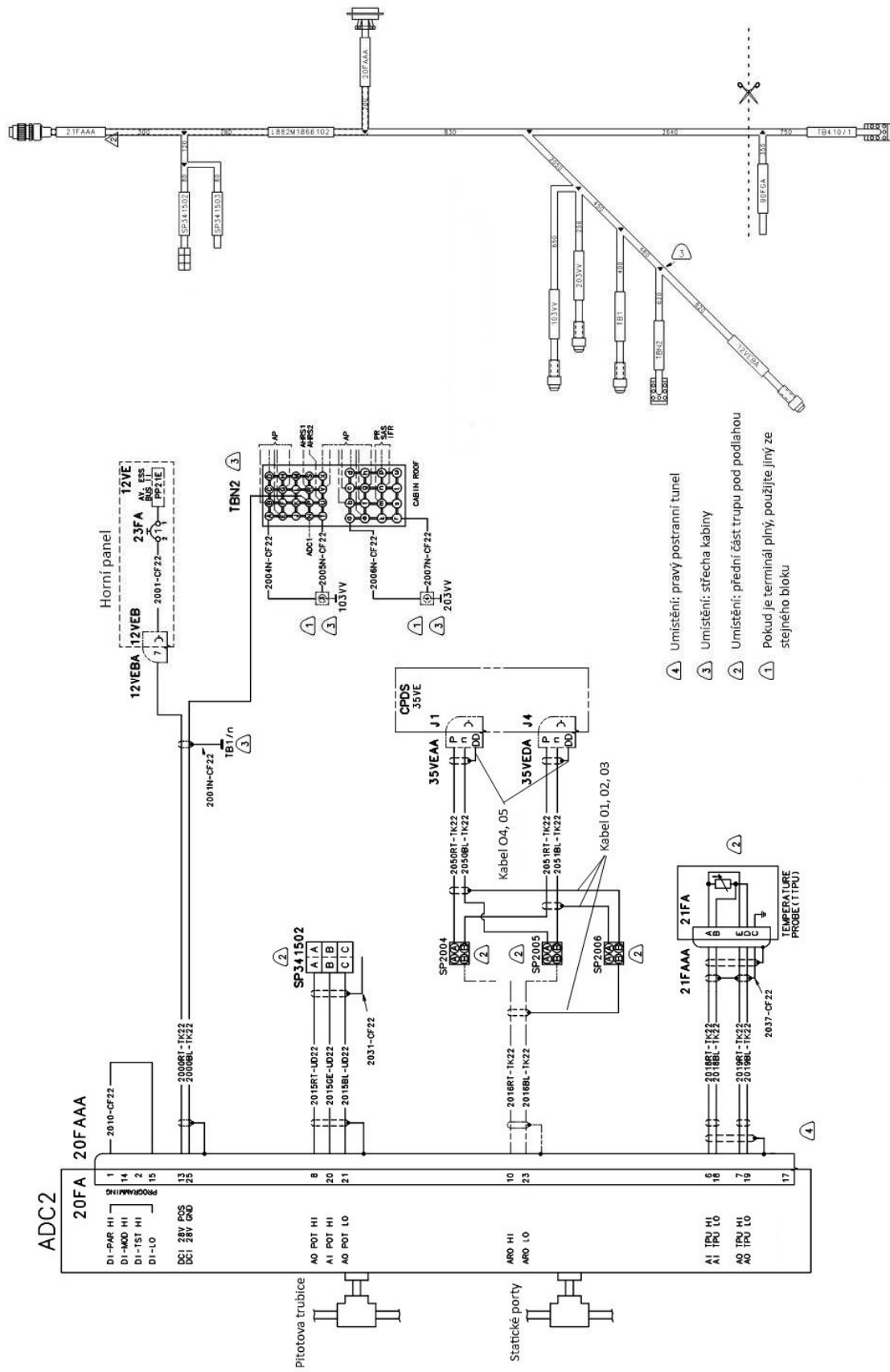
(a) Vložte kabel 2001N-CF22.



Obrázek 4.3.45 103VV



Obrázek 4.3.46 TBN2



Obrázek 4.3.47 Nákres 2 elektrické schéma [5]

E. Úprava horního panelu:

(1) Sejměte horní panel dle AMM, 24-62-01, 4-1.

**ÚČINNOST** Všechny vrtulníky od sériového čísla 0385

(2) Vyměňte typový štítek CBII.

(a) Opatrně sejměte typový štítek CBII.

(b) Sejměte zbytky lepidla z horního panelu.

(c) Naneste lepidlo na nový typový štítek a umístěte jej na horní panel.

**ÚČINNOST** Vše

(3) Nainstalujte jistič (1, nákres 1) dle AMM, 24-62-01, 8-1.

(4) Upevněte štítek 23FA (2, nákres 1).

(5) Oholte kabel 2001-CF22 a přikrimpujte kontakt EN3155-003F2222 na jednu stranu, kontakt MBBN3419-03 na stranu druhou.

(6) Ved'te kabel ze zásuvky 12VEB, připojte oblast "7" k jističi 23FA (elektrické schéma, nákres 2). Připojte kabel k současnému elektrickému vedení použitím vázací pásky.

(7) Upravte zásuvku 12VEBA na stropním panelu (elektrické schéma, nákres 2).

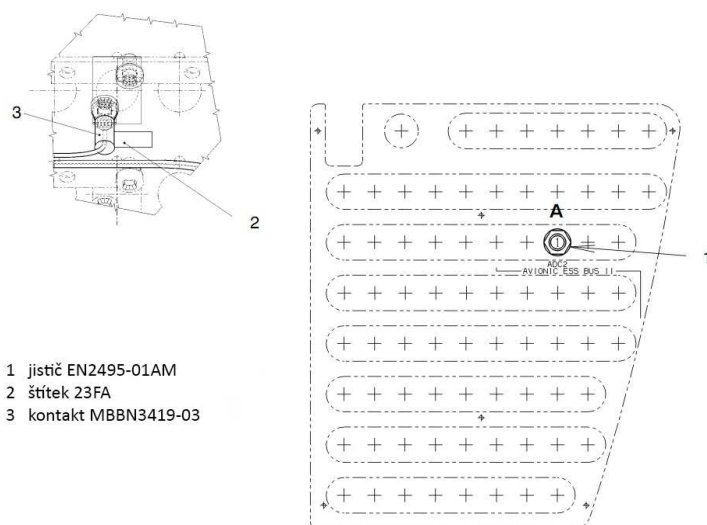
(a) Sejměte zásuvku z horního panelu.

(b) Odpojte nepoužívaný kontakt ze zásuvky 12VEBA, připojte část "7" a připojte kabel 2000RT-TK22 k části "7".

(c) Upevněte odlehčení k zásuvce 12VEBA a připojte zásuvku k hornímu panelu.

(8) Nainstalujte horní panel dle AMM, 24-62-01, 4-2.

Zadní pohled na detail A

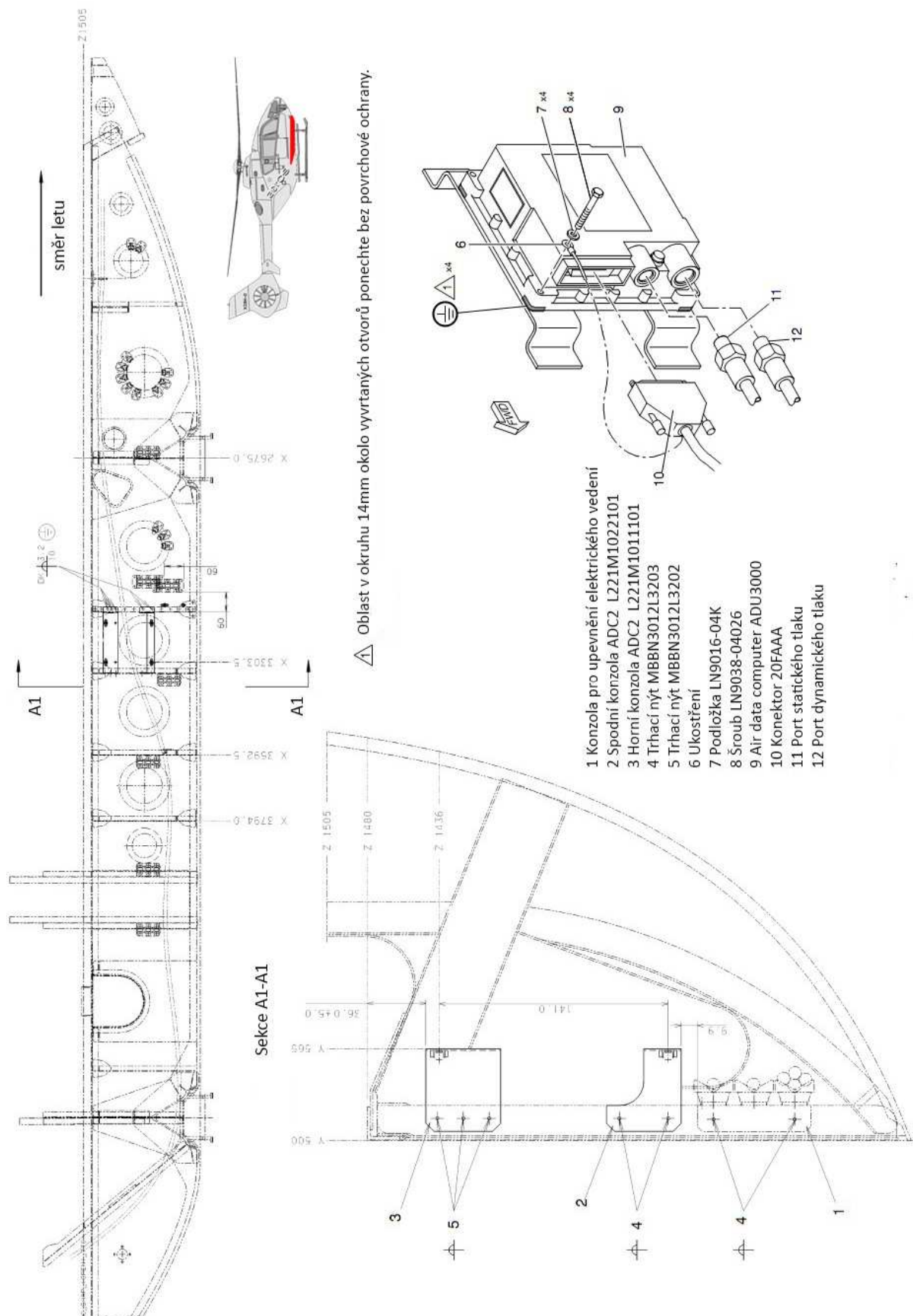


Obrázek 4.3.48 Nákres 1 umístění jističe [5]

