



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Marek Žember

**NORMOHODINOVÉ OHODNOCENÍ PŘÍSTUPOVÝCH
PANELŮ V REÁLNÝCH PODMÍNKÁCH**

Diplomová práce

2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621**Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Marek Žember

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Normohodinové ohodnocení přístupových panelů
Boeing 737 NG v reálných podmínkách**

Název tématu (anglicky): **Manhours Evaluation of Boeing 737 NG Access Panels in
Real Conditions**

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza plánování údržby letadel
- Zpracování problematiky ohodnocení přístupových panelů
- Realizace měření v reálném prostředí údržby letadel
- Návrh nového systému ohodnocení přístupových panelů
- Aplikace řešení v údržbové organizaci CSAT



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: R. Doc Palmer. Maintenance Planning and Scheduling Handbook, McGraw Hill Professional, 1999.
Kutner, M. H., Nachtsheim, Ch. J., Neter, J. and Wasserman, W. Applied Linear Statistical Models, McGraw-Hill Companies, 2005.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Kála
Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

27. července 2018

(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 diplomové práce:

2. prosince 2019

- 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. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Marek Žember
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....18. června 2019

PodĎakovanie

Na tomto mieste by som sa chcel poĎakovať všetkým, ktorý mi poskytli podklady pre vypracovanie tejto práce. Predovšetkým Ďakujem Ing. Martinovi Kálovi za odborné vedenie a následné umožnenie prístupu k mnohým dôležitým informáciám a materiálom, za konzultácie a rady, ktoré mi poskytol behom vypracovávania práce. Ďalej by som chcel poĎakovať Ing. Andrejovi Lališovi za pomoc a rady, ktoré mi poskytol. V neposlednej rade je mojou povinnosťou poĎakovať svojim rodičom a blízkym za morálnu a materiálnu podporu, ktorá sa mi dostávala po celú dobu štúdia.

Prehlásenie

Predkladám týmto k posúdeniu a obhajobe diplomovú prácu, spracovanú na záver štúdia na ČVUT v Prahe Fakulte dopravnej.

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Nemám závažný dôvod proti použitiu tohto školského diela v zmysle § 60 Zákona č.121/2000 Sb. o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon).

V Prahe dňa 2.prosincce 2019



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

NORMOHODINOVÉ OHODNOCENÍ PŘÍSTUPOVÝCH PANELŮ V REÁLNÝCH PODMÍNKÁCH

diplomová práce

prosinec 2019

Bc. Marek Žember

ABSTRAKT

Predmetom diplomovej práce „Normohodinové ohodnocení přístupových panelů v reálných podmínkách“ je vytvorenie databáze, ktorá obsahuje merania časov montáže a demontáže přístupových panelov lietadla. Merania vykonané behom reálnej údržby lietadiel reflektujú vplyv komplikácií vzniknutých behom procesu údržby lietadla a vplyv špecifických prevádzkových faktorov v spoločnosti na proces manipulácie s přístupovými panelmi. Hlavný význam databázy spočíva vo vytvorení aditívnych podkladov pre spresnenie odhadov plánovania pravidelnej údržby lietadiel.

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis „Manhour evaluation of access panels in real conditions“ is to create a database which contains measurements of assembly and disassembly times of aircraft access panels. Measurements obtained during real aircraft maintenance reflect the impact of complications arising during the aircraft maintenance process and the impact of specific operational factors in the company on the access panel handling process. The main importance of the database lies in the creation of additive data for the refinement of aircraft maintenance planning estimates.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

údržba lietadiel, plánovanie údržby, databáza, prístupové panely a dvere lietadla, časové merania

KEYWORDS

aircraft maintenance, maintenance planning, database, aircraft access panels and doors, time measurements

Obsah

1	Zoznam použitých skratiek	7
2	Úvod	9
3	Analýza plánovania údržby lietadiel	11
3.1	Historický vývoj údržby a plánovania	12
3.2	Systém plánovania údržby MSG-3.....	14
3.3	Stratégie údržby	16
3.3.1	Preventívna údržba.....	17
3.3.2	Korektívna údržba	18
3.4	Spôsoby údržby.....	18
4	Plánovanie údržby	20
4.1	Plán údržby.....	21
4.1.1	CAMO.....	22
4.2	MPD	22
4.3	OAMP.....	23
4.4	Task cards.....	24
5	Spracovanie problematiky ohodnotenia prístupových panelov.....	25
5.1	Popis prístupových panelov lietadla Boeing 737	25
5.2	Identifikácia prístupových panelov a dverí	28
5.3	Odhady normohodín uvádzané v MPD	30
5.3.1	Normohodina.....	30
5.4	Podmienky stanovenia normo-hodinových odhadov v MPD.....	31
5.5	Informácie a ilustrácie uvedené na prístupových paneloch	33
6	Merania manipulácie s prístupovými panelmi a dverami.....	34
6.1	Príprava lietadla a pracovného prostredia.....	34
6.2	Organizácia a príprava servisného personálu	35
6.3	Realizácia a priebeh meraní časov manipulácie s prístupovými panelmi	38
6.4	Pravidlá a podmienky merania.....	39
6.5	Tesniaci materiál	41
7	Návrh nového systému ohodnotenia prístupových panelov.....	42
7.1	Databáza časov.....	42
7.2	Užívateľské rozhranie databázy.....	43
7.2.1	Zobrazenie časových údajov normohodinového ohodnotenia lietadiel.....	43
7.2.2	Dopĺňanie chýbajúcich údajov	44
7.2.3	Vytvorenie Task Card	44
7.2.4	Tlač pracovného protokolu.....	44
7.2.5	Zmazať Task Card.....	45

7.2.6	Zápis nameraných hodnôt	45
7.2.7	Vyhodnotenie Access Panel	45
7.2.8	Vyhodnotenie Task Card	47
7.2.9	Práca s dátami z Excelu	50
7.3	Dátová časť	52
7.4	Výsledky zaznamenané databázou	53
7.4.1	Hodnoty zaznamenané pre lietadlá typu Airbus	54
7.4.2	Hodnoty zaznamenané pre lietadlá typu Boeing	56
7.4.3	Celkový prehľad nameraných časov	58
8	Dôvody vzniku časových nezrovnalostí počas meraní	60
8.1	Efektivita práce údržbového personálu	60
8.2	Komplikácie zaznamenané behom manipulácie s prístupovými panelmi	61
8.3	Organizácia a plánovanie činnosti manipulácie s prístupovými panelmi.....	62
9	Záver	65
10	Použité zdroje	67
10.1	Literatúra	67
10.2	Internetové zdroje	67
11	Zoznam obrázkov	69
12	Zoznam grafov	70
13	Zoznam tabuliek.....	71
14	Zoznam príloh	72
15	Použité prílohy	73

1 Zoznam použitých skratiek

AD	Airworthiness Directives	Príkazy k zachovaniu letovej spôsobilosti
AL	Airworthiness Limitations	Požiadavky údržby k zachovaniu letovej spôsobilosti
AMM	Aircraft Maintenance Manual	Manuál údržby lietadiel
AP	Access panel	Prístupový panel
ATA	Air Transport Association of America	Združenie amerických leteckých dopravcov
CAMO	Continuing Airworthiness Management Organisation	Organizácia riadiaca zachovanie letovej spôsobilosti
CM	Condition Monitoring	Proces údržby na základe monitorovania stavu
CMR	Certification Maintenance Requirements	Požiadavky na certifikáciu údržby
CPCP	Corrosion Protection and Control Program	Program na prevenciu a kontrolu korózie
DS	Discard	Výmena, odstránenie
EMSG	European Maintenance Steering Group	Európska skupina riadenia údržby
FAA	Federal Aviation Administration	Federálna letecká správa
FC	Functional Check	Funkčná kontrola
FMP	Fatigue Monitoring Program	Program monitorovania únavy
HT	Hard-time	Proces údržby na základe stanovených časových intervalov
ICAO	International Civil Aviation Organization	Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
INV	Inspection Visual	Vizuálna kontrola
LU	Lubrication	Mazanie
MPD	Maintenance Planning Document	Dokument zostavenia programu údržby
MRBR	Maintenance Review Board Report	Správa revíznej komisie o údržbe
MSG	Maintenance Steering Group	Riadiaca skupina pre údržbu
NR	National Requirements	Požiadavky leteckého úradu na údržbu
NH	Norm Hour	Normovaná hodina
OAMP	Operator Approved Maintenance Program	Program údržby leteckého prevádzkovateľa

OC	On Condition	Proces údržby na základe stanovených podmienok
RS	Restoration	Obnova
SB	Service Bulletin	Servisný obežník
SEMR	System Equipment Maintenance Requirements	Požiadavky na údržbu systémového zariadenia
SV	Servicing	Servisná obsluha
TC	Task Card	Karta úloh
VC	Visual Check	Vizuálna kontrola
VR	Vendor Requirements	Požiadavky výrobcu lietadla na údržbu

2 Úvod

V diplomovej práci sa budem venovať téme týkajúcej sa problematiky plánovania údržby lietadiel. Plánovanie údržby je komplexný proces, ktorý pozostáva zo samotného plánovania, organizácie a riadenia jednotlivých činností týkajúcich sa údržby. Všetky procesy a úkony údržby sú predmetom neustáleho kontrolovania a následného analyzovania, spojeného s vyhodnocovaním a interpretáciou výsledkov. Môžeme tvrdiť, že ide o prepracovaný proces, ktorý pracuje s informáciami založenými čiastočne na odhadoch a predpokladoch. Tieto predpoklady sú založené na výsledkoch dlhoročného štúdia problematiky plánovania a exaktných znalostiach z oboru. Oblasť plánovania, na ktorú som sa zamerlal, sa týka normohodinového ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi a dverami lietadla. Primárnym účelom týchto prístupových panelov je umožniť prístup pre vykonanie údržby alebo inšpekcie konkrétnych systémov a konštrukcie lietadla. Na lietadle sa tieto panely vyskytujú prevažne ako súčasť poťahu externej konštrukcie lietadla (plášť lietadla) a sú prítomné aj v interiéri lietadla. Ich počet sa na moderných, dopravných lietadlách pohybuje v tisícoch a k manipulácii s panelmi dochádza takmer pri každej údržbe lietadla. Časy potrebné k manipulácii s panelmi majú podobu normohodinového ohodnotenia práce a sú stanovené priamo samotným výrobcom a uvedené v príslušných údržbových dokumentoch lietadla. Počas manipulácie s prístupovými panelmi však dochádza k vzniku nezrovnalostí v časoch, ktoré sú stanovené výrobcom a časmi, ktoré boli namerané behom prevádzky v spoločnosti, kde sa uskutočnili merania. Čas manipulácie je čas, ktorý je potrebný k demontáži, následnej inšpekcii stavu panelov a k opätovnej montáži týchto panelov. Vzhľadom k veľkému množstvu prístupových panelov dochádza k tomu, že aj relatívne malé nezrovnalosti v časovom trvaní manipulácie vedú k veľkým odchýlkam v predikcii trvania času manipulácie s panelmi.

Tieto časové nezrovnalosti sa preukázali v reálnej prevádzke spoločnosti Czech Airlines Technics, ktorá pri plánovaní údržby používa odhady časov manipulácie, založené na podkladoch získaných z príslušných údržbových dokumentov MPD. Pre presnejšie výsledky boli odhady časov manipulácie s panelmi v spoločnosti následne upravené na základe expertnej znalosti znalca oboru plánovania. Časové nezrovnalosti majú za následok to, že odhady časového trvania manipulácie môžu byť mylné. Poskytovateľ údržbových služieb na základe týchto nepresných informácií následne zostavuje harmonogram vykonávania prác pri údržbe lietadla, časovo organizuje a priradzuje adekvátne množstvo servisného personálu potrebného k vykonaniu určenej práce. V prípade zložitejšej údržby špecifických systémov je potrebné zaistiť servisný personál s adekvátnou kvalifikáciou a zabezpečiť zodpovedajúce materiálové vybavenie, náradie a prístroje potrebné k vykonaniu údržby lietadla. Aj v prípade

veľkých spoločností venujúcich sa údržbovým prácam sú zdroje obmedzené, čo v praxi znamená len obmedzený počet zamestnancov, špecialistov, vybavenia, kapacity a podobne, ktoré má spoločnosť k dispozícii v určitom čase. Správna organizácia všetkých týchto zdrojov v spoločnosti je dôležitá vzhľadom k efektívnej a ekonomickej prevádzke, ale aj z hľadiska poskytovania kvalitných služieb. Vykonávanie údržby na lietadle predstavuje komplexný proces a je potrebné si uvedomiť, že jednotlivé údržbové práce a činnosti na seba často vzájomne nadväzujú. Teda ak predpoklady pre organizáciu plánovania údržby vychádzajú z nepresného normohodinového ohodnotenia prístupových panelov, tak sa táto skutočnosť následne negatívne prejaví na presnosti predikcií plánovania.

Zadanú problematiku analýzy normohodinového ohodnotenia prístupových panelov som sa rozhodol riešiť vykonávaním časových meraní práce servisného personálu pri manipulácii s prístupovými panelmi počas reálnej údržby lietadla. Vykonané merania sa uskutočnili v prevádzke spoločnosti Czech Airlines Technics. Z nameraných dát som následne vytvoril prvotnú verziu databázy nameraných časov manipulácie s prístupovými panelmi v reálnych podmienkach firmy. Zmyslom tejto databázy bude poskytnúť aditívne podklady pre plánovanie údržby tým, že bude poskytovať presnejšie časové odhady manipulácie, ktoré by mali reflektovať špecifické prevádzkové podmienky v danej spoločnosti. Tieto presnejšie odhady by následne mali viesť k zefektívneniu organizácie a riadenia plánovania údržbového procesu v spoločnosti. Lepšiemu rozdeleniu ľudských a materiálových zdrojov a v konečnom dôsledku k úspore celkového času a finančných prostriedkov vynaložených na údržbu každého lietadla. Na základe analýzy dát nazbieraných z jednotlivých meraní, sa zároveň aj pokúsim objasniť príčiny vzniku týchto časových nezrovnalostí medzi stanoveným normohodinovým ohodnotením a reálne nameranými časmi manipulácie s prístupovými panelmi lietadla.