F. Instalace ADC2 (nákres 6):

(1) Instalace konzoly:

- (a) Odvrtejte nýty (4, nákres 6) pro uchycení konzoly na upevnění elektrického vedení (1, nákres 6) použitím vrtáku o průměru 3,2mm.
- (b) Umístěte horní uchycení konzoly (3) dle nákresu 6 a označte umístění otvorů. Pokuste se udržet současné rozmezí mezi nýty.
- (c) Umístěte spodní uchycení konzoly (2) dle nákresu 6 a označte umístění otvorů. Pokuste se udržet současné rozmezí mezi nýty.
- (d) Umístěte upevnění konzoly pro elektrické vedení (1) dle nákresu 6 ve vzdálenosti 9,9mm od spodního úchyty konzoly a označte otvory.
- (e) Vyvrtejte otvory pro uchycení konzoly použitím vrtáku o průměru 3,2mm.
- (f) Odstraňte izolační vrstvu z místa dotyku mezi horním (3) a spodním (2) uchycení konzoly.
- (g) Upevněte uchycení konzoly (1) pomocí dvou trhacích nýtů (4).
- (h) Upevněte uchycení konzoly (2) pomocí čtyř trhacích nýtů (4).
- (i) Upevněte uchycení konzoly (3) pomocí šesti trhacích nýtů (5).
- (j) Použijte vysavač k odstranění pilin a zbytků nýtů.
- (k) Změřte odpor mezi uchycením konzoly 2,3 a drakem. Odpor musí být maximálně 2 miliohmů.
- (l) Aplikujte povrchovou ochranu (CM 478, CM 479, CM 480) na neošetřená místa. Místo kontaktu mezi uchycením konzoly a drakem musí zůstat čisté.
- (m) Nainstalujte ADC2 dle AMM, 34-15-00, 4-1.
- (n) Změřte odpor mezi ADC2 a drakem. Odpor musí být maximálně 2,5 miliohmů.
- (o) Aplikujte povrchovou ochranu (CM 478, CM 479, CM 480) na zemní body.
- (p) Připojte zásuvku 20FAAA k ADC2 (elektrické schéma, nákres 2).



Obrázek 4.3.49 Náskres 6 umístění ADC2 [5]

G. Instalace jednotky sondy celkové teploty a přemístění OAT senzoru (nákres 7):

(1) Sejměte OAT senzor dle AMM, 31-23-00, 4-1.

(2) Vytvořte otvory pro sériový OAT senzor a TTPU:

(a) Vyvrtejte otvory o průměru 12mm dle nákresu 7, detail X1 ve spodní části draku.

Vytvořte zapuštění o průměru 27mm v okolí otvoru.

(b) Zvětšete otvor pro OAT senzor na průměr 35mm dle nákresu 7, detail X1.

(c) Vyvrtejte čtyři otvory pro uchycení použitím vrtáku o průměru 3,5mm dle nákresu 7, detail X1.

(d) Před aplikací povrchové ochrany očistěte povrch acetonem (CM203).

(e) Obnovte povrchovou ochranu (CM 472, CM 435, CM 459).

(3) Nainstalujte OAT senzor dle AMM, 31-23-00, 4-1.

(4) Nainstalujte jednotku sondy celkové teploty dle AMM, 34-15-00, 4-2.

(a) Změřte odpor mezi TTPU a drakem. Odpor musí být maximálně 15 miliohmů.

(b) Připojte zásuvku 21FAAA k TTPU.

H. Instalace nebo připojení modulu TBN2:

(1) Pokud je modul TBN2 již nainstalován ve střeše kabiny (nákres 5):

(a) Odpojte kabely 2004N-CF22, 2005N-CF22, 2006N-CF-22 a 2007N-CF22 od modulu TBN2 (nákres 2).

(b) Přerušete kontakt s kabelem 2006N-CF22. Ošetřete konec kabelu tepelně smršťovací objímkou a zakryjte ho.

(c) Vložte kabel 2004N-CF22, 2005N-CF22 a 2007N-CF22 do již nainstalovaného modulu.

(2) Pokud nebyl modul TBN2 dosud nainstalován:

(a) Nainstalujte modul TBN2 do držáku ve střeše kabiny.

(b) Upevněte štítek "TBN2".

I. Vytvořte připojení k CPDS (nákres 2):

**POZNÁMKA** Modul TB410/1 připojený k elektrickému vedení není v tomto případě potřeba. Odstraňte tuto část elektrického vedení zahrnující i část 90FGA

(1) Ved'te kabely 2016-TK22 na pravé straně spodní části draku do nosní části a připravte je k připojení dle nákresu 2.

(2) Ved'te kabely 2050-TK22 a 2051-TK22 z pravé strany nosní části do VEMD.

- (3) Oholte kabely 2016-TK22, 2050-TK22 a 2051-TK22 a přikrmpujte je na kontakt MBBN3495Y20.
- (4) Připevněte ochrannou mřížku vedoucí WIRE01 do WIRE3 dle nákresu 2 použitím pájecího spoje.
- (5) Označte identifikační štítky SP2004, SP2005 a SP2006 a posuňte je na příslušné kabely (nákres 2).
- (6) Vložte kabely 2016-TK22, 2050-TK22 a 2051-TK22 do připojovacího modulu dle nákresu 2.
- (7) Oholte kabely 2050-TK22 a 2051-TK22 z 35VE a přikrmpujte je na kontakty EN3155-019F2020.
- (8) Připojte kabely ke konektorům 35VEA a 35VEDA:
  - (a) Připevněte ochrannou mřížku vedoucí WIRE01 do WIRE3 dle nákresu 2 použitím pájecího spoje.
  - (b) Odpojte zásuvku z VEMD a odstraňte odlehčení.
  - (c) Odstraňte záslepku a vložte kabely (elektrické schéma, nákres 2).
  - (d) Připevněte odlehčení na zásuvku 35VE a připojte obě zásuvky do VEMD.

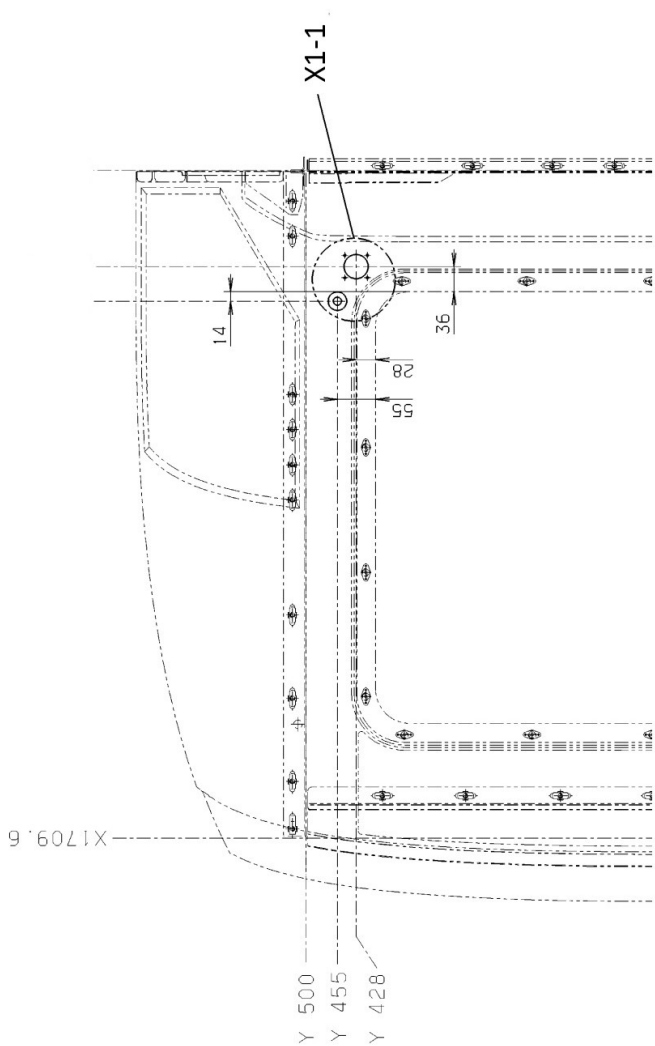
J. Provedte funkční test:

- (1) Provedte test těsnosti pitot-statického systému dle AMM, 34-11-00, 5-1.
- (2) Provedte funkční test použitím ARINC- testeru:
  - (a) Připojte ARINC-tester do připojovacích modulů SP204 a SP2005 (elektrické schéma, nákres 2).
  - (b) Zkontrolujte štítky 211, 213 a 206 dle AMM, 34-15-00, 5-1. Navíc zkontrolujte štítek 217 (statický tlak), Bit 30 a 31 musí mít hodnotu 1.

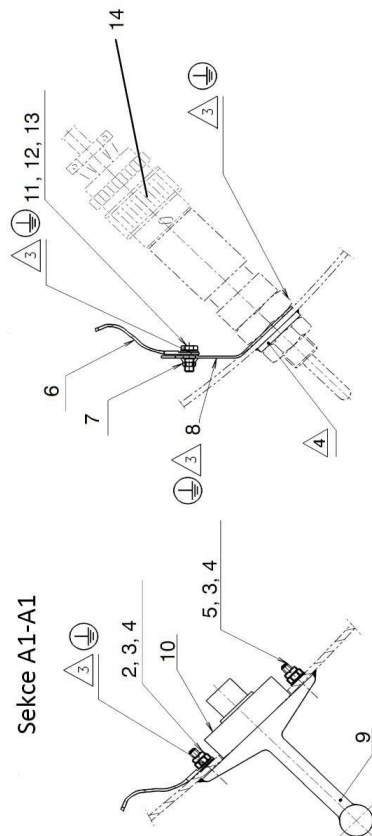
K. Následující úkony

- (1) Pokud je to nezbytné, nainstalujte obložení interiéru. dle AMM, 25-20-00.
- (2) Pokud je to nezbytné, nainstalujte kryt nosu. dle AMM, 52-40-00, 4-2.
- (3) Pokud je to nezbytné, nainstalujte přední přístupový kryt dle AMM, 52-40-00, 4-3.
- (4) Pokud je to nezbytné, nainstalujte kryty postranních tunelů dle AMM, 52-50-00, 43

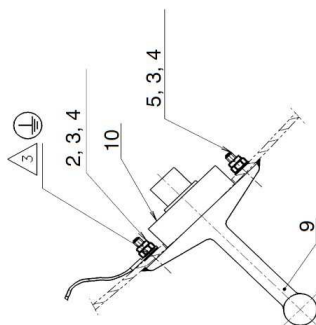
L. Potvrďte provedení servisního bulletinu záznamem do dokumentace vrtulníku.



Sekce B1-B1



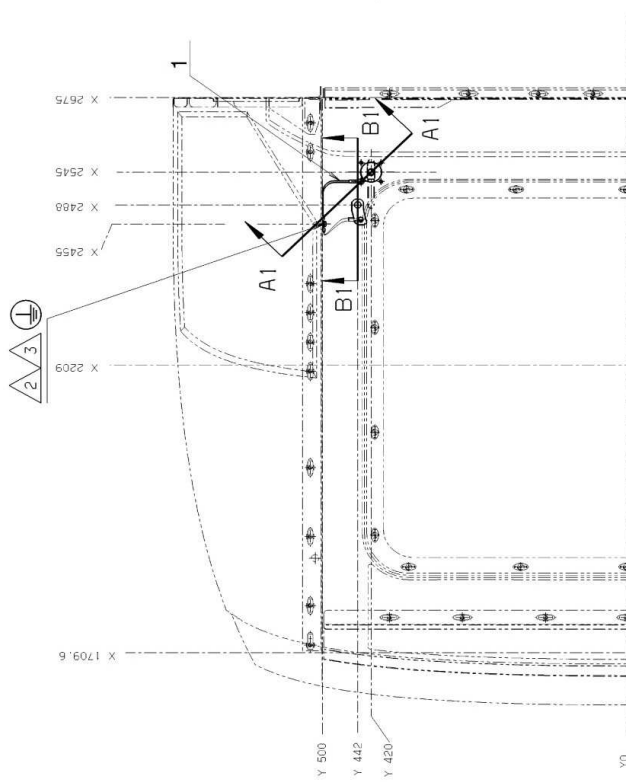
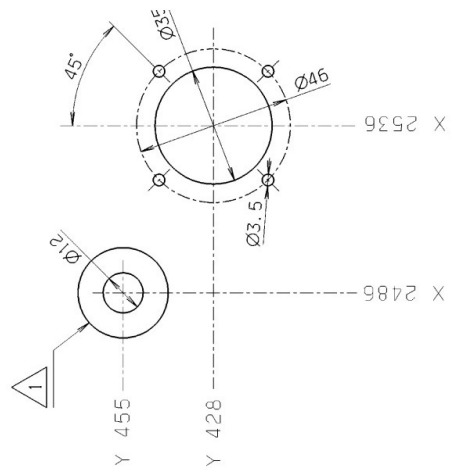
Sekce A1-A1



- 1 Zemnící proužek MBBN3318-4-45-180
- 2 Zápusťný šroub LN9438AM3X14
- 3 Podložka LN9016-03L
- 4 Matice LN9348-03
- 5 Zápusťný šroub LN9438AM3X12
- 6 Zemnící proužek MBBN3318-4-45-100
- 7 Matice LN29790M4
- 8 Deska L221M1015205
- 9 TTPU C1619AB
- 10 Štípek 21FA
- 11 Šroub LN90038K04012
- 12 Podložka LN9016-04K
- 13 Podložka LN9166-4,3N
- 14 OAT senzor

- 1 Vytvořte plochu o průměru 27mm
- 2 Použijte zemnící proužek předního krytu
- 3 Kontaktní plocha bez izolační povrchové ochrany
- 4 Odstraňte stávající podložku!

Detail X1



Obrázek 4.3.50 Náskres 7 umístění TTPU a OAT [5]



## 4.4 Modernizace přístrojového panelu

### 4.4.1 Popis přístrojového panelu

Součástí přístrojového vybavení vrtulníku je systém CPDS (Central Panel Display System). Tento systém je univerzálním indikačním systémem sloužícím k zobrazení následujících upozornění:

- výstražné zprávy a upozornění
- množství zbývajcího paliva (údaje ze všech palivových nádrží)
- parametry motorů (N1, TOT, TRQ)
- mast moment
- venkovní teplota vzduchu (OAT)
- dodávka elektrické energie
- tlak a teplota v motoru a hlavním reduktoru

Samotný panel můžeme ještě rozdělit na CAD (Caution Advisory Display) a VEMD (Vehicle and Engine Monitoring Display).

Systém CAD je tvořen jedním displejem, který primárně zobrazuje výstražné zprávy a zároveň slouží jako záloha pro případné selhání systému VEMD (v omezené míře jej dokáže nahradit).

Systém VEMD tvoří dva barevné displeje, které jsou určeny k zobrazování parametrů motoru, které jsou dodávány zařízením FADEC. Navíc může zobrazovat data systémů palubních jako např. autopilot, elektrický systém či doplňkových jako externí hák. Oba displeje jsou konfigurovány duplexně, tzn. jsou navzájem propojeny dvěma procesory.

Vrtulník EC135 je vybaven systémem pro zlepšení manévrovatelnosti primárně pro výpadek kritické pohonné jednotky a sekundárně také pro pohyb v malé výšce např. v náročném terénu či městské zástavbě. V případě výpadku jednoho motoru v malé výšce je výhodné zvýšit otáčky volné turbíny pracujícího motoru (v řádu procent), což zajistí dostatek výkonu pro provedení přistání či nezbytný manévr. Tato funkce je limitována rychlostí letu 55 uzlů. Pilot má v kokpitu k dispozici spínač, kterým je systém manuálně aktivován a při dosažení limitní rychlosti musí být pilotem manuálně vypnut. Po aktivaci dojde příkazem

sytému FADEC ke zvýšení otáček volné turbíny o 3% (tzn. maximální otáčky se zvýší až na 103%).

Verze T2 je standardně vybavena systémem CAT A (zkratka z angl. slova category A), který funguje výše popsaným způsobem. Jeho nevýhodou je zvýšená vytíženost pilota, který jej musí zapínat i vypínat manuálně v povoleném rozmezí rychlostí, což zejména při pilotáži ve ztížených podmínkách může vést ke vzniku nebezpečných situací.

Proto je verze T2+ vybavena systémem HIGH NR, který funguje v plně automatickém režimu - lze jej manuálně zapnout i vypnout, počítač však sám hlídá povolené parametry letu. V praxi to funguje tak, že jej piloti nechávají zapnutý stále. Tímto je také vysvětlena nutnost zástavby ADC2, jehož princip je detailně popsán v kap. 4.3.3.



Obrázek 4.4.11 Indikátor HIGH NR



Obrázek 4.4.12 Spínač HIGH NR

## 4.4.2 Pokyny k provedení

### A. Modernizace CPDS:

#### (1) Vytvoření sériového čísla konfiguračního souboru:

- (a) Připojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00, 2-1.
- (b) Stiskněte testovací tlačítko CDS/WARN UNIT na horním panelu do pozice CDS a nechte ho stisknuté. Odečtěte konfigurační číslo z obrazovky systému CAD, VEMD1.
- (c) Odpojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00,2-1.
- (d) Okopírujte formulář (strana 25) a zašlete ECD.

#### (2) Výměna CAD a VEMD:

- (a) Připojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00, 2-1.
- (b) Zadejte požadovaná konfigurační data v operačním módu CONFIGURATION a zaznamenejte je.
- (c) Odpojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00,2-1.
- (d) Vyměňte současný VEMD dle AMM, 31-65-00,4-2 za nový.
- (e) Vyměňte současný CAD dle AMM, 31-65-00,4-1 za nový.
- (f) Vyberte v konfiguračním módu zadaná data.

#### (3) Provedte funkční test dle AMM, 31-65-00,5-1.

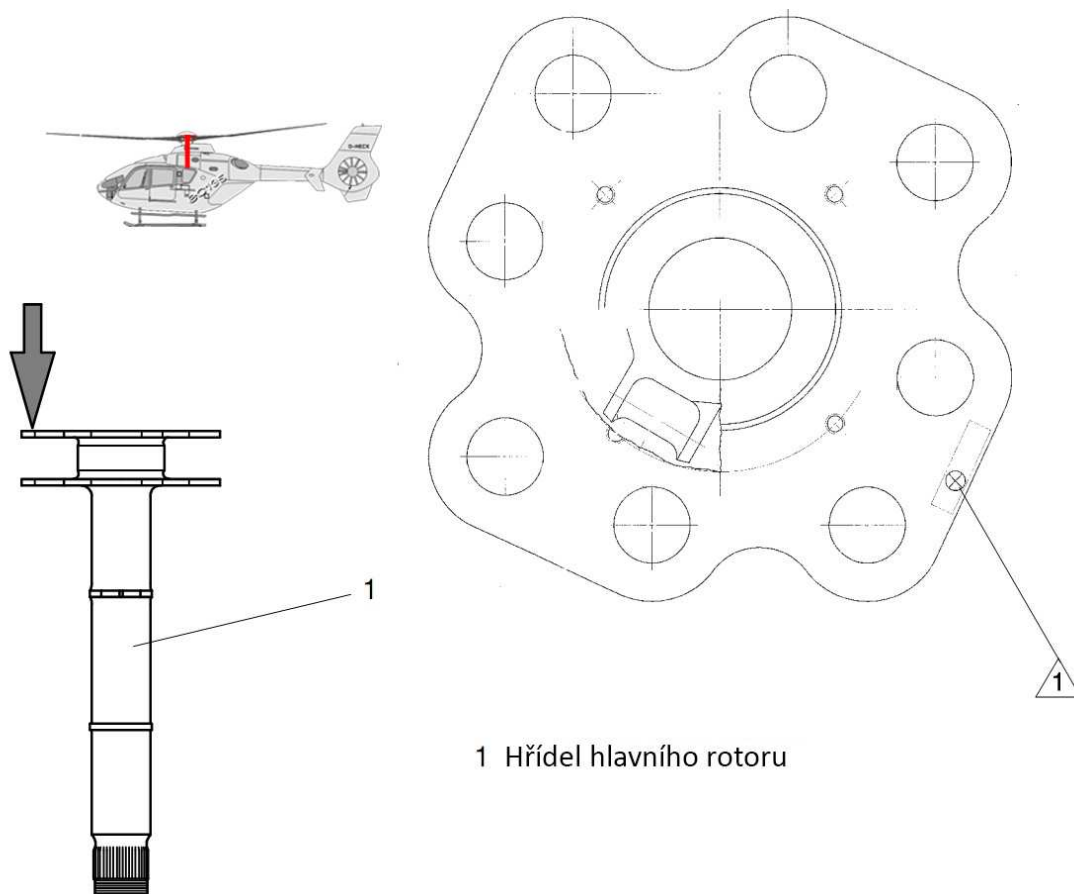
### B. Přeznačte součásti:

#### (1) Hřídel hlavního rotoru:

**POZNÁMKA** Hřídel s více než 20000 nalétanými hodinami nesmí být přeznačen

- (a) Přeznačte číslo dílu na hřídeli hlavního rotoru (nákres 1) z L623M1003109 na L623M1003110. Přeškrtněte poslední dvě číslice, ale nechte je stále rozeznatelné. Použijte permanentní barvu a napište "10" do jejich bezprostřední blízkosti. Ošetřete číslo dílu lakem (CM 4012, CM 4013)

**POZNÁMKA** Pokud je hřídel na tomto místě označen číslem dílu rotor mast hub, přeznačte jej z L623M1003209 na L623M1003210. Pokud zde číslo dílu není, použijte číslo dílu z příslušné karty hlavní transmise, nebo z karty hlavního hřídele a přeznačte jej.