3 Analýza plánovania údržby lietadiel

V práci sa budem venovať tematike týkajúcej sa údržby lietadiel a procesov, ktoré súvisia s údržbou a preto by bolo vhodné si na začiatku zdefinovať samotný pojem údržby. S pojmom údržba sa spája viacero rôznych definícií, ale pre účely práce si ju zdefinujeme nasledovne:

Údržba predstavuje proces riadenia všetkých technických a administratívnych činností počas životného cyklu objektu, zameraných na udržanie alebo obnovenie takého jeho stavu, v ktorom môže vykonávať požadovanú funkciu, pri zohľadnení optimálnych nákladov a požiadaviek na kvalitu, bezpečnosť a prostredie. [1]

Z definície vyplýva, že základnou funkciou údržby je zabezpečiť pracovnú spôsobilosť konkrétneho predmetu, prístroja alebo zariadenia a zároveň zachovať a udržať požadovaný a prevádzkyschopný stav. Konkrétne v prípade lietadla, sa jedná o komplikovaný súbor rôznych prístrojov, mechanických a elektronických zariadení, ktoré spolu vytvárajú komplexný systém. Všetky tieto časti komplexu pritom vyžadujú pre svoju správnu a bezpečnú funkciu implementáciu procesu údržby. Na základe týchto skutočností môžem tvrdiť, že neexistuje lietadlo, ktoré by bolo tolerantné k absencii programu kontroly a údržby. Na lietadlo počas letu aj behom prevádzky na zemi pôsobia rôzne externé faktory (napr. vplyv počasia, prevádzkové zaťaženie) a náhodné vplyvy a udalosti (napr. mechanické poškodenie alebo nadmerné štrukturálne zaťaženie). Spoločne všetky tieto negatívne faktory nezvratne ovplyvňujú celkový stav konštrukcie lietadla, jeho systémov aj komponentov. Od prevádzkovateľa lietadla je všeobecne požadované, aby si vytvoril adekvátny program údržby a inšpekcie letovej spôsobilosti prevádzkovaných strojov. Údržba je časť procesu technickej činnosti vykonávanej na lietadle a jej uplatňovanie a vyžadovanie má principiálne nasledujúce dôvody. [6]

- Prevádzkový, ktorého zmyslom je udržať lietadlo v prevádzkyschopnom a spoľahlivom stave, aby bolo schopné vykonávať požadovanú činnosť.
- Predlžovanie životnosti lietadla a snaha o zachovanie stávajúcej a budúcej hodnoty, minimalizáciou fyzického poškodenia, v prevádzke.
- Dodržanie regulačných požiadaviek. Podmienky prevádzky a údržby lietadiel musia byť prispôsobené jurisdikcii relevantných leteckých úradov, ktoré vytvárajú pravidlá a stanovujú normy údržby.

3.1 Historický vývoj údržby a plánovania

Na počiatkoch leteectva sa o plánovaní údržby ako o špecifickom odbore hovoriť nedá. Pojem údržba sa spájal predovšetkým s poruchami, ktoré vznikali pri prevádzke lietadla na zemi alebo behom letu. Teda ak sa niečo pokazilo bolo potrebné zistiť čo a ako to opraviť. Neexistoval žiadny plán, alebo postup, ktorý by určoval sled opráv. Spočiatku sa na vývoji programu údržby podieľali predovšetkým samotní piloti a servisní mechanici, ktorý sa o danú leteckú techniku spoločne starali. Potreby údržby boli vyhodnotené na základe empirických skúseností z prevádzky a na základe týchto znalostí sa zostavovali prvé rudimentárne plány údržby.

Prvý posun vpred nastal približne v 40. rokoch 20. storočia. Vznik organizácie ICAO v roku 1944 priniesol jedny z prvých predpisov pojednávajúcich o údržbe a tie sa spoločne s ostatnými predpismi ICAO postupne zapracovali do leteckých legislatív jednotlivých členských štátov. Zároveň došlo aj k povojnovému rozmachu dopravných leteckých spoločností, ktorých vznik si vyžiadal zavedenie nových predpisov a regulácií v rámci požiadaviek na údržbu. A v neposlednej rade k vývoju prispel aj nástup prúdových lietadiel, na ktoré boli kladené zvýšené požiadavky na bezpečnosť a spoľahlivosť. Postupom času začali vyvíjať vlastné programy údržby samotní výrobcovia lietadiel. V programoch údržby si stanovili intervaly a individuálne postupy práce na jednotlivých lietadlách. V procese údržby sa začali uplatňovať postupy, pri ktorých bolo pravidelne celé lietadlo rozoberané a opätovne zostavované, v snahe udržať si požadovanú úroveň bezpečnosti. Takýto spôsob údržby bol však časovo aj finančne nevýhodný pre prevádzkovateľa. Ďalším postupom času vznikol prvý oficiálny proces primárnej údržby označovaný ako Hard Time (HT). V roku 1968 došlo k spolupráci medzi zástupcami leteckého úradu FAA, združenia Amerických leteckých dopravcov (ATA), leteckých dopravných spoločností a zástupcami spoločnosti Boeing, ktorá práve v tej dobe vyvíjala Boeing typu 747. Na základe tejto spolupráce vytvorili pracovnú skupinu tzv. Maintenance Steering Group (MSG), ktorej úlohou bolo určenie možností a schopností preventívnej údržby, pre novú generáciu lietadiel. Pri postupe prác si lietadlo ako celok rozložili na niekoľko častí (konštrukcia, mechanické systémy, motor, elektronika atď.). Každú z týchto častí podrobili analýze, a to za využitia procesu logického stromu. Výsledkom procesu bolo stanovenie konkrétnych požiadaviek údržby. Z vykonaného výskumu a analýzy vyplynuli dve zásadné veci. [3]

- Plánovaná alebo generálna oprava má len malý vplyv na celkovú spoľahlivosť komplexného zariadenia, pokiaľ toto zariadenie trpí na inherentnú chybu od vývoja alebo výroby.

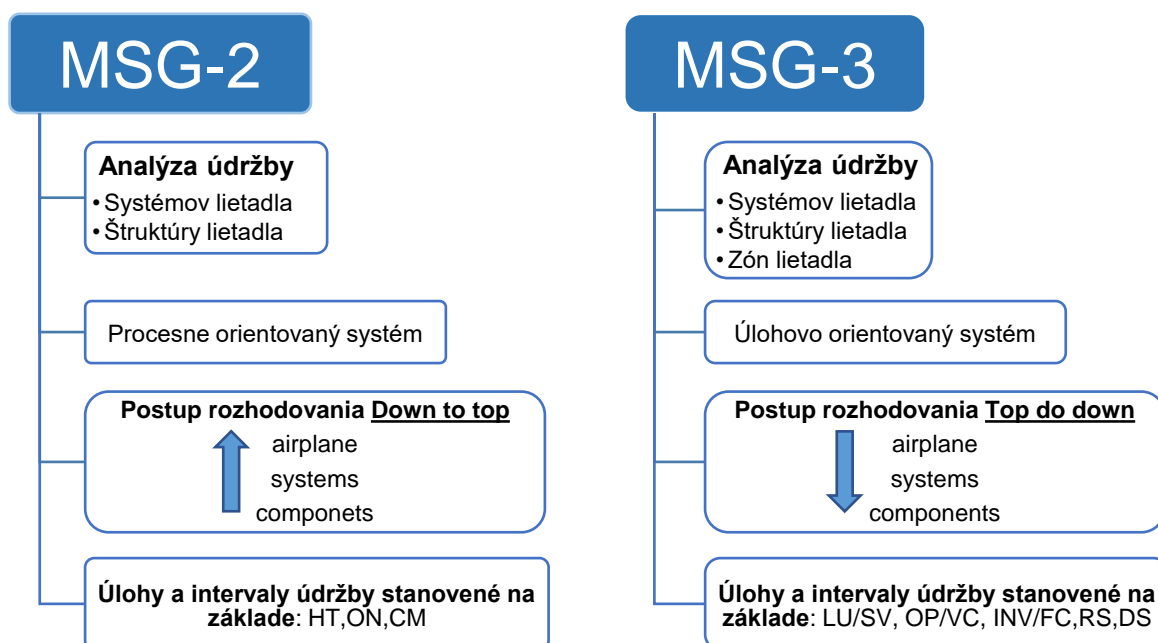
- Existuje veľa rôznych systémov a zariadení, pre ktoré neexistuje žiaden efektívny spôsob plánovania údržby.

Zistenia pracovnej skupiny MSG viedli k vzniku druhého procesu primárnej údržby zadaného ako On Condition (OC) a zároveň dali podnet k vývoju uceleného plánu údržby známeho ako MSG-1. Proces údržby MSG-1 fungoval na princípe logického stromu a primárne bol určený pre lietadlá typu Boeing. Využíval oba dovtedy známe prístupy k procesu údržby a to HT aj OC. V roku 1970 vzniká tretí primárny proces údržby definovaný ako Condition monitoring (CM) a spolu s vývojom systému plánovania údržby MSG-1, došlo k úpravám a aktualizácii na systém MSG-2. Systém MSG-2 je orientovaný na procesy a má charakteristiku rozhodovacieho stromu s logikou down to top (pri analýze údržby sa postupuje od jednoduchých komponentov smerom ku komplexným systémom). Využíva všetky tri procesy údržby HT, OC, CM, a behom svojho používania bol použiteľný aj pre lietadlá iných výrobcov ako Boeing. V roku 1972 bol postup MSG-2 nepatrne pozmenený a následne prijatý európskymi výrobcami lietadiel ako European Maintenance Steering Group Guidelines (EMSG). V roku 1979 prišiel návrh od pracovnej skupiny ATA, ktorá usilovala o zlepšenie procesu plánovania MSG-2. Predovšetkým z dôvodu príchodu novej generácie lietadiel, ktoré disponovali pokročilejšou a komplexnejšou technológiou lietadlových systémov. S nástupom novej generácie lietadiel a systémov sa ukázalo, že systém plánovania MSG-2 trpí viacerými nedostatkami a počiatkom 80. rokov bol nahradený evolúciou procesu, a to systémom MSG-3. Medzi nedostatky, ktoré boli identifikované v logike analýzy a rozhodovania procesu MSG-2, môžeme zahrnúť nasledujúce. [3]

- Proces MSG-2 nerozlišoval potrebu vykonania údržby na danom predmete údržby, na základe bezpečnostných alebo ekonomických dôvodov.
- Implementácia procesu vyžadovala individuálne sledovanie mnohých komponentov a systémov lietadla a bola pre prevádzkovateľa značne náročná.
- Proces MSG-2 sa behom času ďalej nerozvíjal a neprispôboval sa postupne sa zvyšujúcej zložitosti a komplexnosti lietadlových systémov.

3.2 Systém plánovania údržby MSG-3

Činnosť pracovnej skupiny ATA viedla k vytvoreniu nového, úlohovo orientovaného procesu údržby definovaného ako MSG-3. Tento proces je dodnes používaný ako základ pre vypracovanie systému plánovania intervalov a úloh údržby v leteckom priemysle. Proces MSG-3 je systémovo riadený, orientovaný na úlohy a využíva analytický proces rozhodovacieho stromu top to down (pri analýze údržby postupujeme od komplexných celkov k jednoduchým komponentom). Je zároveň spojený s procesom hierarchickej kontroly, ktorá zabezpečí, že úlohy vyššej úrovne zahrnú všetky požiadavky nižšej úrovne. Názorné zobrazenie hlavných odlišností medzi procesmi údržby MSG-2 a MSG-3 je možné pozorovať v grafe č.1. Na rozdiel od procesu MSG-2 sa podľa logiky procesu MSG-3 činnosti posudzujú skôr na systémovej úrovni než na úrovni komponentov. Zároveň došlo k oddeleniu položiek súvisiacich s bezpečnosťou, od ekonomických položiek. Boli definované postupy údržby a zaobchádzania pri skrytých, funkčných poruchách systémov. Zvážil sa účinok súbežného alebo viacnásobného zlyhania, došlo k začleneniu programu na kontrolu a prevenciu korózie (CPCP) a pribudlo zahrnutie elementu ľudského faktoru. [11]



Graf č.1 Porovnanie MSG-2 a MSG-3. (graf autor)

Program údržby MSG-3 pozostáva z konkrétnych úloh, ktoré sú vyberané pre daný funkčný poruchový dôsledok. Založené sú na skutočných charakteristikách spoľahlivosti zariadenia, pre ktorého ochranu je program údržby určený. Úlohy sa vyberajú v hierarchii na základe obťažnosti a nákladov. Postupuje sa od najľahších úloh a najnižších nákladov až po najťažšie,

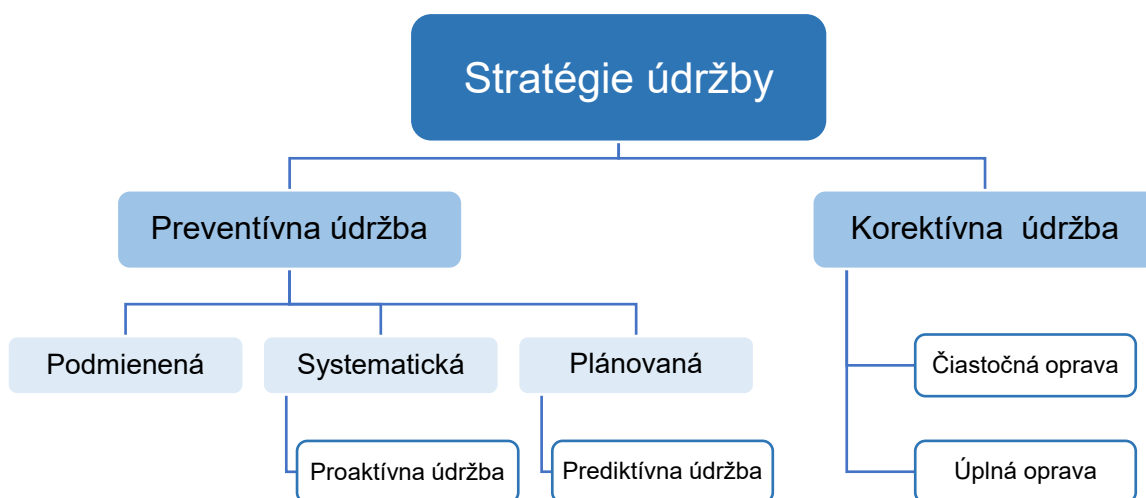
respektíve najvyššie. V závislosti od následkov poruchy (napr. na bezpečnosť, prevádzku, hospodárnosť atď.) sa vyberá jedna konkrétna úloha alebo ich požadovaná kombinácia. V rámci systému MSG-3 by sa dal efektívny prístup k údržbe charakterizovať ako taký, ktorý naplánuje iba úlohy, ktoré sú potrebné na splnenie stanovených cieľov údržby. Neurčuje žiadne aditívne úlohy, ktoré by mohli navýšiť náklady na údržbu a to bez adekvátneho zvýšenia ochrany a spoľahlivosti prevádzky lietadla. Pokiaľ sa teda dá preukázať, že funkčné zlyhanie určitého systému alebo komponentu lietadla nemá žiadny vplyv na prevádzkovú bezpečnosť, alebo v prípade kedy ekonomické dôsledky nevykonania údržby sú nevýznamné, tak potom neexistuje ani potreba vykonania rutínnej údržby. V rámci plánovanej údržby sa dajú úlohy údržby rozdeliť na dve základné skupiny. [11]

- Skupina plánovaných úloh, ktoré sa majú vykonávať v stanovených intervaloch. Cieľom týchto úloh je zabrániť zhoršeniu vlastnej úrovne bezpečnosti a spoľahlivosti lietadla. Medzi jednotlivé úlohy plánovanej údržby môžeme zahrnúť činnosti ako mazanie/údržba (LU/SV), prevádzková/vizuálna kontrola (OP/VC), kontrola/funkčná kontrola (INV/FC), obnova (RS) a likvidácia (DS).
- Skupina neplánovaných úloh, ktorých cieľom je obnoviť lietadlo do prijateľného, prevádzkyschopného stavu. Neplánované úlohy sa dajú označiť ako reakcia na nečakané komplikácie, ktoré vzniknú behom vykonávania plánovaných úloh údržby. Alebo ako reakcia na komplikácie, ktoré vzniknú behom prevádzky lietadla.