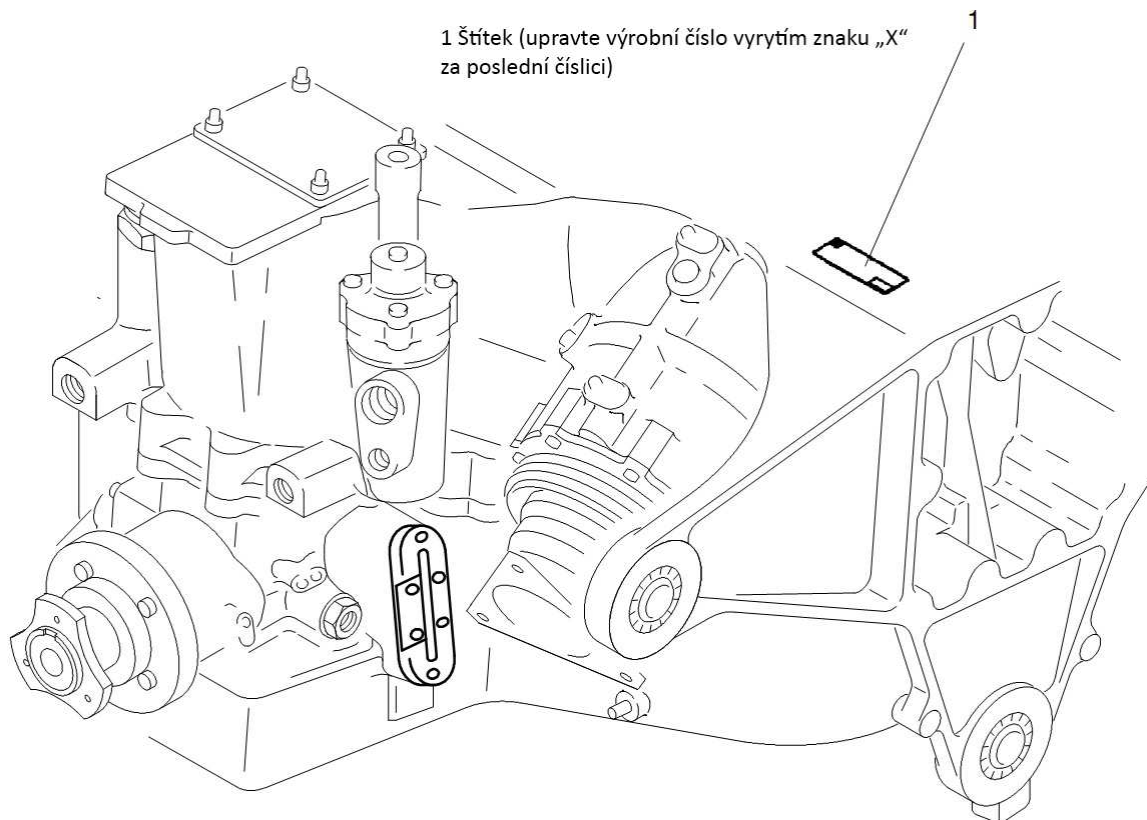


1 Hřidel hlavního rotoru

Obrázek 4.4.21 Náskres 1 hřidel hlavního rotoru [5]

## (2) Hlavní transmise

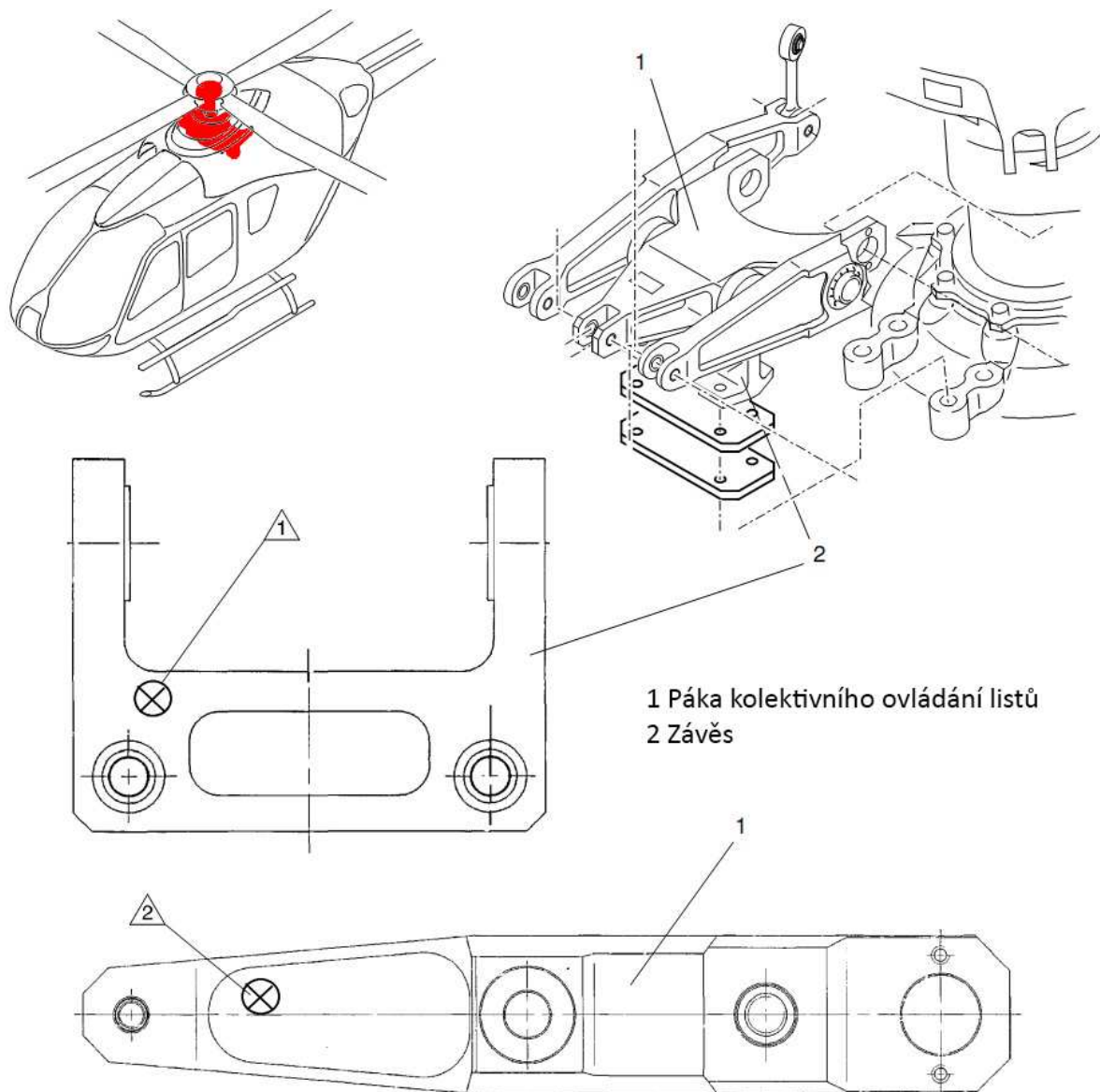
- (a) Doplněte číslo dílu na identifikační štítek hlavní transmise (nákres 2). Za pomoci kovového razítka vyražte "X" za číslo dílu na identifikační štítek. Potvrďte provedení servisního bulletinu záznamem do dokumentace vrtulníku.



Obrázek 4.4.22 Nákras 2 štítek hlavního reduktoru [5]

(3) Mixing lever gear unit:

- (a) Přeznačte čísla dílů na hinged support (nákras 3) z L671M7003208 na L671M7003210. Přeškrtněte poslední dvě číslice, ale nechte je stále rozeznatelné. Použijte permanentní barvu a napište "10" do jejich bezprostřední blízkosti. Ošetřete číslo dílu lakem (CM 4012, CM 4013).
- (b) Přeznačte číslo dílu na forked lever (nákras 3) z L671M3012101 na L671M012102 a z L671M3004205 na L671M3012201. Přeškrtněte poslední dvě číslice, ale nechte je stále rozeznatelné. Použijte permanentní barvu a napište nové číslice do jejich bezprostřední blízkosti. Ošetřete číslo dílu lakem (CM 4012, CM 4013).



Obrázek 4.4.23 Nákres 3 ovládání listů [5]

C. Části s omezenou životností:

(1) Vložte změněné a nové omezení životnosti do složky částí s omezenou životností.

D. Modernizace softwaru FADEC:

**ÚČINNOST** Turbomeca

(1) TU120C musí být splněno. K provedení použijte SI 2374/06 vydaný Turbomecou

**ÚČINNOST** Pratt & Whitney

(2) SB 28277 od Pratt & Whitney musí být splněn

**ÚČINNOST** Všechny EC135

E. Výměna spínače CAT A za spínač HIGH-NR:

(1) Odpojte elektrické systémy vrtulníku dle AMM, 24-00-00,2-1.

**ÚČINNOST** Všechny EC135 s výjimkou: S/N 0121, 0145, 0146, 0148, 0150, 0152, 0171, 0176, 0177, 0211, 0217, 0256, 0258, 0261, 0263, 0264, 0266, 0286, 0295, 0299, 0301, 0304, 0342, 0349, 0353 nebo vrtulníky s certifikací CAA a instalovaným CAT A systémem

(2) Upravte přístrojový panel pro indikátor HIGH-NR:

(a) Sejměte přístroje umístěné v prostřední konzole na přístrojovém panelu dle AMM, 31-11.

(b) Vyjměte plato přístrojového panelu (3, nákres 4).

(c) Vytvořte výřez v desce přístrojového panelu:

- Označte umístění výřezu dle nákresu 4.
- Vyvrtejte čtyři otvory o průměru 3mm dle detailu B.
- Vyřízněte otvor dle detailu B.
- Důkladně odstraňte špony.
- Ošetřete hrany otvoru užitím chemického prostředku (CM 316).

(d) Vytvořte zápuštný otvor v desce přístrojového panelu:

- Označte umístění otvoru dle nákresu 4.
- Užitím vrtáku o průměru 5,5mm vyvrtejte otvor a vytvořte zapuštění s úhlem 100° dle sekce A-A.
- Obnovte ochranu povrchu užitím chemického prostředku (CM 316) a nechte zaschnout. Naneste 2K polyurethanovou barvu (CM4042) na viditelná místa přístrojové desky a na hlavy šroubů.
- Upevněte štítek 11KP (8, nákres 4).

(e) Upravte přístrojový panel:

- Odvrtejte samojistnou matici z místa výřezu a odstraňte ji.
- Označte výřez dle nákresu 4.
- Vytvořte výřez.
- Umístěte výztužnou desku (4) dle nákresu 4 a okopírujte do ní otvory pro nýty z přístrojového panelu. Použijte vrták o průměru 2,5mm.

- Připevněte výztužnou desku pomocí dvou zápusných nýtů (5).
- Pomocí vrtáku o průměru 2,5mm vyvrtejte otvory pro samojistící matici (6).
- Připevněte samojistící matici pomocí zápusných nýtů (7).
- Obnovte ochranu povrchu užitím chemického prostředku (CM 316) a nechte zaschnout.

**ÚČINNOST** Všechny EC135 s certifikací CAA a instalovaným CAT A systémem

(3) Sejměte kryt nosu dle AMM, 52-40-00 ,4-2.

(4) Odstraňte CAT-A indikátor dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(5) Vytáhněte komponentu 11KP k umožnění přístupu ke kabelům 7613-0001CF22 a 7613-0002CF22 (elektrické schéma, strana 28).

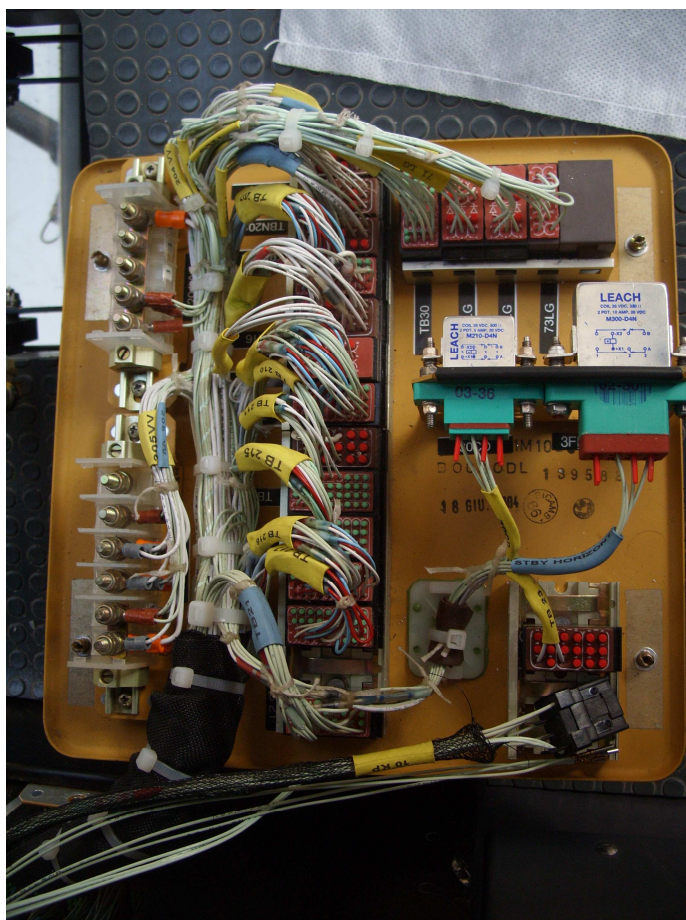
(6) Přerušte kabely 7613-0001CF22 a 7613-0002CF22 (elektrické schéma, strana 28).

Ošetřete konec kabelu tepelně smršťovací objímkou a zakryjte ho.

(7) Odeberte komponentu 11KP.

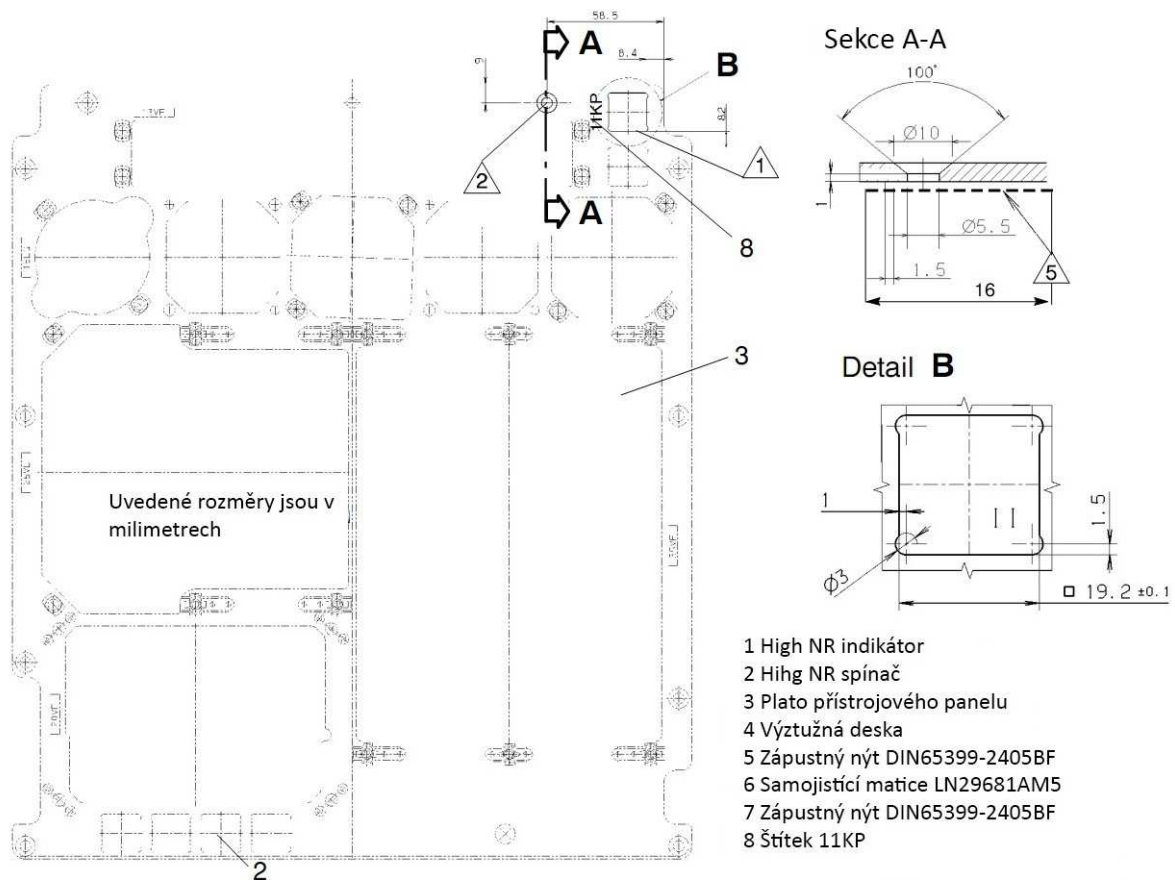


Obrázek 4.4.24 Otvory v přístrojové desce

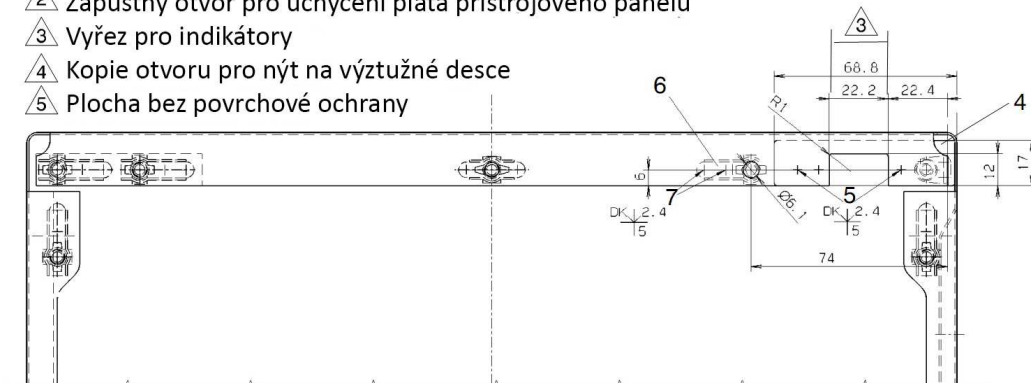


Obrázek 4.4.25 Pravý přístupový panel





- ① Výřez pro indikátor High NR
- ② Zápustný otvor pro uchycení plata přístrojového panelu
- ③ Výřez pro indikátory
- ④ Kopie otvoru pro nýt na výztužné desce
- ⑤ Plocha bez povrchové ochrany



Obrázek 4.4.26 Náčres 4 výřez pro spínač HIGH NR [5]

**ÚČINNOST** Všechny EC135

**VAROVÁNÍ** Ujistěte se, že při sejmutí přístupových panelů je elektrické vedení strain-relieved.

(8) Sejměte přístupové panely (1,8, nákres 5) uvolněním fastenerů na přístrojové desce a opatrně a odložte je co nejdál.

(9) Ved'te kabely L882M3168101 z přístrojového panelu:

(a) Ved'te kabely z desky přístrojového panelu do přístupových panelů (nákres 5).

(b) Připevněte kabely k stávající kabeláži pomocí bandážovacích pásek.

**ÚČINNOST** Všechny EC135 bez certifikace CAA a CAT A systému

(10) Nainstalujte přístrojový panel (3, nákres 4).

(11) Nainstalujte přístroje na přístrojový panel dle AMM, 31-11.

**ÚČINNOST** Všechny EC135

(12) Nainstalujte modul 12KP:

(a) Nainstalujte diodový modul (3, nákres 5) do volné pozice. Pokud jsou všechny pozice obsazené, nainstalujte přídatnou upevňovací kolejnici (SB-135-71-033-2C6):

- Dočasně umístěte upevňovací kolejnici (11, nákres 5) a označte místa pro otvory nýtů (12).
- Vyvrtejte otvory pomocí vrtáku o průměru 4,1mm.
- Připevněte upevňovací kolejnici pomocí nýtů (12).
- Naneste 2K polyurethanovou barvu (CM 4042) na hlavy nýtů.
- Upevněte štítek 12KP.

(b) Vložte diodový modul do příslušného výřezu (4) upevňovací kolejnice a stlačte dokud nezacvakne do své pozice.