3.3 Stratégie údržby

Stratégia údržby je metóda vedenia spoločnosti, ktorá sa používa na dosiahnutie stanovených cieľov údržby. Predstavuje súbor pravidiel, na základe ktorých sa vykonávajú jednotlivé činnosti údržby a následne sa plánuje časový harmonogram jednotlivých činností. Na základe zvolenej stratégie, môžeme primárne údržbu rozdeliť na preventívnu (plánovanú) a korektívnu (neplánovanú), tak ako to máme schematicky znázornené v grafe č.2. Pri voľbe sa zohľadňujú viaceré premenné ako napríklad kritickosť systému alebo komponentu lietadla, možnosť realizácie údržby a ekonomická výhodnosť. Proces vykonávanej údržby teda pozostáva zo zmesi preventívnej a korektívnej práce údržby. [6]

- Preventívna údržba, určená na predvídanie a prevenciu zlyhaní. Zabezpečuje, aby nedochádzalo k náhodným a nezisteným poruchám. Má buď dopredu určené intervaly alebo sa vykonáva na základe aktuálneho stavu.
- Korektívna údržba, vykonávaná na základe aktuálneho stavu lietadla a jeho komponentov, behom prevádzky lietadla, prípadne je určená ku korekcii už vykonanej údržby.



Graf č.2 Základné delenie údržby. (graf autor)

3.3.1 Preventívna údržba

Preventívna údržba je druh údržby, ktorý sa vykonáva plánovane a cielene na danom predmete údržby. Zahŕňa medzi ňu všetky opatrenia údržby, ktorých zmyslom je predchádzanie poruchám, neplánovaným pro-stojom (prechodná a neplánovaná prekážka v činnosti) a zlyhaniu funkčnosti. V modernej dobe je trendom v preventívnej údržbe prechod zo stratégie s pevnými a vopred stanovenými intervalmi vykonávania činností údržby na stratégie principiálne založené na diagnostike stavu predmetu údržby. Na základe zvolenej stratégie prístupu môžeme charakterizovať tri základné smery preventívnej údržby. [6]

- Podmienená preventívna údržba, údržba podľa stavu. Charakteristikou podmienenej údržby je pravidelná kontrola medzného opotrebenia (ktoré nemusí byť vyjadrené iba kvantitatívne) sledovaného komponentu alebo súčiastky, kde po presiahnutí stanovenej medze dôjde k výmene.
- Systematická údržba, údržba s vopred stanovenými intervalmi. Práce sú vykonávané v pevne stanovených intervaloch, ktoré vychádzajú z minimálnej stanovenej životnosti komponentov. K výmene alebo oprave dochádza v nezávislosti na miere opotrebenia a poškodenia.
- Plánovaná preventívna údržba, údržba podľa stavu. Charakteristikou je kvantitatívne sledovanie a trendové vyhodnotenie opotrebenia komponentu. Podstata stratégie spočíva v tom, že údržba sa vykoná na základe skutočného stavu zariadenia.

Súčasný vývoj v oblasti preventívnej údržby principiálne vychádza z požiadaviek na maximalizáciu efektivity a to predovšetkým pomocou redukcie strát. Dôležité je aby aj preventívne zásahy údržby predstavovali čo najmenšie straty. Tento stav dosiahneme vďaka skráteniu ich celkového trvania vďaka minimalizácii vykonávaných činností. K realizácii údržby dochádza na základe stavu komponentu, ktorý sa zistí adekvátnymi metódami diagnostiky. Výsledkom týchto činností je napríklad celková úspora času údržby, minimalizácia používania náhradných dielov alebo uvoľnenie kapacity údržby. [6]

- Proaktívna údržba, predstavuje spojenie preventívnej, systematickej a prediktívnej údržby. Stratégia údržby sa sústreďuje na korektívne činnosti. Zamedzuje vzniku porúch, a to na základe vyhodnotenia ich následkov. Činnosti vykonávané údržbou sa zameriavajú na zdroje týchto porúch. Preventívna systematická údržba reprezentuje napríklad plánovanie výmeny komponentov, opravy pred uplynutím životnosti bez ohľadu na ich skutočný technický stav. Prediktívny spôsob sa využíva pri predchádzaní porúch za predpokladu, že ich výskytu predchádza určité varovanie vo forme rôznych zistiteľných príznakov.

- Prediktívna údržba, preventívne opravy sa vykonávajú na základe skutočného stavu a zistených skutočností, ktoré sa prejavia behom preventívnej diagnostiky. Údržba je zameraná predovšetkým na zníženie pravdepodobnosti výskytu poruchy alebo zlyhania funkčnosti systému.

3.3.2 Korektívna údržba

Predstavuje neplánovanú údržbu, ktorá sa vykonáva až na základe rozpoznania chyby alebo poruchy, na predmete údržby. Je určená na rýchle uvedenie systému, komponentu alebo celého lietadla do stavu, v ktorom môže pri dodržaní bezpečnostných predpisov vykonávať svoju požadovanú funkciu. Realizuje sa formou dočasnej (provizórnej) alebo úplnej opravy. Neplánovanú údržbu je vhodné vykonávať v prípadoch, ak nie je možné účelne zvoliť iný spôsob údržby. [4]

3.4 Spôsoby údržby

V dnešnej dobe predstavuje samotný prístup údržby k lietadlu relatívne komplexný proces. Pozostáva z viacerých metód, ktoré sa využívajú pri rôznych súčiastiach lietadla, na základe ich spoľahlivosti a vplyvu na bezpečnosť a prevádzku lietadla. Princiálne ich môžeme deliť na dva základné druhy.

- Nezávislé od stavu lietadla, metóda pri ktorej sa údržba vykonáva na základe pevne stanovených intervalov. V súčasnosti sa využíva prevažne u komponentov, u ktorých je opotrebenie závislé na dobe prevádzky a u ktorých sa preukázala opodstatnenosť ich využitia. Môžeme tu zahrnúť metódu permanentnej údržby HT (Hard time). Metóda HT je principiálne postavená na vykonávaní údržby na základe pevne stanovených intervalov (cyklov, kalendárneho dáta, prevádzkových hodín). [7]
- Závislé od stavu lietadla, metóda principiálne postavená na filozofii, kde pre konkrétne lietadlo v daných prevádzkových podmienkach musíme zabezpečiť požadovanú letovú spôsobilosť a zároveň dosiahnuť maximálnu ekonomickú efektívnosť tohto procesu. Rozoznávame údržbu na základe stanovených podmienok, OC (On condition) a na základe monitorovania stavu, CM (Condition monitoring). Metóda OC vyžaduje aby boli dané časti alebo súčiastky lietadla pravidelne kontrolované. Následne sa vyhodnotí ich integrita a spoľahlivosť, v porovnaní s konkrétnym štandardom a určí sa či môže zotrvať v prevádzke. Metóda CM je založená na monitorovaní stavu a vybraných parametrov, u sledovaných systémov a komponentov lietadla. Zozbierané informácie a

podklady sa priebežne analyzujú. Po vyhodnotení a interpretácii sa následne využívajú ako prostriedok, ktorý rozhoduje o tom či dôjde k vykonaniu nápravných postupov alebo nie. Charakteristickým znakom CM je to, že sa nepovažuje za proces preventívnej údržby. Proces totiž umožňuje zlyhanie, ale poruchové stavy nemajú priamy vplyv na bezpečnosť prevádzky lietadla. [7]

4 Plánovanie údržby

Plánovanie a organizácia údržby vychádza pri svojej činnosti a predikciách z širokého spektra rôznych podkladov a informácií. Aby bolo možné vykonávať činnosť plánovania efektívne, je potrebné, aby spracúvané informácie a podklady boli čo najpresnejšie. Hlavným cieľom tejto práce bolo navrhnuť databázu, ktorá bude generovať podklady vo forme časových meraní pre plánovanie údržby. Databázou poskytnuté časové podklady by mali presnejšie reflektovať reálne podmienky v konkrétnej prevádzke spoločnosti, ako podklady dodávané výrobcom. Plánovanie je vo svojej podstate komplexný systém činností, ktorý pozostáva z plánovania, vykonávania kontrol a analýz, z operatívneho riadenia a následného vyhodnocovania výsledkov z vykonaných údržieb. Celému procesu plánovania predchádzajú aj rôzne činnosti, medzi ktoré by sme mohli zaradiť napríklad logistické riešenie otázky výberu sub-dodávateľov, nákup potrebných dielov, organizácia času a vytváranie harmonogramu pre servisný personál údržby alebo manažment kapacity samotného údržbového zariadenia. Zmysel podstaty plánovania údržby si môžeme zhrnúť nasledovne. [8]

- Plánovanie predpísanej plánovanej údržby a v prípade potreby začlenenie vyžadovanej neplánovanej údržby do procesu údržby.
- Zabezpečenie pracovníkov a servisného personálu údržby. Z hľadiska plánovania je podstatou zabezpečiť dostatočné množstvo ľudí so správnou kvalifikáciou, v určený čas a miesto k vykonaniu údržby.
- Identifikovať podstatu opravných prác, na základe charakteru používaného zariadenia a podmienok konkrétnej prevádzky a zároveň určiť potrebný objem opravných prác a to v závislosti na normách, ktoré sa odvíjajú od podmienok ako napr. zložitosť prevedených výkonov údržby alebo materiálových nákladov.
- Vytvoriť systém organizácie pre materiálové zabezpečenie procesu údržby.
- Vytvoriť systém plánovania prevádzkových a údržbových prác s možnosťou ich integrácie do nadväzujúcich podnikových činností.
- Zabezpečenie adekvátnej kvality poskytovaných služieb, snaha o dodržanie termínu dodávky a snaha o zachovanie nemennej ceny za poskytnuté služby.
- Snaha o maximalizáciu zisku a minimalizáciu nákladov za vykonanú prácu.

4.1 Plán údržby

Samotný plán je vo svojej podstate len určená a naplánovaná séria činností, ktoré je potrebné vykonať na predmete údržby. Plán obsahuje konkrétne informácie o činnostiach (prehliadky, opravy, merania, čistenia, výmeny atď.) a o harmonograme údržby, ktoré je potrebné vykonať na predmete údržby. Zmyslom plánu pre spoločnosť je predovšetkým zachovanie kontinuity prevádzky, zabezpečenie dostupnosti, bezporuchovosti a bezpečnosti. Súčasťou plánu je aj snaha zbytočne nezvyšovať náklady spojené s celým procesom údržby. Plán údržby ako taký v dnešnej dobe, a predovšetkým v obchodnej leteckej doprave, existuje už len v podobe počítačového softvéru v systéme, ktorý spoločnosť využíva. Výhoda takého elektronického prevedenia spočíva napríklad v možnosti adaptácie sa aktuálnym podmienkam prebiehajúcej údržby, možnosti aktualizácie plánu v reálnom čase alebo možnosti zobrazit' si relevantné a aktuálne informácie. Plán údržby by mal vo všeobecnosti obsahovať nasledujúce informácie.

- Nástroje a pomôcky potrebné k vykonávaniu údržby. Popis technologického postupu pri vykonávaní údržby.
- Podmienky vykonania údržby, časový harmonogram priebehu prác, celková doba opravy.
- Potrebný počet servisného personálu a jeho kvalifikácia.
- Termíny, intervaly a frekvencie vykonávania údržby.
- Ďalšie podmienky ovplyvňujúce činnosť údržby ako odstávky, výpadky dodávok a podobne.
- Typ činnosti údržby, preventívny alebo korektívny.

Samotné vytvorenie a následná realizácia plánu údržby je zodpovednosťou odpovedajúcej fyzickej alebo právnickej osoby, pôsobiacej buď v spoločnosti CAMO alebo z pozície vlastníka lietadla. Zostavenie plánu podlieha mnohým dokumentom a manuálom, základný prehľad je zobrazený na grafe č.4. Celý proces vytvorenia plánu údržby sa dá v podstate rozdeliť na dve fáze. Výsledkom prvej je zostavenie dokumentu pre plánovanie údržby MPD, výsledkom druhej je operátorom schválený program údržby OAMP. Podstata vytvorenia MPD spočíva v tom, že patrí medzi hlavné podklady pre vytvorenie OAMP. Operátorom schválený program údržby je dokument, ktorý popisuje požiadavky na údržbovú činnosť a plánované úlohy údržby, potrebné k zachovaniu letovej spôsobilosti pre leteckého prevádzkovateľa.

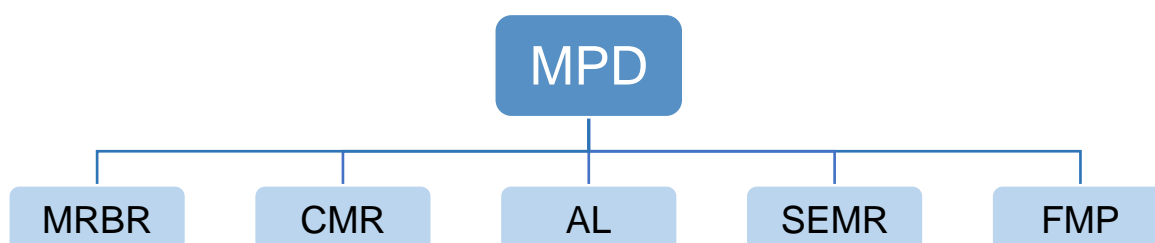
4.1.1 CAMO

Jedná sa o organizáciu respektíve spoločnosť, ktorej hlavným zmyslom je v podstate riadiť zachovanie letovej spôsobilosti lietadiel, v súlade s rozsahom a platnými postupmi, ktoré sú stanovené. V závislosti od rozsahu povolenia, poskytnutého prevádzkovateľom lietadla, môže spoločnosť zabezpečiť komplexnú údržbu a starostlivosť v súlade s platnými predpismi. Medzi tieto činnosti môžeme zaradiť napríklad predlžovanie platnosti osvedčenia o overení letovej spôsobilosti, vytvorenie a udržiavanie plánu údržby, vedenia záznamov zachovania letovej spôsobilosti, hlásenie porúch a podobne. Takouto spoločnosťou je práve aj Czech Airlines Technics, v ktorej boli uskutočnené merania manipulácie s prístupovými panelmi a dverami. [9]

4.2 MPD

Dokument MPD (Maintenance Planning Document) predstavuje jeden z hlavných zdrojov informácií pre prevádzkovateľa lietadla, pri zostavovaní plánu údržby. Obsahuje všetky položky obsiahnuté v MRBR, pričom pridáva nariadenia príslušných certifikačných úradov ako AL, CMR ako aj doporučené úlohy stanovené výrobcom a intervaly jednotlivých úloh (stanovené napr. na základe letových hodín, cyklov, dátumu). Úlohy údržby stanovené v rozsahu MPD však nie sú považované za dostatočné pre uchovanie letovej spôsobilosti lietadla a obsah dokumentu nepostačuje požiadavkám stanoveným na údržbu. Medzi najpodstatnejšie dokumenty, schematicky zobrazené v grafe č.3, na základe ktorých výrobca zostavuje vlastné MPD pre určitý typ lietadla, môžeme zaradiť nasledujúce. [3]

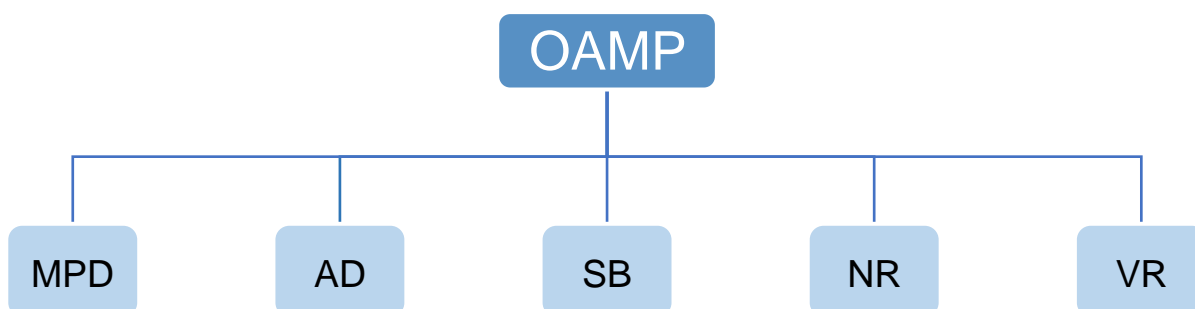
- Správa revíznej komisie o údržbe (MRBR).
- Požiadavky na certifikáciu údržby (CMR).
- Požiadavky údržby k zachovaniu letovej spôsobilosti (AL).
- Požiadavky na údržbu systémového zariadenia (SEMR).
- Program monitorovania únavy (FMP).



Graf č.3 Schéma vzniku MPD. (graf autor)

4.3 OAMP

OAMP (Operator Approved Maintenance Program) predstavuje finálny dokument, v ktorom by mala byť popísaná kompletná rutinná činnosť údržby, ktorá je vyžadovaná od prevádzkovateľa lietadla. Popisuje naplánované úlohy údržby, ktorých vykonávanie je potrebné k zachovaniu letovej spôsobilosti. Jednotlivé úlohy údržby sa následne prepisujú na presné postupy, ktorými sa letecký prevádzkovateľ riadi. Medzi hlavné podklady, ktoré máme schematicky zobrazené v grafe č.4, na základe ktorých sa zostavuje dokument OAMP, patria okrem MPD nasledujúce dokumenty. [5]



Graf č.4 Schéma vzniku OAMP. (graf autor)

- AD, (Airworthiness Directives), jedná sa o príkazy a podmienky stanovené leteckým úradom a sú určené prevádzkovateľovi lietadla. Majú záväzný charakter, dodržiavanie AD prevádzkovateľom je podmienkou k zachovaniu letovej spôsobilosti lietadla.
- Servisné bulletiny, SB (Service Bulletins), vydávané samotným výrobcom. Sú vydávané v prípadoch, kedy dôjde k navrhutej zmene časti alebo komponentu lietadla, taktiež sa vydávajú napr. pri zistení nedostatku v konštrukcii lietadla.
- Národné požiadavky, NR (National Requirements), požiadavky na údržbu vydávané konkrétnym leteckým úradom konkrétneho štátu. V prípade ČR sa jedná o Úřad pro civilní letectví.
- Požiadavky výrobcu, VR (Vendor Requirements), manuál vydávaný výrobcem lietadla, ktorý obsahuje zoznam úloh a požiadaviek na údržbu, doporučený výrobcem lietadla.

4.4 Task cards

Dokument OAMP predstavuje vo svojej podstate rutinu údržbových prác leteckého prevádzkovateľa v rámci plánovanej údržby. Obsahuje zoznam úloh údržby potrebných k zachovaniu letovej spôsobilosti. Každú naplánovanú úlohu je potrebné v praxi previesť na jednoznačné postupy, ktorými sa následne bude riadiť servisný personál pri plnení úloh údržby. Príručka obsahujúca tieto postupy je definovaná ako manuál údržby lietadiel (AMM), ktorý vo svojej podstate poskytuje prevádzkovateľovi komplexný prehľad informácií o prevádzke a údržbe lietadla a jeho palubného vybavenia. Dokument OAMP v spojení s extrahovaným postupmi z AMM lietadla slúži na generovanie task cards, kariet úloh (TC). Karty úloh sú v súlade so stanovenými predpismi používané jednak ako prostriedok vykonávania údržby a zároveň slúžia na dokumentáciu záznamov o vykonanej údržbe. Poskytujú podrobné, stručné procedurálne pokyny, ktoré organizujú a kontrolujú údržbové činnosti a zároveň slúžia ako prostriedok na zabezpečenie súladu s priradenou príručkou údržby. Jednotlivé úlohy plánu údržby sa v praxi zlučujú a sú prepisované na karty úloh. Pre spoločnosť predstavujú spôsob ako zaistiť, aby servisný personál postupoval podľa stanovených postupov. Medzi informácie štandardne obsiahnuté v TC zaradujeme nasledujúce. [10]

- Typ letového parku a lietadla, pre ktorý je daná TC aplikovaná.
- Stanovený interval a druh prehliadky.
- Potrebné činnosti údržby, ktoré určuje OAMP výrobcu daného lietala.
- Zobrazenie postupov uvedených v AMM pre servisný personál údržby.
- Určenie kategórie vykonávaných úloh údržby (LU/SV,OP/VC,IN/FC,RS,DS).
- Určenie zóny a subzóny lietadla (príklad zón a subzón lietadla na obrázku č.1 a č.2), na ktorej bude prebiehať údržba.
- Pracovné náradie, diely a pomôcky potrebné k vykonaniu zadanej úlohy údržby.
- Karty úloh, ktoré sa týkajú manipulácie s prístupovými panelmi budú obsahovať identifikačné kódy panelov a dverí určených k manipulácii.

5 Spracovanie problematiky ohodnotenia prístupových panelov

V dnešnej dobe predstavuje moderné dopravné lietadlo komplexný stroj v ktorom sa nachádza veľké množstvo rôznych systémov a komponentov. Niektoré systémy sú centralizované ako napríklad APU, motory lietadla a niektoré integrované do pomerne veľkej časti konštrukcie lietadla ako napríklad palivové systémy, elektrické rozvody a podobne. Väčšina týchto systémov je skrytá v konštrukcii lietadla, je však ale potrebné, aby boli prístupné z dôvodu vykonávania údržby. Z pohľadu údržby ide o celky, ktoré vyžadujú pravidelnú starostlivosť a kontrolu. Mali by byť relatívne ľahko dostupné, aby bolo možné v rozumnom čase vyhodnotiť stav kontrolovanej časti a pokiaľ je to nutné, vykonať požadovanú údržbu. K sprístupneniu týchto segmentov a systémov nám na lietadle slúžia práve rôzne prístupové panely a dvere. Tieto panely sú vo svojej podstate rôzne časti povrchu lietadla, aerodynamické kryty. Každý z nich má individuálny tvar a veľkosť, ktorá je prispôsobená mieste v plášti lietadla, na ktorom sa nachádzajú. Vyznačujú sa tým, že sú ľahko a rýchlo demontovateľné a sprístupňujú jednotlivé celky systémov lietadla. Všetky potrebné informácie o popise, umiestnení, identifikácii a podobne, týkajúce sa prístupových panelov, sú obsiahnuté v konkrétnom MPD dodávaného výrobcu pre daný typ lietadla.

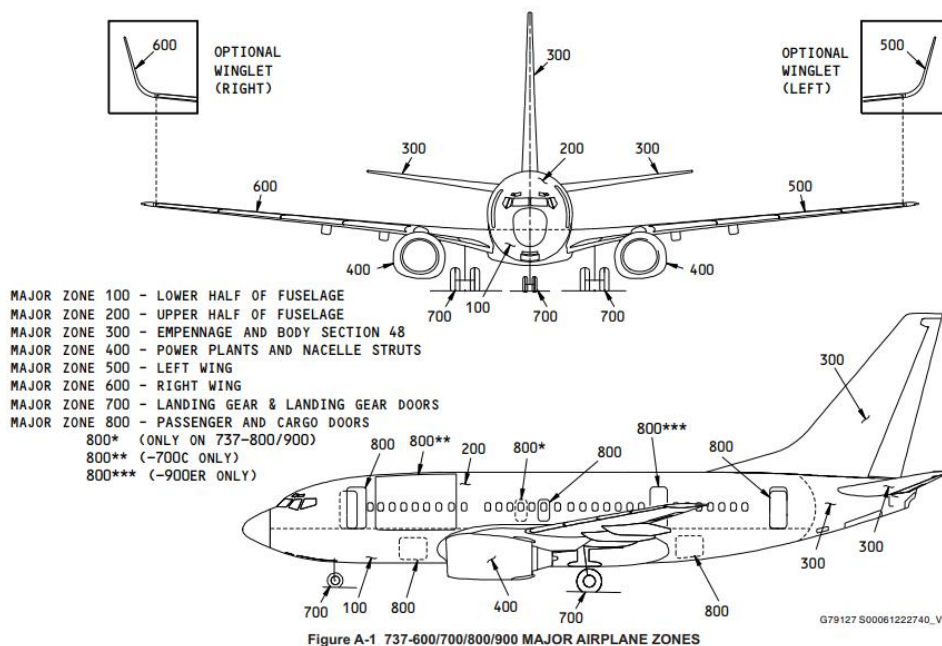
Časť tejto práce pozostáva práve z meraní časov práce servisného personálu pri manipulácii s prístupovými panelmi. Tieto merania boli vykonané na lietadlách výrobcov Airbus a Boeing. V závislosti na tejto skutočnosti som pri popise problematiky ohodnotenia prístupových panelov využil informácie obsiahnuté v dokumentoch MPD od Airbusu aj Boeingu. Oba dokumenty majú rovnaký logický prístup k identifikácii prístupových panelov a k priradeniu špecifických identifikačných kódov konkrétnym panelom. Taktiež pravidlá a podmienky normohodinového ohodnotenia práce s prístupovými panelmi sú si vzájomne skoro identické. MPD manuál od Boeingu poskytoval podrobnejší popis problematiky, preto som využil prevažne informácie obsiahnuté v ňom.

5.1 Popis prístupových panelov lietadla Boeing 737

Konštrukcia lietadla Boeing sa podľa príslušného MPD rozdeľuje na 8 hlavných častí alebo zón, ktoré máme názorne zobrazené na obrázku č.1. Tieto zóny sa následne pre presnejšiu špecifikáciu delia na sub-zóny. Príklad takého delenia máme zobrazený na obrázku č.2. Pre predstavu uvediem, že lietadlá typu Boeing 737-600/700/800/900 sú celkovo rozdelené na 228 takýchto sub-zón. Jednotlivým zónam aj sub-zónam sú priradené unikátne trojčiferné identifikačné kódy. Uvediem zoznam hlavných zón lietadla Boeing 737 spolu s priradenými identifikačnými kódmi. [2]

- 100 - Dolná polovica trupu.
- 200 - Horná polovica trupu.
- 300 - Zvislá chvostová plocha a časť trupu.
- 400 - Energetické systémy lietadla a nosníky.
- 500 - Ľavé krídlo.
- 600 - Pravé krídlo.
- 700 - Pristávacie zariadenie a dvere pristávacieho zariadenia.
- 800 - Dvere pre osobné a nákladné priestory lietadla.