(13) Nainstalujte relé 15KP:

(a) Nainstalujte diodový modul (3, nákres 5) do volné pozice. Pokud jsou všechny pozice obsazené, nainstalujte přídatnou konzolu (SB-135-71-033-2c6):

- Dočasně umístěte konzolu (9, nákres 5) a označte místa otvorů pro otvory nýtů (10).
- Vyvrtejte otvory pomocí vrtáků o průměru 2,5mm.

- Připevněte konzolu pomocí nýtů (10).
- Naneste 2K polyurethanovou barvu (CM 4042) na hlavy nýtů.
- Upevněte štítek 15KP.

(b) Zatlačte relé do pouzdra a připevněte pomocí šroubů a podložek.

(14) Přemístěte modul osvětlení 73LG:

(a) Vyjměte následující kabely z modulu L331M4602101 (13, nákres 5) a vložte je do modulu L331M4604103 (elektrické schéma, strana 27).

- Kabel 1015CF22 připojte k pozici "A" / 1011CF22 připojte k pozici "B".
- Kabel 1016CF22 připojte k pozici "C" / 1012CF22 připojte k pozici "D".
- Kabel 1017CF22 připojte k pozici "E" / 1013CF22 připojte k pozici "F".
- Kabel 1018CF22 připojte k pozici "G" / 1014CF22 připojte k pozici "H".
- Kabel 1067CF22 připojte k pozici "J" / 1065CF22 připojte k pozici "K".
- Kabel 1068CF22 připojte k pozici "L" / 1066CF22 připojte k pozici "M".

(b) Odeberte modul L331M4602101 dle AMM, 24-02-02, 8-1.

(c) Nainstalujte modul L331M4604103 dle AMM, 24-02-02, 8-1.

**ÚČINNOST** S/N 0121, 0145, 0146, 0148, 0150, 0152, 0171, 0176, 0177, 0211, 0217, 0256, 0258, 0261, 0263, 0264, 0266, 0286, 0295, 0299, 0301, 0304, 0342, 0349, 0353

(15) Odeberte indikátor PA ON/PA PTT (nákres 9) dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(a) Ošetřete konec kabelu tepelně smršťovací objímkou a zakryjte ho.

(16) Odeberte indikátor DME2/ HOLD dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(17) Nainstalujte indikátor DME2/HOLD do nové pozice (nákres 9) dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(18) Odeberte indikátor BAT/HOR dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(19) Nainstalujte indikátor BAT/HOR do nové pozice (nákres 9) dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(20) Odeberte indikátor MSG/APCH dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(21) Nainstalujte indikátor MSC/APCH do nové pozice (nákres 9) dle AMM, 31-11-00, 8-2.

(22) Odeberte indikátor MKR/HI dle AMM, 31-11-00, 8-2.

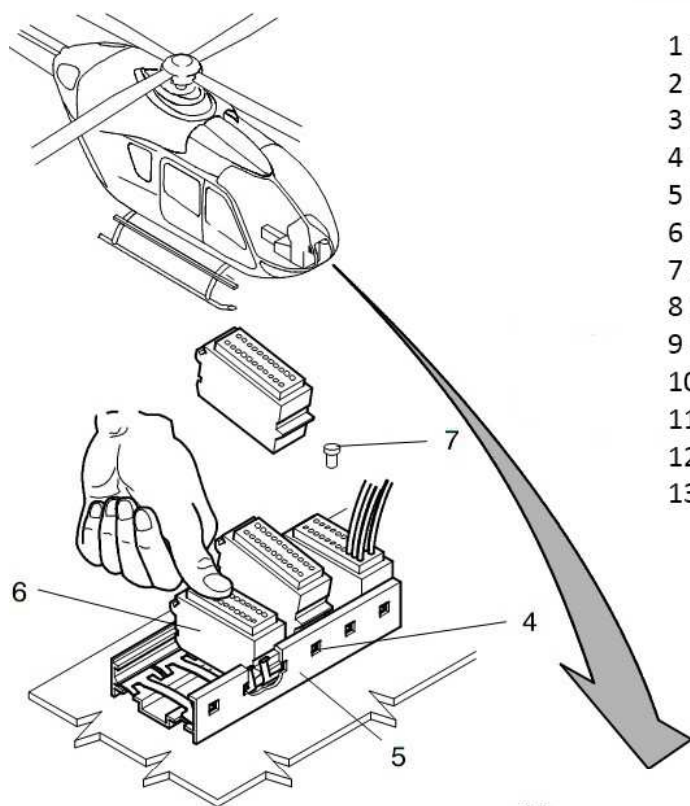
(23) Nainstalujte indikátor MKR/HI do nové pozice (nákres 9) dle AMM, 31-11-00, 8-2.

**ÚČINNOST** Všechny EC135

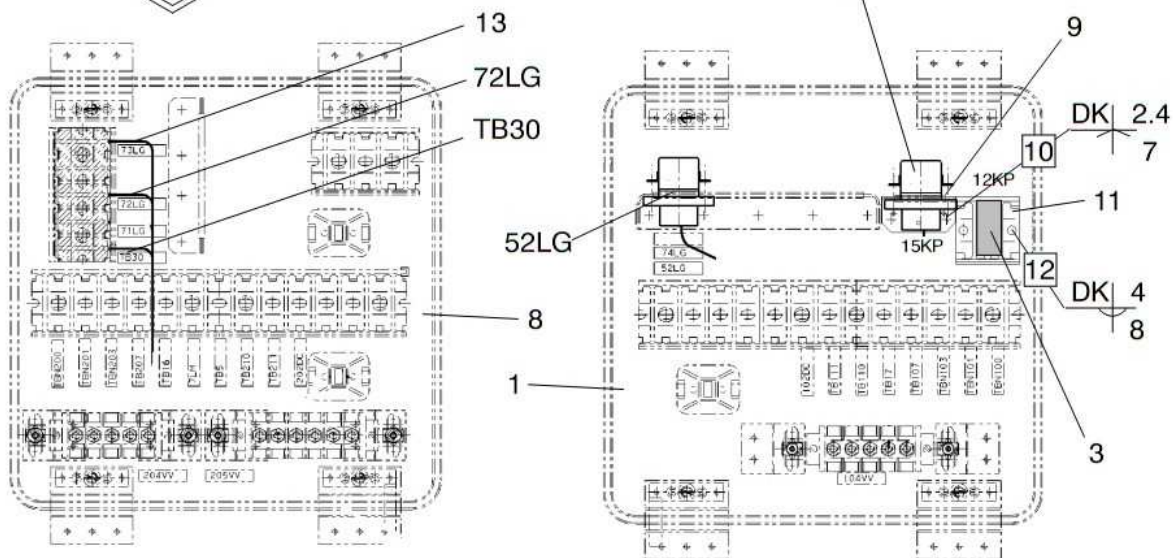
- (24) Odeberte CAT-A spínač dle AMM, 31-11-00, 8-2.
- (a) Vyjměte následující kabely z pouzdra 10KP CAT-A spínače a připojte je k novému vedení (elektrické schéma, strana 27).
- Vyjměte kabel 1032CF22 z pozice "NO2", odštípněte kontakt a oholte kabel. Spojte oholený kabel s kabelem 1032CF22 z elektrického vedení L882M3168101 použitím butt splice.
  - Vyjměte kabel 1034CF22 z pozice "NO3", odštípněte kontakt a oholte kabel. Spojte oholený kabel s kabelem 1034CF22 z elektrického vedení L882M3168101 použitím butt splice.
  - Vyjměte kabel 1026CF22 z pozice "C3", odštípněte kontakt a oholte kabel. Spojte oholený kabel s kabelem 1026CF22 z elektrického vedení L882M3168101 použitím butt splice.
  - Vyjměte kabel 1025CF22 z pozice "C2", odštípněte kontakt a oholte kabel. Spojte oholený kabel s kabelem 1025CF22 z elektrického vedení L882M3168101 použitím butt splice.
- (b) Odeberte light capsule CAT-A a nainstalujte light capsule HIGH NR dle AMM, 31-11-00, 8-1.
- (25) Nainstalujte HIGH NR spínač dle AMM, 31-11-00, 8-2.
- (26) Nainstalujte indikátor HIGH NR (11KP):
- (a) Vložte kabel 1054CF22 a kabel 1072CF22 do konektoru 250VV.
- (b) Vložte kabel 1062CF22 a kabel 1073CF22 do konektoru 150VV.
- (c) Nainstalujte indikátor HIGH NR, AMM, 31-11-00, 8-2.
- (27) Připevněte přístupové panely (1 a 8, nákres 5) na přístrojovou desku pomocí fastenerů.
- (28) Vyzkoušejte funkci všech přístrojů a systémů, které byly přemístěny během úpravy přístrojové desky.
- (29) Proved'te test funkčnosti dle AMM, 76-13-00, 5-1.
- (30) Proved'te test funkčnosti HIGH NR během letu dle MSM, 05-62-00, 6-3 pro EC135T2+ a MSM 05-62-00, 6-4 pro EC135P2+.

**ÚČINNOST** Všechny EC135 s certifikací CAA a CAT A indikátorem

- (31) Nainstalujte kryt nosu dle AMM, 52-40-00, 4-2.



- 1 Levý přístupový panel
- 2 Relé 15KP
- 3 Diodový modul 12KP
- 4 Výřez
- 5 Upevňovací kolejnice
- 6 Modul
- 7 Záslepka
- 8 Pravý přístupový panel
- 9 Konzola 117-904171.11
- 10 Univerzální nýt LN9198-2407E
- 11 Upevňovací kolejnice MBBN3495W02
- 12 Univerzální nýt LN9198-4008B
- 13 Modul osvětlení 73LG



Obrázek 4.4.27 Náskres 6 přístupové panely [5]

## ÚČINNOST Všechny EC135

### F. Upravte štítky:

(1) Přemístěte štítek (1, nákres 6) "Permissible gross mass" dle AMM, 11-00-00, 2-2.

(2) Přemístěte štítek (1, nákres 7) "Airspeed limitation" dle AMM, 11-00-00, 2-2.

(3) Umístěte přídavné štítky:

(a) Vyraďte nebo vyryjte "P2+" nebo "T2+" na štítek za "EC135".