BOEING 737-600/700/800/900ER MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT
ZONE DIAGRAMS



Oct 15/2012

D626A001
ECCN 9E991 BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details

PAGE A.1-1

Obr.1 Delenie lietadla Boeing na hlavné zóny. (foto Boeing 737 Maintenance Planning Document 2012)

Na obrázku č.1 môžeme vidieť grafické rozčlenenie lietadla na jednotlivé hlavné zóny, spolu s priradenými identifikačnými kódmi týchto zón. Samotné priradenie identifikačného kódu jednotlivým zónam lietadla sa riadi na základe podmienok a kritérií stanovených v konkrétnom MPD. Medzi tieto podmienky môžeme zaradiť nasledujúce. [2]

- Pokiaľ je to možné, nepárne číslo bude označovať ľavú bočnú zónu a párne číslo bude označovať pravú bočnú zónu, vzhľadom k stredovej čiare trupu lietadla alebo gondoly motoru.
- Pre postupnosť čísel jednotlivých zón bude platiť nasledovné.

- Pre krídla a horizontálne chvostové plochy sa bude číslovanie začínať smerom od vnútorných častí lietadla k vonkajším a od predných smerom k zadným častiam.
 - Pri trupe sa bude číslovanie začínať smerom od nosu lietadla k jeho chvostovej časti a smerom von od podlahy interiéru.
 - U vertikálnej chvostovej časti sa bude číslovanie začínať smerom od koreňa chvosta k jeho špičke.
- Väčšie konštrukčné prvky ako dvere kabíny pre cestujúcich, dvere pre nákladové priestory, dvere podvozku, ovládacie plochy, výťahy, klapky, krídelka, spojery a ostatné prvky mechanizácie krídla majú svoje individuálne čísla zón.



737-600/700/800/900/900ER MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT
ZONE DIAGRAMS

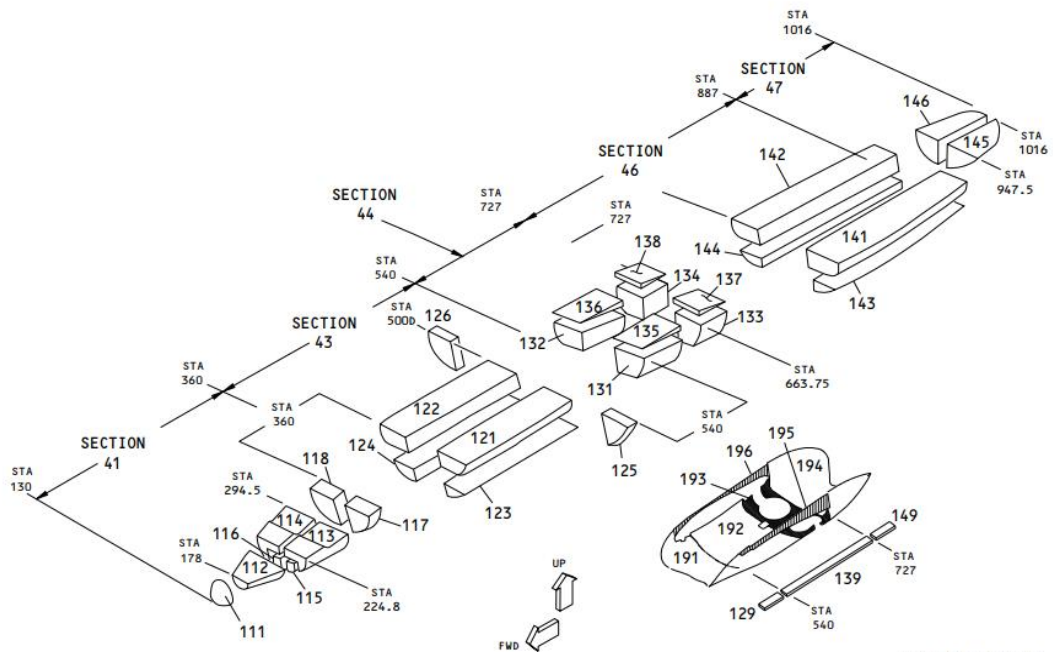


Figure A-2 737-600/700/800/900 MAJOR ZONES 100 - LOWER HALF OF FUSELAGE

Obr.2 Delenie lietadla na sub-zóny. (foto Boeing 737 Maintenance Planning Document 2012)

5.2 Identifikácia prístupových panelov a dverí

Konštrukciu lietadla sme si pomocou trojciferného identifikačného kódu rozdelili na hlavné zóny a subzóny. Pri identifikácii samotných panelov a prístupových dverí sa k tomto trojcifernému kódu následne pridávajú rôzne prípony alebo sufíxy a takto upravený kód vytvorí identifikačný kód prístupového panelu. Príklad identifikačného kódu panelu máme uvedený na obrázku č.3. Kód principiálne slúži k tomu, aby servisným technikom uľahčil správnu identifikáciu panelu pri vykonávaní prác údržby. Označovanie prístupových panelov a dverí na lietadle sa riadi podľa stanovených logických postupov obsiahnutých v MPD manuáli výrobcu. [2]

- Identifikačný kód je tvorený trojciferným číslom zóny, táto zóna predstavuje najmenšiu zónu alebo subzónu, v ktorej sú dvere alebo prístupové panely umiestnené.



Obr.3 Ukážka prístupového panelu s identifikačným kódom. (foto autor)

- Pre spresnenie identifikácie sa využíva dvojmiestny sufix. Pozostáva z dvoch písmen, a to z primárneho identifikátora a prípony (lokátora). Ak je prístupový panel identifikovaný mimo poradia, je k sufixu pripojené tretie písmeno "X".
- Prvé písmeno, teda primárny identifikátor, je znak, ktorý identifikuje panely a dvere v logickej sekvencii. Pre príklad, z vnútra von alebo spredu smerom dozadu. Poradie znakov má abecedný sled a v každej zóne začíname písmenom "A".
- Pri paneloch a dverách, ktoré majú prístup z vnútornej strany konštrukcie lietadla alebo majú inak špecifický prístup, je prvý znak kódu číslica medzi 1 až 8. Číslica odkazuje na hlavnú zónu lietadla, v ktorej sa dané dvere alebo panel nachádzajú.
- Druhý znak v sufixe, lokátor, logicky upresňuje polohu dverí a panelov vzhľadom ku konštrukcii lietadla. Rozoznávame nasledujúce lokátory.
 - T, B - Hore (Top), Dole (Bottom).
 - L, R - Vľavo (Left), Vpravo (Right).
 - Z - Vnútorný (Internal).
 - C - Strop (Ceiling).
 - F - Panely podlahy (Floor Panels).
 - S - Zvažujúce sa panely (Sloping Sidewall).
- Písmená "I" a "O" sa nepoužívajú.
- Vchodové dvere kabíny, dvere do nákladného priestoru a podvozkové dvere predstavujú zóny samy o sebe a preto sa identifikujú podľa čísla zóny. Pre prístupové panely, ktoré sa nachádzajú v ich konštrukcii, sa postup označovania riadi bežným spôsobom.
- Dvere, ktoré sa nachádzajú na stredovej ose trupu lietadla, majú priradené číslo zóny tak, ako keby sa nachádzali na ľavej strane.
- Navzájom zodpovedajúce si prístupové panely na protiľahlých stranách lietadla majú zvyčajne rovnakú podobu sufixu, aj keď sa čísla zón líšia.
- Pokiaľ sa dvere alebo prístupové panely nachádzajú na väčších dverách, tak sa primárne identifikujú väčšie dvere alebo prístupový panel.

- Pri dverách a paneloch, ktoré presahujú viacero zón, sa používa najnižšie možné číslo zóny.
- Dverám, ktoré sa nachádzajú na hranici jednotlivých zón, sa priraduje číslo zóny podľa toho v ktorej zóne sú demontované alebo do ktorej zóny sú otvorené. Dverám a panelom, ktoré majú interný alebo inak špecifický prístup, je priradený identifikačný kód podľa zóny, do ktorej nám umožnia po demontáži prístup.
- Prístupové panely, ktoré slúžia ako kryty ventilov palivových nádrží, nemajú priradené identifikačné kódy.

5.3 Odhady normohodín uvádzané v MPD

Normohodinové ohodnotenie manipulácie s panelmi uvádza samotný výrobca v MPD manuáli príslušného lietadla. Ako podklad pre uvedenie názorného príkladu toho, na akých princípoch a podmienkach sú tieto odhady založené, som využil informácie z dostupných dokumentov MPD od výrobcov Airbus a Boeing. Obidva dokumenty principiálne pristupujú k problematike ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi rovnako. Odhady normohodinového ohodnotenia sú v dokumentoch uvádzané ako labor-hours, open a close. Časy potrebné na demontáž (open) a montáž (close) prístupových panelov alebo dverí. V procese demontáže je zahrnutá doba na samotnú manipuláciu, následnú inšpekciu stavu panela a jeho predpisové uskladnenie na určené miesto. V procese montáže je zahrnutá len doba manipulácie s panelom. Tieto časy sú určené v MPD dokumentoch pre väčšinu prístupových panelov. Pri paneloch, u ktorých časy manipulácie nie sú určené, je uvedená hodnota „00:00“, alebo je uvedená skratka "TBD" (to be determined), teda momentálne nie sú určené, ale postupom času by mali byť doplnené. [2]

5.3.1 Normohodina

Vo svojej podstate sa jedná o veličinu a využíva sa v prípadoch, ak je potrebné vyjadriť množstvo práce vykonanej za jednotku času pri špecializovaných prácach. Je to doba, ktorá je potrebná k vykonaniu konkrétneho druhu práce, vzhľadom k druhu a objemu vykonávanej práce. V systéme normohodinového ohodnotenia je každý druh práce ohodnotený špecifickou konštantou. Táto konštanta vo svojej hodnote (poprípade iným spôsobom) reflektuje druh a náročnosť vykonávanej práce. Pri ohodnocovaní sa zohľadňujú faktory ako fyzická náročnosť, potrebné pracovné skúsenosti, kvalifikácie a iné, ktoré ovplyvňujú pracovnú výkonnosť.

5.4 Podmienky stanovenia normo-hodinových odhadov v MPD

Výpočty normovaných hodín (NH), potrebných pre manipuláciu s prístupovými panelmi a dverami, ktoré výrobca uvádza v MPD manuáli pre dané lietadlo, sú založené na predpokladoch a podmienkach stanovených výrobcom. Zaraďujeme medzi nich nasledujúce.

[2]

- Servisný mechanik je pripravený k práci na svojom určenom pracovisku a je adekvátne vyškolený k vykonávaniu priradených úloh.
- Lietadlo je čisté a pripravené k údržbe. V prípade manipulácie s panelmi, ktoré súvisia s palivovým systémom, musí byť palivo s lietadla odčerpané.
- Pri počte upevňovacích prvkov (bolts) do 25, prebieha montáž a demontáž za použitia ručného náradia.
- Pri počte upevňovacích prvkov (bolts) nad 25, prebieha montáž a demontáž za použitia elektrického náradia.
- Adekvátne elektrické náradie je k dispozícii, funkčné a zapnuté.
- Tesniaca hmota (sealing) je pred demontážou odstránená a pred montážou už opätovne inštalovaná.
- Napriek tomu, že sa v reálnej údržbe spoločnosti využíva na manipuláciu s väčšími prístupovými panelmi viac servisných technikov, uvedené výpočty sú založené na prípade využitia len jedného servisného technika. Prevádzkovateľ by mal sám následne monitorovať príležitosti, pri ktorých pracuje simultánne viac servisných technikov a primerane túto skutočnosť v plánovaní zohľadniť.
- Čas montáže a demontáže sa u niektorých prístupových panelov upravuje špecifickým faktorom, a to v závislosti od zložitosti alebo komplexnosti údržbovej procedúry. V odhadoch sa zohľadňuje všeobecná konštrukcia lietadla a zložitosť prístupu k panelom a aj veľkosť plochy samotného panela a dverí.
- Na totožných typoch lietadiel môžu medzi jednotlivými prístupovými panelmi existovať rozdiely v ich tvare a veľkosti, ktoré následne ovplyvňujú aj dobu manipulácie s panelmi. Tieto rozdiely sú zapríčinené špecifickou požiadavkou operátora, na konfiguráciu konkrétneho lietadla a zaznamenané v príslušnom a jedinečnom manuáli údržby daného operátora lietadla.

V MPD manuáli výrobcov sa taktiež uvádzajú podmienky a prípady situácií, ktoré sa nezapočítavajú do časového ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi. Môžeme medzi nich zahrnúť nasledujúce. [2]

- Vykonávanie rutinnej práce ako napríklad oprava, všeobecné riešenie problémov vzniknutých behom údržby alebo vykonávanie generálnej opravy.
- Prípravné práce vo všeobecnosti, ako napríklad čistenie lietadiel pred údržbou, polohovanie pracovných stojanov a lešenia okolo lietadla, pripojenie pozemného elektrického zdroja a podobne.
- Jednorazové činnosti, medzi ktoré zahŕňame napríklad odmasťovanie, odstraňovanie izolácie alebo maľovanie.
- Vykonávanie úprav na konštrukcii alebo systémoch lietadla, rekonštrukcia a úprava pilotnej kabíny, kuchyne, sociálnych alebo iných zariadení.
- Neproduktívny čas ako taký, striedanie pracovnej smeny, nastavovanie a príprava pracovných nástrojov, čakanie na zaschnutie tmelu alebo farby.
- Plánovanie a organizácia pracovných činností a postupov.

Normohodinové odhady manipulácie s prístupovými panelmi uvedené v MPD manuáli sú vytvorené na základe vyššie uvedených podmienok a pravidiel. Takto stanovené časy open a close je ešte potrebné následne upraviť využitím štandardného pracovného časového faktoru. Ten predstavuje koeficient, poprípade číslo, ktorého funkcia spočíva v spresnení samotného odhadu tým, že sa časy manipulácie jednotlivých panelov násobia počtom a typom spojovacích prvkov príslušných panelov a dverí. Po pre násobení počiatkových odhadov odpovedajúcim faktorom dostávame finálny odhad normohodinového ohodnotenia panelu. Pre dosiahnutie presnejších odhadov MPD manuál výrobcu uvádza, že by si letecký prevádzkovatelia mali tieto odhady normohodín, uvedené v MPD manuáli prispôbiť podmienkam svojej prevádzky a zohľadniť v súlade s postupmi a podmienkami vlastnej spoločnosti. [2]

Na obrázku č.4 je znázornená ukážka z MPD dokumentu výrobcu Boeing. Manuál je určený pre variáciu typov 737 (600,700,800,900,900ER). Tieto typy lietadiel predstavujú variácie konštrukcie Boeingu 737, ktoré prevažnú väčšinu komponentov zdieľajú. Rovnako je to aj v prípade prístupových panelov. Jednotlivé variácie medzi panelmi sú uvedené v príslušnom stĺpci dokumentu. Výrobca teda vydáva pre viaceré variácie typu 737 totožný MPD manuál.

Rovnaký postup riešenia problematiky je možné nájsť aj v MPD výrobcu Airbus pre lietadlá typu A320 Family.

ACCESS PANELS FOR PASSENGER CABIN FLOOR PANELS					
ACCESS PANEL AND DOOR NUMBER	MAN-HOURS		APL/ENG APPLIC	MAJOR ZONE 200	LOCATION BY ZONE
	OPEN	CLOSE		SUBZONE: SUBZONE 230	
231ACF	0.25	0.25	900/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43) (737-900 ONLY)	231
232CF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232DF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232EF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232FF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232GF	0.15	0.15	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232HF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232JF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232KF	0.25	0.25	800, 900/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43) (737-800/900 ONLY)	232
232LF	0.25	0.25	800, 900/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43) (737-800/900 ONLY)	232
232MF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232NF	0.25	0.25	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232PF	0.15	0.15	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232QF	0.15	0.15	ALL/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43)	232
232TF	0.20	0.20	900/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43) (737-900 ONLY)	232
232UF	0.20	0.20	900/ALL	PANEL ASSY - PASSENGER CABIN FLOOR ACCESS - (SEC 43) (737-900 ONLY)	232

Obr.4 Ukážka z MPD dokumentu výrobcu Boeing. (foto Boeing 737 Maintenance Planning Document 2012)

5.5 Informácie a ilustrácie uvedené na prístupových paneloch

Všeobecne sa na prístupových paneloch a dverách nachádzajú rôzne nápisy, prípadne pokyny. Informácie obsahujúce bezpečnostné inštrukcie a pokyny a informácie o prístupe sa na paneloch nachádzajú podľa potreby. Ďalším typom nápisov, sú tie, ktoré súvisia s manipuláciou a môžeme ich rozdeliť na tri skupiny. [2]

- Informácie vo forme "Provides access to" (umožňuje prístup), sa nachádzajú podľa potreby na rôznych paneloch a dverách, spoločne s názvom systému alebo časti konštrukcie, ku ktorej umožňujú po demontáži prístup.
- Informácie s bezpečnostnými upozorneniami a pokynmi, ktoré sa týkajú manipulácie s konkrétnym prístupovým panelom.
- Identifikačný kód panelu.

Nápis ako identifikačný kód sa bude spravidla nachádzať na každom prístupovom paneli a dverách. Behom vykonaných meraní však bolo možné pri viacerých revíziách pozorovať desiatky panelov, a to nezávisle od typu lietadla (predovšetkým ale staršie stroje), kde tieto kódy chýbali alebo boli úplne nečitateľné.

6 Merania manipulácie s prístupovými panelmi a dverami

Merania boli realizované v údržbových halách spoločnosti Czech Airlines Technics. Samotné merania časov manipulácie s prístupovými panelmi a dverami prebiehali na lietadlách typu Airbus A320 Family a variantách typu Boeing 737. Celkovo boli namerané časy panelov na 9 lietadlách, a to 5 meraní pre lietadlá typu Airbus a 4 pre lietadlá typu Boeing. Merania boli vykonávané so súhlasom riadiaceho pracovníka údržby daného lietadla a pred každou sériou vykonaných meraní bol s ich priebehom taktiež oboznámený servisný personál pracujúci na danom lietadle. Zber časových údajov prebiehal v závislosti na postupe údržbových prác, tak ako boli vykonávané na lietadle. Z pohľadu manipulácie s prístupovými panelmi sa pri štandardnom postupe revízie z lietadla najprv demontovali a skontrolovali všetky potrebné prístupové panely a dvere. Následne sa na lietadle vykonávala stanovená údržba, potrebné prehliadky a servisné úkony. Po skončení potrebných revízií a vykonávaných prehliadok sa opätovne začalo s postupnou montážou prístupových panelov a dverí. Samotnej manipulácii s prístupovými panelmi a dverami predchádzali nevyhnutné procesy prípravy na údržbu. Medzi tieto prípravné procesy môžeme zaradiť.

- Príprava lietadla a pracovného prostredia.
- Príprava servisného personálu k práci.
- Plánovanie a organizácia údržby.

6.1 Príprava lietadla a pracovného prostredia

Pred započatím údržbových prác s prístupovými panelmi a dverami lietadla, bolo potrebné adekvátne pripraviť pracovné prostredie údržbovej haly a aj samotné lietadlo podliehajúce údržbe. Pred prijatím lietadla do pracovnej haly bolo potrebné povrch lietadla dôkladne očistiť a zbaviť nečistôt, ktoré by mohli následne komplikovať postup údržby. Vzhľadom k druhu a rozsahu vykonávanej údržby sa z lietadla musia podľa potreby vypustiť všetky určené prevádzkové kvapaliny (palivo, olej, odpad atď.). Lietadlo, ktoré sa uvedie do stavu vhodného pre prijatie do údržby, je presunuté do pracovnej haly, na svoje presne určené miesto v hale (na dlážke pracovnej haly sa nachádza značenie, ktoré presne určuje vhodné umiestnenie lietadla k výkonu údržbových prác). V závislosti od typu lietadla sú servisným personálom prisunuté prístupové plošiny pod jednotlivé krídla a okolo chvostových plôch lietadla je postavené lešenie, ktoré umožňuje prístup na ťažko dostupné miesta konštrukcie lietadla (napr. vertikálny alebo horizontálny stabilizátor).

6.2 Organizácia a príprava servisného personálu

Pri objeme práce, ktorý je potrebné vykonať na lietadle behom údržby, je organizácia a príprava údržbového personálu nevyhnutnou súčasťou procesu plánovania údržby. V prípade manipulácie s prístupovými panelmi a dverami, môžeme medzi jednotlivé procesy spojené s organizáciou a plánovaním zaradiť nasledovné.

- Priradenie servisného personálu do pracovných skupín (obvykle 3 až 4 servisní technici) a priradenie týchto skupín určeným zónam na lietadle.
- Vytvorenie časového harmonogramu pre priebeh prác manipulácie s panelmi.
- Vytvorenie a distribúcia zoznamov prístupových panelov určených k manipulácii servisným technikom.
- Distribúcia potrebného servisného náradia a pomôcok pre vykonávanie údržby.

Po ukončení príprav na lietadle a pracovnom prostredí haly je potrebné, aby si servisný personál, ktorý je priradený k prácam s prístupovými panelmi a dverami, pripravil potrebné pracovné nástroje a pomôcky. Medzi procesy prípravy servisného personálu zaraďujeme.

- Vzhľadom k tomu, že sa jedná o fyzicky náročnú prácu, spojenú s dlhou pracovnou dobou, je servisnému personálu umožnené používať rôzne druhy stoličiek a drevených boxov, ktoré môžu behom vykonávania práce využívať k sedeniu. Vhodný druh sedenia si servisný technik volí a zabezpečuje v závislosti od momentálne vykonávanej činnosti.
- Zabezpečenie a príprava odkladacích regálov pre jednotlivé prístupové panely, pričom je hlavne potrebné zaistiť dostatočné množstvo týchto regálov. Regály sa priradujú konkrétnemu lietadlu (uvádza sa typ a registračná značka) a zóne lietadla (pravé krídlo, ľavý motor a pod.), z ktorej sú panely demontované. K tomu účelu slúžia popisné štítky na regáloch, na ktoré sa tieto informácie vypisujú. Význam týchto regálov spočíva v prehľadnom, bezpečnom a organizovanom uskladnení demontovaných panelov. Ukážka uskladnenia panelov je na obrázku č.5, z dôvodov zachovania anonymity prevádzkovateľa lietadla bol popisný štítok regálu vybielený.



Obr.5 Uskladňovanie demontovaných a skontrolovaných panelov v regáloch. (foto autor)

- Príprava náradia potrebného k manipulácii s prístupovými panelmi a dverami. Jedná sa všeobecne o akumulátorové skrutkovače a na rozdiel od podmienky uvádzanej v MPD manuáloch (kde do počtu 25 skrutiek má servisný technik využiť k práci ručné náradie), sa v praxi používa prakticky len elektrická varianta tohto náradia. Okrem elektrických skrutkovačov sa využívajú aj elektrické vŕtačky a špecifické náradie extractor assy tool (jedná sa o ručné náradie určené na odstraňovanie skrutiek, dodávané výrobcom, náhľad v prílohách obrázok č.1). Náradie extractor assy tool a elektrické vŕtačky sú potrebné v prípadoch, kedy nie je možné demontovať skrutku len pomocou akumulátorového skrutkovača. V prípade potreby tohto náradia si ho musí servisný technik vyžiadať u špecifického výdajného miesta v údržbovej hale.



Obr.6 Dočasne demontované prístupové panely, čakajúce na uskladnenie. (foto autor)

- Servisný technik si pred prácou musí zabezpečiť dostatočné množstvá vreciek, ktoré slúžia k uskladneniu demontovaných skrutiek z daného prístupového panela. Vyznačujú sa výraznou oranžovou farbou a ich súčasťou je predtlačená demontážna karta. Po ukončení demontáže a následnej inšpekcie panela sa vak spoločne so skrutkami a vyplnenou demontážnou kartou priväzuje k príslušnému prístupovému panelu. Takto odložený panel slúži ako vizuálne potvrdenie toho, že bol daný panel skontrolovaný a prehladnutý servisným technikom. Príklady máme zobrazené na obrázkoch č.5. a č.6.
- Demontážne karty, sú obsahom vreciek a pozostávajú z dvoch hlavných častí, tak ako je možné vidieť na obrázku č.7. Prvá časť karty je väčšia, s nápisom „Dočasne sejmutý díl/LC“. Túto časť musí servisný technik po demontovaní príslušného prístupového panelu vyplniť (vyplňa sa typ lietadla, identifikačný kód panela, dátum kontroly, stav panelu, podpis technika atď.). Druhá menšia časť

karty, lemovaná červenou farbou, sa po kontrole panela odtrhne a vyhodí, čím sa oficiálne potvrdí, že bol daný panel prehladnutý a je v poriadku. Samotná väčšia časť karty sa následne vkladá do vrečka a priväzuje k príslušnému prístupovému panelu.

DOČASNĚ SEJMUTÝ DÍL/LC
TEMPORARILY REMOVED PART

P/N _____

A/C Reg _____ S/N _____

Lokace _____
Position on A/C

Důvod sejmutí _____
Reason for removal

Demontoval _____
Removed by Podpis / Signature _____ Datum / Date _____

Zkontrolováno – letadlový celek provozuschopný
Checked and approved for operation:

ANO/YES NE/NO _____
Podpis / Signature _____ Razítko / Stamp _____ Datum / Date _____

Po provedení a osvědčení kontroly dílu/LC z hlediska vzhovujícího stavu této části oddělit. Remove this section when the repaired part has been checked and approved for operation.

Obr.7 Demontážna karta. (foto autor)

- Zoznam panelov, vybraných k demontáži pri danej revízii lietadla, určených pomocou jednotlivých task cards. Servisnému personálu je poskytnuté aj grafické zobrazenie panelov a ich umiestnenie na lietadle pre uľahčenie ich správnej identifikácie.

6.3 Realizácia a priebeh meraní časov manipulácie s prístupovými panelmi

Pred samotným meraním som si stále pre každé jedno konkrétne lietadlo pripravil zoznam prístupových panelov, ktoré boli určené k manipulácii. Samotné merania boli uskutočnené na jednoduchých stopkách, schopných zaznamenávať viacero simultánnych meraní časov. V niektorých prípadoch bolo totiž možné merať čas manipulácie s panelmi zároveň u viacerých servisných technikov. V prevádzke spoločnosti kde boli merania uskutočnené, pracoval servisný personál spravidla v skupinách (zväčša 3 servisní technici), na jednotlivých zónach lietadla. Pre príklad uvediem motorové gondoly, časti trupu (náhľad v prílohách obr.2) alebo krídla lietadla (náhľad v prílohách obr.3). Vďaka tomu, že pracovali zároveň a vo vzájomnej blízkosti, nebolo zložité zaznamenať viacero simultánnych meraní. Niekedy bolo možné merať čas pre viacero prístupových panelov aj vďaka tomu, že manipulácia s konkrétnym prístupovým panelom zaberala nadmerné množstvo času. Vzhľadom k objemu práce, ktoré bolo na lietadle nutné pri revízii vykonať a k tomu, že sa jednalo o reálnu prevádzku spoločnosti, prebiehali práce bez ohľadu na vykonávané merania. Z toho vyplýva, že nebolo možné pri každom lietadle zaznamenať všetky časové merania všetkých prístupových

panelov, ktoré boli určené k demontáži a montáži. Vďaka ochote servisného personálu bolo možné zaznamenať časy práce s prístupovými panelmi aj v prípadoch, keď som sa osobne nemohol zúčastniť revízie lietadla. Jednalo sa o servisných technikov, ktorí boli poverení manipuláciou s prístupovými panelmi lietadla, ktoré práve prechádzalo údržbou a ktoré bolo objektom merania. Pred započatím prác a meraní na paneloch boli servisní technici poučení o metodike priebehu merania a dostali k dispozícii predpripravené archy so zoznamom prístupových panelov. Do týchto tabuliek následne samostatne zaznamenávali časy demontáže, montáže a prípadné poznámky týkajúce sa komplikácií. Takto vyplnené archy mi následne predávali k spracovaniu.