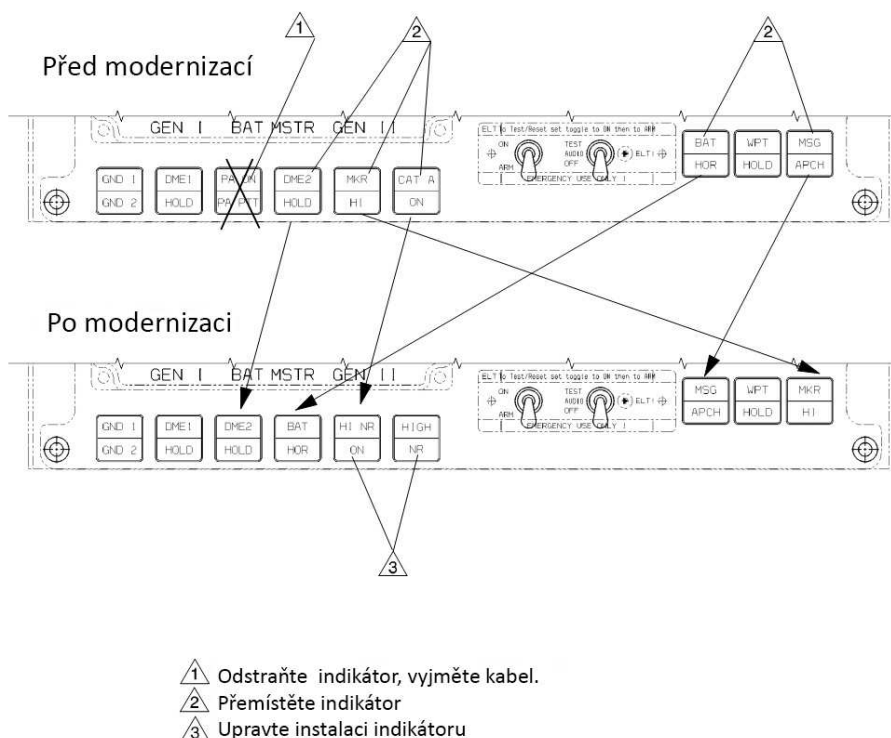
(b) Umístěte štítek v bezprostřední blízkosti původního štítku:

- Sejměte obložení interiéru z oblasti štítku.
- Umístěte štítek dle nákresu 8 a označte připevňovací otvory na vrtulník.
- Vyvrtejte otvory pomocí vrtáků o průměru 4,1mm.
- Připevněte štítek na vrtulník pomocí čtyř trhacích nýtů (3, nákres 8). Použijte tmelící prostředek (CM 668).
- Nainstalujte obložení interiéru.

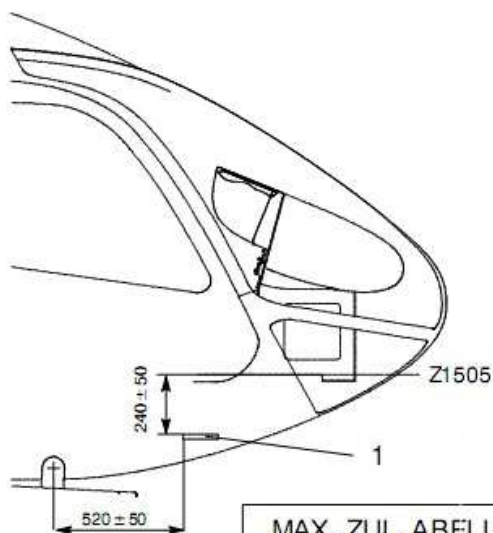
(4) Vyplňte list dotazníku na straně 26 a zašlete jej ECD.

G. V den provedení úpravy zapište životnost "0 letových hodin" hřídele hlavního rotoru do příslušné karty.

H. Potvrďte provedení servisního bulletinu záznamem do dokumentace vrtulníku.



Obrázek 4.4.28 Nákres 9 schéma indikačního tabla [5]



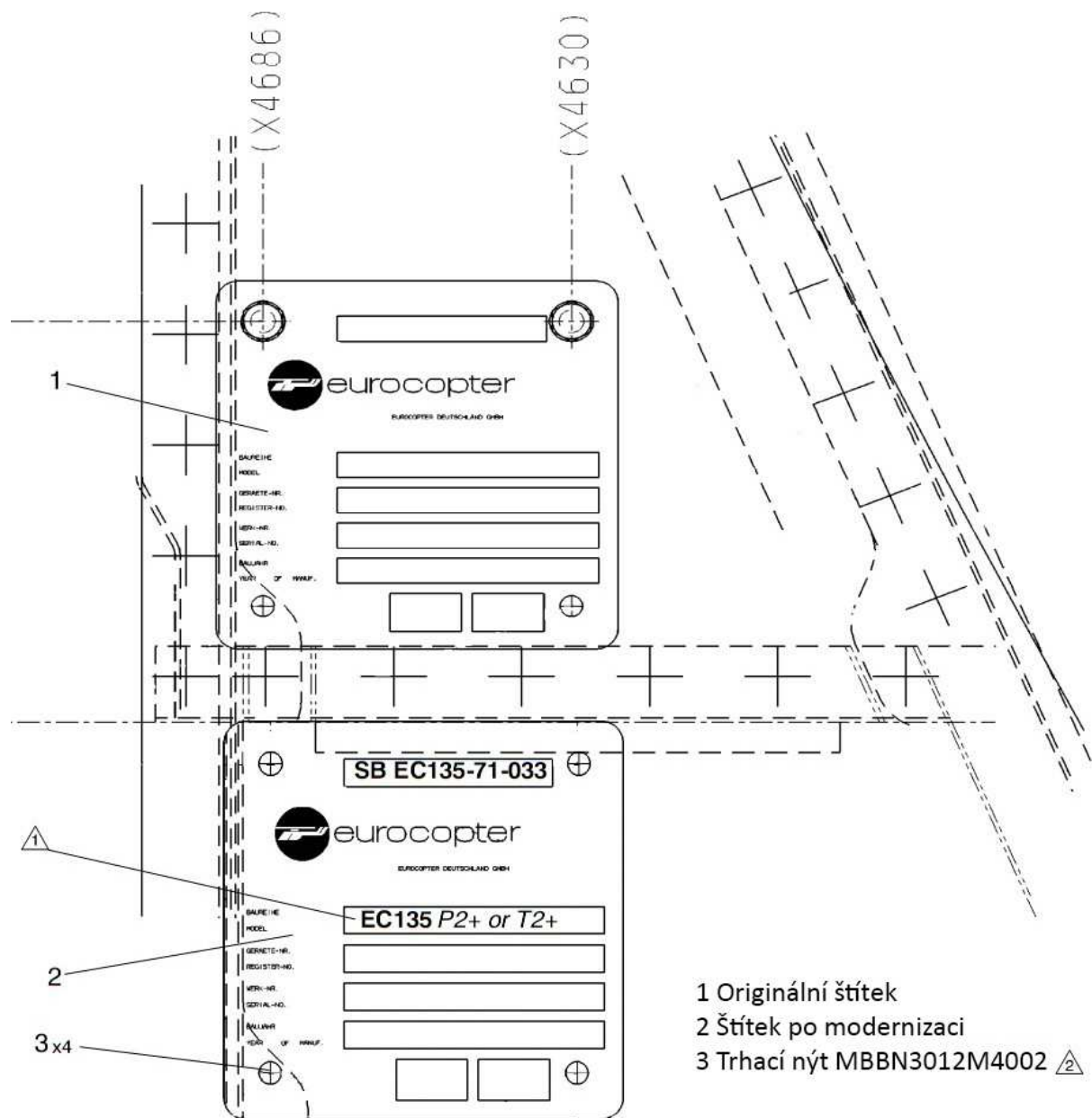
1 Štítek 2910 kg

Použijte štítek v odpovídajícím jazyce a nalepte jej na místo původního štítku.

Uvedené rozměry jsou v milimetrech

MAX. ZUL. ABFLUGMASSE 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	DEUT.
MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	ENG.
MASA MAX. AUTORIZADA 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	SPAN.
MASSE MAXI. AUTORISEE 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	FRANZ.
ONARTUTAKO GEHIENEZKO MASA 2910kg	BASK.
PESO DI DECOLLO MASS. AMM. 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	ITAL.
MASA MAX. AUTORIZADA 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	ARGENT.
GROSS MASS MÁXIMA PERMITIDA 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	PORTU.
MAKSIMUM YANG DIBENARKAN. JISIM KASAR 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	MAL.
BERAT LEPAS LÁNDAS MAKSIMAL 2910kg MAX. PERMISS. GROSS MASS 2910kg	INDO.

Obrázek 4.4.29 Nákres 7 štítek [5]



- ⚠ Před instalací vyraďte označení „P2+ nebo T2+ za název modelu EC135.
- ⚠ Při nýtování použijte tmelící prostředek (CM 668).

Obrázek 4.4.30 Nákras 8 štítek [5]



## 4.5 Vyvažování nosného rotoru

### 4.5.1 Teorie vyvažování nosného rotoru

Vyvažování listů nosného rotoru se dělí na dvě hlavní části, a to nastavení výšky konců listů nosného rotoru a analýzu vibrací.

Kontrolu nastavení výšky listů je nutno provádět na tuhých a polotuhých rotorech. U kloubového systému se nastaví automaticky při nárůstu odstředivé síly, která vynese list do správné polohy. Pojem nastavení konců listů v rovině rozumíme seřizení polohy listů konstrukce hlavního rotoru v rovině kolmé na osu otáčení tak, aby se jejich konce otáčely v jedné rovině. Samotné nastavení se provádí pomocí seřizovacího táhla listu. Nastavení se vykonává z důvodu zabezpečení správné polohy podélné osy listu vzhledem k ose hřídele hlavního rotoru. Způsobů nastavení konců listů v rovině existuje celá řada.

Velmi často je při nastavování výšky listů využíváno metody elektronické (stroboskopické). Tento systém měření je založen na snímání odrazu z plošek umístěných na jednotlivých listech pomocí stroboskopu. Správné načasování záblesků stroboskopu v čase přechodu listů zvoleným bodem je dané přerušovačem a snímačem upevněným na systému cyklického řízení, čímž poskytuje informaci o poloze listů.

Hlavním cílem vyvažování listů rotoru je snížení vibrací. Listy lze vyvažovat staticky i dynamicky, přičemž statické vyvážení se nejčastěji realizuje již ve při výrobě. Dynamické vyvážení všeobecně zabezpečuje klidný chod nosného rotoru. Problém nevyvážení listů často vzniká při stárnutí listů, při záměně mezi vrtulníky nebo po opravách, při kterých se mění poloha těžiště listu.

### 4.5.2 Postup vyvažování nosného rotoru EC135

Vyvažování nosného rotoru začíná vždy pozemním testem. První část tvoří seřizení roviny listů pomocí stroboskopu snímající polohu listů při průchodu určitou polohou. Po spouštění pohonné jednotky a dosažení 97% otáček motoru na zemi jsou pomocí měřícího zařízení Microvib II zaznamenávány odchylky polohy jednotlivých listů. Systém poté sám navrhne vhodné úpravy, které jsou realizovány pomocí změny délky táhel ovládacích úhel nastavení listů. Postup je nutno opakovat tak dlouho, dokud není rovina listů nosného rotoru v povoleném rozmezí.