Namerané časy demontáže a montáže som následne priradil odpovedajúcim prístupovým panelom a pokiaľ sa behom manipulácie s panelmi prihodila akákoľvek relevantná udalosť (strhané závit, problém s elektrickým náradím, potreba odstránenia náteru lietadla alebo tesnenia prístupových panelov), ktorá ovplyvnila priebeh manipulácie s panelom a tým pádom mala aj vplyv na časové trvanie merania, tak bola táto udalosť zaznamenaná ako poznámka pri meraní.

6.4 Pravidlá a podmienky merania

Pred započatím samotných meraní bolo potrebné stanoviť presné pravidlá a podmienky, ktorými sa bude priebeh meraní riadiť. Zmyslom bolo vytvorenie uniformných podmienok pre jednotlivé merania, podobne ako v prípade MPD dokumentov od výrobcov lietadiel. Znamená to, že každé meranie sa začalo, prebiehalo a skončilo za tých istých predom stanovených podmienok. Merania manipulácie s prístupovými panelmi prebiehali na základe nasledujúcich predpokladov.

Pravidlá a podmienky merania pri demontáži.

- Meranie sa začínalo v momente keď bol servisný technik pripravený k vykonaniu práce. To znamená, že sa nachádzal na svojom pracovisku a mal pripravené všetky potrebné pracovné nástroje.
- Do merania sa započítavala doba potrebná na kontrolu prístupového panelu po demontáži a následné povinné vyplnenie informácií v priradenej demontážnej karte.
- Započítavala sa doba potrebná k odstráneniu tesniacej hmoty (sealing).

- Meranie bolo ukončené v momente, keď servisný technik skontrolovaný prístupový panel spolu s priviazaným vreckom, obsahujúcim skrutky a vyplnenú demontážnu kartu, uložil do priradeného regálu.

Pravidlá a podmienky merania pri montáži.

- Meranie sa začínalo v momente, keď bol servisný technik pripravený k vykonaniu práce (pracovisko, potrebné nástroje), mal pripravený prístupový panel a vrecko so skrutkami (bolts).
- Započítavala sa doba potrebná na opätovné naniesenie tesniacej hmoty (sealing).
- Meranie bolo ukončené v momente, keď bola zaskrutkovaná posledná skrutka prístupového panelu.

Všeobecné pravidlá pri meraní

- Započítavala sa doba potrebná na riešenie nepredpokladaných udalostí, ktoré vznikli behom manipulácie s prístupovými panelmi a dverami. Môžeme medzi nich zaradiť nasledujúce prípady.
 - o Potreba manipulácie s mechanizáciou lietadla (napr. vysúvanie klapiek), počas priebehu manipulácie s prístupovými panelmi.
 - o Čas potrebný na odstránenie skrutiek so strhanými závitmi. Buď vŕtaním alebo použitím špecifického náradia (extractor assy tool).
 - o Čas strávený sociálnou konverzáciou (nesúvisiacou s prácou) behom manipulácie s panelmi.
 - o Ostatné udalosti, ktoré nastali behom priebehu manipulácie. Pre príklad uvediem hľadanie spadnutých skrutiek, výmena akumulátorov v el. nástrojoch, nečinnosť počas práce a podobne.
- Do meraní sa nepočítala príprava lietadla k údržbe (mytie, vypustenie prevádzkových kvapalín), príprava pracoviska (príprava lešenia pre lietadlo, zabezpečenie nástrojov a pomôcok, príprava regálov atď.), ani činnosti spojené s organizáciou a plánovaním údržby.

6.5 Tesniaci materiál

Tesniaci materiál (sealing), sa v rámci manipulácie s prístupovými panelmi využíva u veľkých dopravných lietadiel typu Airbus alebo Boeing napríklad u panelov, ktoré umožňujú prístup k palivovým nádržiam lietadla. V dokumentoch MPD výrobcov Airbus aj Boeing sa uvádza, že proces odstraňovania tesniacej hmoty sa do odhadov manipulácie s prístupovými panelmi nezapočítava. V praxi je ale odstránenie tesniacej hmoty z prístupového panelu bez prvej demontáže daného panelu prakticky nemožné a preto bola doba manipulácie s tesniacou hmotou započítaná do vykonaných časových meraní.

7 Návrh nového systému ohodnotenia prístupových panelov

Primárnym výstupom mojej diplomovej práce je analýza problematiky systému normohodinového ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi a dverami lietadla. Ako nástroj vedúci k riešeniu problematiky som sa rozhodol vytvoriť databázu časov meraní manipulácie s prístupovými panelmi. Zmysel vytvorenej databázy spočíva predovšetkým vo vytvorení aditívnych podkladov (formou časových meraní), k časom manipulácie, získaných z MPD dokumentov výrobcov, pre potreby plánovania údržby v spoločnosti. Princiipiálne by mali časy manipulácie namerané v prevádzke spoločnosti reálne reflektovať unikátne pracovné podmienky a faktory, ktoré sú špecifické pre konkrétnu spoločnosť a ktoré vplyvajú na priebeh manipulácie s panelmi. Ich prehľad a analýzu uvediem v nasledujúcej kapitole. Pre predstavu sa však jedná o faktory spojené s dostupnosťou náradia a pracovných pomôcok, pracovnou efektivitou servisného personálu a všeobecne s organizáciou procesu údržby.

7.1 Databáza časov

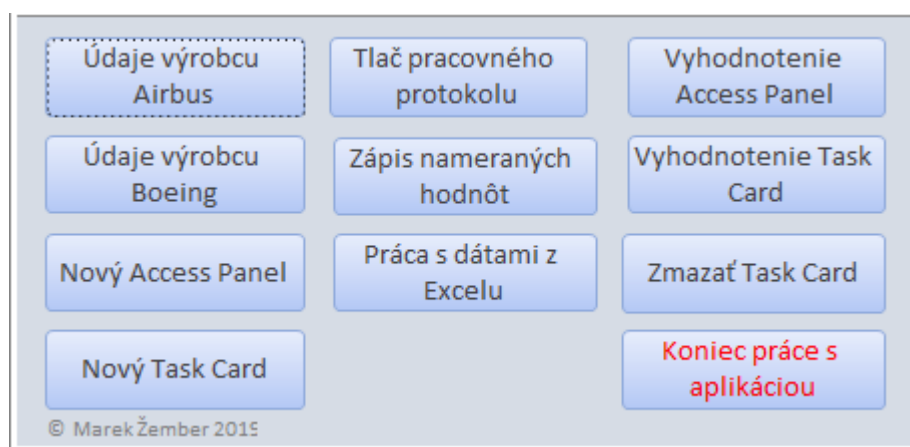
Databáza bola vytvorená predovšetkým za účelom potvrdenia samotnej tézy práce a potenciálne aj k reálnej aplikácii v spoločnosti Czech Airlines Technics. Vzhľadom k tomu som zvolil jednoduché, ale pre účely práce dostačujúce, riešenie formou databázy pracujúcej na základe programu Microsoft Office Access a Microsoft VBA (Visual Basic for Application, programovací jazyk pre programy z balíčka Microsoft Office). Názorná ukážka zdrojového kódu databázy je v prílohách na obr.6 (pre funkciu databázy Vyhodnotenie Task Card). Program Microsoft Office Access som zvolil pre všeobecnú rozšírenosť operačného systému Microsoft Windows a aj vzhľadom ku kompatibilite so softvérom využívaným v spoločnosti Czech Airlines Technics.

Databáza principiálne spracúva časy, ktoré boli namerané behom manipulácie s prístupovými panelmi a dverami vybraných výrobcov lietadiel a typov (Airbus A320 Family, variácie typu Boeing 737). Na základe požiadaviek spoločnosti je primárnym výstupom databázy suma časov potrebná k manipulácii (demontáži a montáži) s panelom, alebo so skupinou panelov. Čas manipulácie počítaný databázou je principiálne založený na podkladoch (normohodinových ohodnoteniach manipulácie) získaných z MPD konkrétneho výrobcu. Tieto podklady sú databázou následne upravované a prepisované časmi manipulácie, získanými z vykonaných meraní. V závislosti od konkrétnej požiadavky užívateľa dokáže databáza taktiež porovnávať časy manipulácie vypočítané len na základe podkladov získaných z MPD dokumentu výrobcu s časmi manipulácie stanovenými na základe meraní a stanoviť hodnotu rozdielu týchto časov. Presný priebeh spracovania a vyhodnotenia meraných časov manipulácie databázou popíšem v nasledujúcich odstavcoch.

Keďže sa merania manipulácie vykonávali na lietadlách dvoch výrobcov, bolo potrebné aby sa aj samotná databáza principiálne rozdelila na dve časti. Prvá časť databázy obsahuje záznamy z meraní vykonaných na lietadlách výrobcu Airbus, hodnoty normohodinového ohodnotenia manipulácie s panelmi z MPD manuálu výrobcu a priradené zoznamy TC (task cards). Druhá časť databázy obsahuje totožné informácie k lietadlám výrobcu Boeing. Táto separácia databázy, podľa výrobcu (Airbus/Boeing), je potrebná vzhľadom k tomu, že stroje jednotlivých výrobcov majú vlastné unikátne sady prístupových panelov a panely jednotlivých výrobcov majú svoju vlastnú špecifickú nomenklatúru (formou identifikačných kódov) a vlastné unikátne sady TC. Samotný program databázy pozostáva fundamentálne z dvoch hlavných častí, a to z užívateľského rozhrania (front end, interface) a dátovej časti (back end) databázy.

7.2 Užívateľské rozhranie databázy

Rozhranie (interface), je vo svojej podstate kontextové okno databázy, určené k interakcii s užívateľom. Prostredie rozhrania je spoločné pre obidvoch výrobcov a ponúka užívateľovi na výber z ponúkaných funkcií databázy. Interface databázy je zobrazený na obrázku č.8. Medzi funkcie ponúkané databázou môžeme zaradiť nasledujúce.



Obr.8 Užívateľské rozhranie databázy. (foto autor)

7.2.1 Zobrazenie časových údajov normohodinového ohodnotenia lietadiel

Funkcia databázy, ktorá dáva užívateľovi možnosť prehliadnuť si všetky stanovené hodnoty normohodinového ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi a dverami tak, ako ich uvádza výrobca vo svojom dokumente MPD. Jedná sa o pôvodné hodnoty, stanovené výrobcom, ktoré nie sú žiadnym spôsobom upravené databázou. Požadovanú funkciu pre vybraného výrobcu spustíme zadaním príkazu Údaje výrobcu Airbus alebo Údaje výrobcu Boeing a databáza užívateľovi ponúkne kontextové okno s požadovanými údajmi.

7.2.2 Dopĺňanie chýbajúcich údajov

V závislosti od varianty konkrétneho typu lietadla (napr. pre Airbus 320 Family sú to variácie A318/A319/A320/A321) alebo v závislosti od vykonanej modifikácie (napr. ako špecifická požiadavka prevádzkovateľa) dochádza k tomu, že sa na totožných typoch lietadiel môžu nachádzať vo svojej podstate identické panely, ktoré sa ale vzájomne líšia svojím tvarom a veľkosťou. Následok týchto rozdielov medzi panelmi sa prejaví na odlišných časoch manipulácie. S postupným príchodom nových variácií typu lietadla, môže dochádzať k tomu, že sa na týchto variáciách budú nachádzať aj úplne nové prístupové panely alebo dvere. Funkcia databázy Nový Access Panel, umožní pre vybraného výrobcu vytvoriť nové prístupové panely, priradiť im hodnoty času manipulácie a uložiť ich do pamäti databázy. Funkcia databázy teda ponúka užívateľovi možnosť aktualizovať databázu o chýbajúce panely. Pokiaľ takéto panely nemajú určené časy manipulácie od výrobcu, užívateľ môže zadať nový panel do databázy aj bez uvedenia časov manipulácie, len ako identifikačný kód. Časy demontáže a montáže prislúchajúce danému panelu sa postupne doplnia z údajov získaných z vykonaných meraní.

7.2.3 Vytvorenie Task Card

Funkcia databázy Nový Task Card slúži na vytvorenie ľubovoľného zoznamu prístupových panelov určeného vytvorenou TC. Takúto novovytvorenú TC je potrebné najprv pomenovať (identifikačným kódom) a následne priradiť výrobcu, ktorému bude určená. Spôsob vytvárania identifikačných kódov u TC sa riadi pravidlami a princípmi stanovenými ATA (Air Transport Association of America) a uvedenými v MPD dokumentoch výrobcov. V databáze je ale možné priradiť TC ľubovoľný kód. Funkcia na základe zvoleného výrobcu ponúkne na výber všetky prislúchajúce prístupové panely a užívateľ si požadované panely jednoducho navolí do zoznamu. Zvolený zoznam panelov sa ako TC (označená priradeným ident. kódom) uloží do pamäte databázy. Takúto TC je potom možné vyhodnotiť v ďalších funkciách databázy.

7.2.4 Tlač pracovného protokolu

Funkcia databázy Tlač pracovného protokolu je určená k tomu, aby si užívateľ mohol vytlačiť zoznam panelov zadaných pomocou ľubovoľnej TC. Zvoliť si môžeme z TC, ktoré sú už trvalo uložené v databáze alebo si môžeme vytvoriť unikátny zoznam panelov pomocou funkcie Vytvorenie Task Card. Zmyslom funkcie je umožniť užívateľovi pripraviť si fyzický zoznam prístupových panelov, do ktorého je možné počas meraní zaznamenávať získané hodnoty časov a prípadné poznámky.

7.2.5 Zmazať Task Card

V procese plánovania údržby zvykne dochádzať k tomu, že jednotlivé TC tak ako sú definované v údržbových programoch, prestanú byť časom z rôznych dôvodov relevantné a využívané v spoločnosti (napr. pri celkovej revízii dokumentov, vydaných držiteľom typového osvedčenia). Funkcia databázy Zmazať Task Card, umožní užívateľovi vymazať z trvalej pamäte databázy akúkoľvek TC pre zvoleného výrobcu.

7.2.6 Zápis nameraných hodnôt

Funkcia Zápis nameraných hodnôt umožní užívateľovi zapisovať do databázy časy manipulácie s prístupovými panelmi, ktoré boli namerané behom vykonaných revízií lietadiel. Po spustení funkcie si užívateľ vyberie požadovaného výrobcu a databáza mu ponúkne na výber z prístupových panelov prislúchajúcich zvolenému výrobcovi. Následne si zvolí požadovaný prístupový panel, ktorému chce doplniť časy manipulácie (zapisované vo formáte hh:mm:ss.) alebo poznámky z merania. Zapísané časy manipulácie sa priradia panelu ako nové meranie.