Pokud je rovina listů seřizena, následuje hmotové vyvážení nosného rotoru. To je prováděno pomocí kovových podložek umístěných v dutině u kořene listu. Každá podložka má přesně definovanou hmotnost. Na hřídeli nosného i vyrovnávací rotoru jsou umístěny senzory vibrací, pomocí kterých jsou měřicím přístrojem analyzovány vibrace přenášené do konstrukce vrtulníku. Pokud jsou vibrace mimo povolené limity, měřicí software navrhne rozmístění závaží do jednotlivých listů. Postup je nutno opakovat tak dlouho, dokud nejsou vibrace v povoleném rozmezí pro uskutečnění vzletu.

Vyvažování pokračuje letovým testem při visení. Vrtulník se vzdušným pojižděním přesune nad volnou plochu, kde provede vibrační analýzu ve visu. V případě zaznamenání vibrací mimo povolený limit se vrtulník musí vrátit zpět na heliport a zde musí být provedena změna vyvážení listů.

Při kladném hodnocení vibrací za visu může vrtulník přejít do přímočarého letu. Vibrace jsou snímány za konstantní rychlosti 80 a 120 uzlů. Postup zde je stejný jako u předchozích testů. Pokud jsou vibrace v povoleném rozmezí, lze nosný rotor považovat za vyvážený.

## 4.6 Zálet

V této kapitole je popsán zálet stroje EC135 T2+ imatrikulace OK-DSD provedený v Hradci Králové dne 26.2.2015. Do standardních procedur byly mimořádně zahrnuty úkony související s přestavbou na verzi T2+. Záletu přechází vyvažování a měření vibrací, toto je popsáno v kapitole 5.6.

Vrtulník byl vizuálně zkontrolován a byly provedeny povinné úkony před startem. Po nahození motorů se stroj přesunul vzdušným pojižděním do prostoru, kde provedl zkoušku HIGH NR systému ve visu. Na obrazovce VEMD byl zaznamenán přírůstek výkonu v povoleném rozmezí. Následně pilot zahájil let ve čtverci, kdy nos vrtulníku míří stále stejným směrem a stroj se postupně pohybuje do všech směrů po stranách pomyslného čtverce. Po dvou otočkách v rozsahu 360° následoval test ventilace ve visu ve výšce přibližně 20m. Po spuštění došlo během několika sekund k zamření skel celého kokpitu. Vzhledem k závažnosti situace, kdy pilot neměl žádný vizuální kontakt s okolím bylo rozhodnuto neprodleně přistát. Po necelé minutě se skla odmlžila a následovalo stoupání do 4500ft. Zde proběhl test automatického zatáčení, znovu funkčnost HIGH NR tentokrát i s vypínáním systému FADEC, zkouška stabilizace, kdy je vrtulník pilotem úmyslně rozhoupán podél zvolené osy a pozorována rychlost útlumu. Poté došlo ke stoupání do výšky 9400ft, kde bylo provádění manévru ztíženo nízkou oblačností. Po poslední zkoušce HIGH NR byl stroj uveden do autorotace a v tomto režimu letu provedl přiblížení na přistání.

## 5 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické hledisko je jedním ze stěžejních bodů při rozhodování o modernizaci stroje. V případě vrtulníku EC 135 existují dvě možnosti získání verze T2+. Jednou z nich je modernizace stávající verze T2, druhou možností je nákup zcela nového stroje přímo od výrobce.

Pro správné stanovení nákladů na modernizaci je nutno uvažovat o dvou položkách: ceně materiálu a ceně vykonané práce. V případě firmy DSA, jenž provádí údržbu své flotily ve vlastním servisním středisku, se úprava provádí v rámci plánované roční prohlídky.

Časovou náročnost celého procesu lze nejlépe vyjádřit pomocí osobohodin, tedy počtu hodin průměrného pracovníka. Počet osobohodin tedy vyjadřuje množství času potřebného na splnění úlohy. Jedná se o teoretickou veličinu, neboť se předpokládá nepřerušování práce. Skutečná doba je v tomto případě vyšší. Časová náročnost na provedení jednotlivých servisních bulletinů je tedy následující:

číslo servisního bulletinu	popis modernizace	počet osobohodin
SB EC135-53-016	závěsné kování	36
SB EC135-34-018	pitot-statický systém	65
SB EC135-71-033	přístrojový panel	42

celkem	143
--------	-----

Tabulka 1 Počet osobohodin [1],[2],[3]

Při vyúčtování práce techniků je čas strávený prováděním úkonů spojených s modernizací zahrnut do kategorie "vícepráce". Dle platného ceníku firmy DSA je hodina vícepráce hodnocena následovně:

servis vrtulníků - vícepráce	1500Kč/hodina
------------------------------	---------------

Tabulka 2 Ceník [12]

Po podrobnějším rozepsání můžeme tedy jednotlivé úpravy ohodnotit následovně:

servisní bulletin	počet osobohodin	cena práce (Kč)
SB EC135-53-016	36	54 000
SB EC135-34-018	65	97 500
SB EC135-71-033	42	63 000

celkem	214 500
--------	---------

**Tabulka 3 Cena práce**

Druhou položkou je cena materiálu. Za předpokladu, že na každý modernizovaný vrtulník byla vydána za materiál stejná částka můžeme říci, že na jednu přestavbu verze T2+ je nutno nakoupit materiál za cca 5 000 000Kč.

Pro posouzení ekonomické rentability je nezbytné rozepsat možnosti nákupu nových strojů. V současné nabídce firmy Airbus Helicopters figuruje více verzí typu EC 135. Jejich přibližná cena je uvedena v následující tabulce:

typ vrtulníku	cena (Kč)
EC 135 T2+	146 321 556
EC 135 T3	154 238 863

**Tabulka 4 Ceny vrtulníků [11]**

Nabízí se tedy srovnání koupě nového vrtulníku verze T2+ a modernizace stávajícího stroje verze T2. Stroj verze T2 ve stejné konfiguraci jakou má výše uvedený model T2+ byl v roce 2004 prodáván za cenu přibližně 81 000 000Kč. Během několika let tedy došlo s příchodem nové verze ke zdražení až o 75%. Oproti tomu cena modernizace tvoří pouhých 3,5% z ceny nového vrtulníku.

Z toho lze konstatovat, že nákup nového stroje se vyplatí v případě, že současný vrtulník je již na hranici maximálního náletu. Na druhou stranu je v případě pořízení nového stroje zajímavé porovnat rozdíl v ceně mezi verzí T2+ a T3. Nejnovější model byl společností Airbus Helicopters představen v prosinci roku 2014 a představuje vrcholnou specifikaci EC 135. Samotný cenový rozdíl vyvažuje větší výkon, větší míra variability a zejména možnost vlastnit zcela nový model s dlouholetou podporou výrobního závodu.

## 6 Závěr

Předložená bakalářská práce se zaměřuje na problematiku modernizace vrtulníku EC 135 nezbytnou pro zachování certifikace operací ve třídě D. Práce se zabývá komplexním popisem celého procesu a jednotlivých souvislostí mezi pohledem legislativním, ekonomickým a technickým. Vysoká autentičnost je zajištěna díky možností podílet se na konkrétních modernizacích vrtulníků společnosti DSA, jenž v rámci letecké záchranné služby prokazují vysoké kvality. Přiblížení laickému pohledu také pomáhá vložená fotografická dokumentace.

Pro pochopení dané problematiky bylo nezbytné seznámit se s technickou dokumentací stroje, dále pak s dokumenty zabývající se organizací údržby a v neposlední řadě také s platnou legislativou.

V práci je uveden detailní pracovní postup s úpravami, které umožní zefektivnit práci leteckého mechanika a snížit počet chyb způsobených nepozorností. Je zde uveden nejen seznam úkonů v průběhu údržby, ale také procedury provedené před následným uvolněním do provozu. V poslední části je modernizace popsána z ekonomického hlediska.

Z legislativního pohledu představuje verze EC 135 T2+ nezbytnou nutnost pro zachování všech současných možností letecké záchranné služby.

Z technického pohledu je přestavba standardním úkonem proveditelným ve střediscích údržby certifikovaných dle náležitého nařízení. Při kvalitně naplánovaném personálním složení týmu a logistickém zajištění je míra nepředvídatelných komplikací eliminována na minimum.

Z ekonomického hlediska je modernizace výhodnou možností, jak zachovat letuschopnost stávající flotily vrtulníků při minimálních nákladech.

Díky úpravám a novým technickým řešením je zajištěna rostoucí efektivita provozování letecké flotily a zároveň probíhá zvyšování bezpečnosti letecké dopravy napříč všemi kategoriemi.

## Seznam použité literatury

- [1] AIRBUS HELICOPTERS, *Service bulletin EC135-71-033*, 2013
- [2] AIRBUS HELICOPTERS, *Service bulletin EC135-53-016*, 2008
- [3] AIRBUS HELICOPTERS, *Service bulletin EC135-34-018*, 2006
- [4] AIRBUS HELICOPTERS, *EC 135 Aircraft flight manual*
- [5] AIRBUS HELICOPTERS, *EC 135 Aircraft Maintenance manual*
- [6] JAA, JAR-OPS 3, *Obchodní letecká doprava (vrtulníky)*, 2007
- [7] NEŠTRÁK, Dušan a Ján PILA. *Aerodynamika, konstrukce a systémy vrtulníků: studijní modul 12*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 454 s. ISBN 80-7204-484-2
- [8] Úvod. *DSA a.s.* [online]. 16.8.2015 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z:  
<http://dsa.cz/index.php/o-nas/uvod-o-nas>
- [9] Letecká záchranná služba. *DSA a.s.* [online]. 16.8.2015 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z:  
<http://dsa.cz/index.php/letecka-zachranna-sluzba/uvod>
- [10] PICHÓN, A. *Status HEC EC135-EC145*, 2013
- [11] Airbus Helicopters EC 135. *Handbook of bussines aviation*. [online]. 18.8.2015 [cit. 2015-08-18]. Dostupné z: [http://www.handbook.aero/hb\\_aircraftpage.html?recnum=EC135](http://www.handbook.aero/hb_aircraftpage.html?recnum=EC135)
- [12] Servis vrtulníků. *DSA a.s.* [online]. 18.8.2015 [cit. 2015-08-18]. Dostupné z:  
<http://dsa.cz/index.php/servis/servis-vrtulniky>