7.2.7 Vyhodnotenie Access Panel

Funkcia databázy Vyhodnotenie Access Panel slúži na vyhodnotenie časov manipulácie s konkrétnym prístupovým panelom. Názorná ukážka funkcie je na obrázku č.9. Pre názorný príklad som zvolil vyhodnotenie konkrétneho panelu 475AL patriacemu lietadlu typu Airbus. Užívateľ si v príslušnom okne priradenom výrobcovi vyberie z ponúkaných prístupových panelov, ktoré si praje vyhodnotiť. Panely, ktoré databáza pri výbere ponúkne, boli namerané behom revízií lietadiel minimálne jedenkrát, pričom panely, ktoré neboli merané, sa v ponúkanom výbere nezobrazia. Tak ako je možné pozorovať na obrázku č.9, funkcia pre zvolený panel zobrazí hodnoty vo viacerých stĺpcoch a riadkoch. V prvých dvoch stĺpcoch sú uvedené hodnoty montáže a demontáže tak ako ich uvádza výrobca v MPD manuáli. Druhé dva stĺpce obsahujú hodnoty montáže a demontáže, ktoré boli zaznamenané behom meraní a posledný stĺpec obsahuje zaznamenané poznámky z jednotlivých meraní. Každý riadok zobrazeného zoznamu reprezentuje jedno meranie, pri ktorom bola panelu nameraná aspoň jedna z hodnôt manipulácie. Hodnota, ktorá nebola pri danom meraní zaznamenaná, je doplnená hodnotu stanovenou v príslušnom MPD manuáli výrobcu.

Výrobca		Merané		Poznámka
Open	Close	Open	Close	
0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:05:00	
0:03:00	0:03:00	0:02:45	0:03:45	
0:03:00	0:03:00	0:16:00	0:19:00	
0:03:00	0:03:00	0:01:30	0:03:00	
0:03:00	0:03:00	0:03:05	0:03:00	

Obr.9 Ukážka funkcie Vyhodnotenie Access Panel. (foto autor)

Panel je následne možné nechať databázou vyhodnotiť pomocou príkazu Údaje o servisných časoch. Zobrazené výsledky môžeme pozorovať na obrázku č.10, pričom databáza ponúkne užívateľovi nasledujúce výsledky.

- Celková suma časov demontáže (open), súčet všetkých zaznamenaných časov demontáže konkrétneho panela.
- Celková suma časov montáže (close), obdobne ako pri demontáži sa jedná o súčet všetkých zaznamenaných časov montáže panela.
- Celková suma časov manipulácie, ktorá predstavuje súčet časov sumy montáže a demontáže.
- Priemerná suma časov demontáže (open), hodnota, ktorú získame aritmetickým priemerom časov demontáže daného panela.
- Priemerná suma časov montáže (close), hodnota, ktorú získame aritmetickým priemerom časov montáže.
- Priemerná suma manipulácie, hodnota, ktorú získame súčtom priemernej sumy časov montáže a demontáže.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Podrobnosti <i>i</i> Tlač výsledkov </div>	
Suma časov OPEN	Priemerná suma časov OPEN
0:26:20	0:05:16
Suma časov CLOSE	Priemerná suma časov CLOSE
0:33:45	0:06:45
Suma časov manipulácie	Priemerná suma časov manipulácie
1:00:05	0:12:01

Obr.10 Vyhodnotenie prístupového panelu 475AL. (foto autor)

Pre podrobnejšie informácie o časoch manipulácie so zvoleným panelom spustíme príkaz Podrobnosti. Databáza zobrazí hodnoty rozdielov časov, medzi časmi manipulácie, ktoré sú uvedené v príslušnom MPD manuáli a časmi, ktoré boli získané z meraní (názorná ukážka pre panel 475AL v prílohách obr.5). Všetky hodnoty z vyhodnotenia je možné exportovať pre tlač príkazom Tlač výsledkov.

7.2.8 Vyhodnotenie Task Card

Funkcia databázy Vyhodnotenie Task Card, je primárnou funkciou databázy. Funkcia slúži na vyhodnotenie časov manipulácie s prístupovými panelmi, ktoré sú zadané pomocou jednej konkrétnej TC, alebo pomocou celej skupiny TC.

Pri vyhodnocovaní jednej konkrétnej TC si užívateľ v okne prislúchajúcom výrobcovi vyberie požadovanú TC zo zoznamu. V zozname sa nachádzajú na výber všetky TC, ktoré sú výrobcovi priradené a uložené v databáze. Pre konkrétny príklad som si zvolil reálnu TC (54-070-01) používanú u výrobcu Boeing. Databáza pre zvolenú TC zobrazí všetky panely, ktoré sú danou TC určené, tak ako môžeme pozorovať na obrázku č.11. Zobrazené informácie sú rozdelené v stĺpcoch a riadkoch. V stĺpcoch za sebou sú obsiahnuté informácie o identifikačnom kóde panelu, časoch demontáže (open) a montáže (close) určených výrobcom a časoch manipulácie (open, close), ktoré boli namerané. V poslednom stĺpci sú zaznamenané poznámky z meraní. Každý riadok zobrazeného zoznamu reprezentuje konkrétny prístupový panel určený TC. Pokiaľ sa prístupový panel v zobrazenom zozname opakuje, znamená to, že bola behom rôznych meraní zaznamenaná hodnota manipulácie u daného panelu viac než jedenkrát. Pokiaľ panel nemá zapísané hodnoty manipulácie z meraní, znamená to, že danému panelu nebola nameraná žiadna hodnota manipulácie.

Task Card Airbus		Task Card Boeing		Údaje o servisných časoch	
		54-070-01		Viac Task Cards výber	
				Viac Task Cards výsledok	
				Resetni formulár	
Výrobca			Merané		
Access Panel	Open	Close	Open	Close	Poznámka
431AT	0:09:00	0:09:00	1:40:00	0:11:00	worn bolts (vrtanie)/
431AT	0:09:00	0:09:00	0:11:30	0:11:15	
431BL	0:09:00	0:09:00	0:06:45	0:09:00	
431BL	0:09:00	0:09:00	1:13:00	0:06:30	worn bolts (vrtanie)/
431BL	0:09:00	0:09:00	0:06:15	0:11:15	
431BR	0:09:00	0:09:00	0:07:50	0:11:15	
431BR	0:09:00	0:09:00	0:57:00	0:07:00	worn bolts (vrtanie)/
431BR	0:09:00	0:09:00	0:06:45	0:11:15	
431CL	0:09:00	0:09:00			
431CR	0:09:00	0:09:00			
431EL	0:09:00	0:09:00	0:35:00	0:10:00	
431ER	0:09:00	0:09:00			

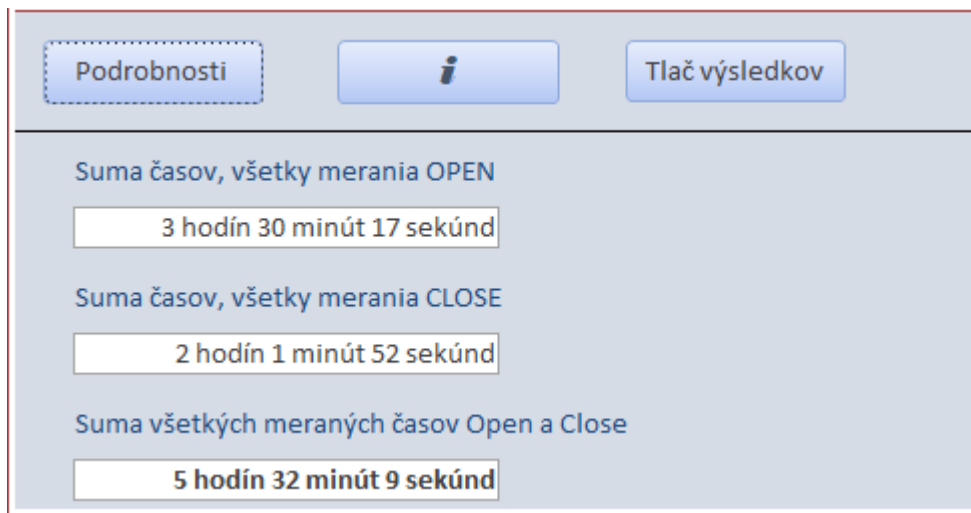
Záznam: 1 z 17 Žiadny filter Hľadať

Obr.11 Zobrazenie zoznamu panelov určených TC 54-070-01. (foto autor)

Panely zadané jednou TC je možné následne vyhodnotiť príkazom Údaje o servisných časoch. Pri spracovaní zoznamu panelov a vyhodnocovaní výsledkov sa bude databáza riadiť nasledujúcimi pravidlami.

- Pokiaľ bol pre daný prístupový panel nameraný čas demontáže alebo montáže viac než jedenkrát, hodnota času demontáže a montáže daného panelu bude nahradená aritmetickým priemerom jeho zaznamenaných časov demontáže alebo montáže.
- Pokiaľ behom konkrétneho merania manipulácie s panelom nebola zaznamenaná jedna z hodnôt demontáže alebo montáže, databáza ju pri vyhodnotení doplní odpovedajúcou hodnotou získanou z podkladov MPD výrobcu.

Databáza po spracovaní zoznamu panelov ponúkne užívateľovi kontextové okno obsahujúce výsledky. Obdobne ako pri vyhodnotení access panelu je možné zobrazit' podrobnosti (hodnoty zdržania) a exportovať výsledky pre tlač príslušnými príkazmi. Ukážka vyhodnotenia TC (54-070-01) je na obrázku č.12, pričom databáza ponúkne nasledujúce výstupy.



Obr.12 Vyhodnotenie TC 54-070-01. (foto autor)

- Celková suma časov demontáže (open) všetkých zadaných prístupových panelov.
- Celkovú sumu časov montáže (close) všetkých zadaných prístupových panelov.
- Celkovú sumu manipulácie získanú ako súčet celkových časov montáže a demontáže.

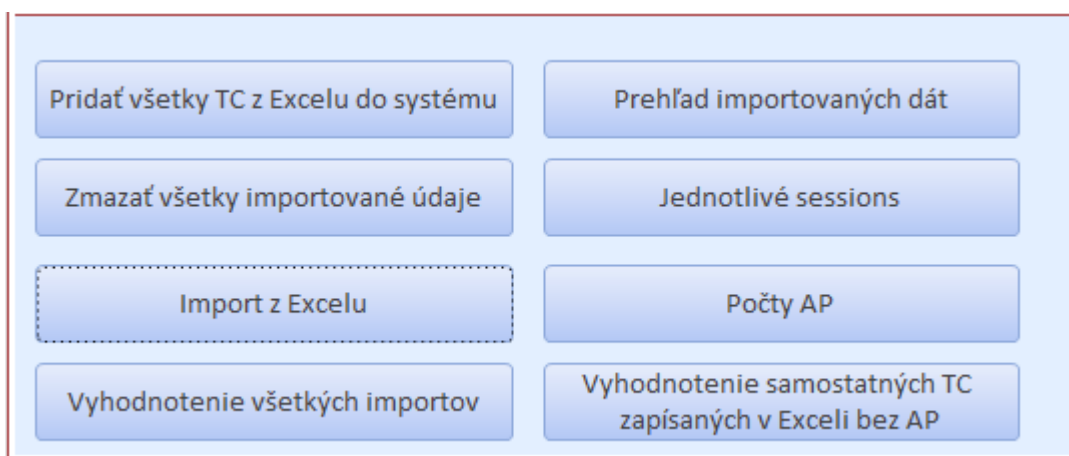
Pokiaľ si užívateľ praje vyhodnotiť skupinu viacerých TC, zvolí príkaz funkcie Viac Task Card výber. V ponúknutom okne si zvolí výrobcu, pre ktorého chce TC vyhodnotiť a databáza ponúkne zoznam všetkých uložených TC, ktoré sú priradené výrobcovi. Požadované TC si výberom navolí do zoznamu. Databáza následne zobrazí (obdobne ako pri vyhodnotení jednej TC) všetky zaznamenané merania všetkých prístupových panelov, určených navoleným zoznamom TC. Príkaz funkcie Viac Task Card výsledok spracuje.

- Databáza bude pri spracovaní zoznamu panelov, určeného viacerými TC, postupovať podľa rovnakých pravidiel ako pri vyhodnotení jednotlivej TC.
- Pri zadávaní viacerých TC dochádza k tomu, že tieto TC určujú v niektorých prípadoch tie isté prístupové panely a tie sa potom vo vytvorenom zozname opakujú. Pri spracovaní zoznamu panelov databáza tieto duplikáty odstráni.

Zoznam panelov určený viacerými TC a spracovaný databázou si môže nechať užívateľ následne vyhodnotiť použitím príkazu Údaje o servisných časoch. Databáza ponúkne užívateľovi obdobné kontextové okno ako v prípade vyhodnotenia jednej TC (obrázok č.12), ktoré bude obsahovať požadované výstupy.

7.2.9 Práca s dátami z Excelu

Funkcia databázy Práca s dátami z Excelu ponúka alternatívny spôsob zadávania TC do databázy. Funkcia by mala byť používaná v prípadoch, keď bude potrebné vyhodnotiť veľké množstvo TC naraz (radovo tisíce). Zadávanie TC do databázy prebieha formou importu údajov uložených v podobe súboru Microsoft Office Excel a to zadaním príkazu funkcie Import z Excelu. Je potrebné, aby importovaný zoznam TC mal formát, ktorý je akceptovaný databázou. Takto zadaný zoznam TC sa uloží do dočasnej pamäte databázy a je možné ho spracovať pomocou nasledujúcich príkazov funkcie, ktorých prehľad máme na obrázku č.13.



Obr. 13 Prehľad funkcie Práca s dátami z Excelu. (foto autor)

- Pridať všetky TC z Excelu do systému, príkaz priradí všetky TC načítané importom, uložené v dočasnej pamäti, určenému výrobcovi a uloží ich do trvalej pamäte databázy.
- Zmazať všetky importované údaje, príkaz vymaže všetky TC, ktoré boli importované a sú uložené v dočasnej pamäti databázy.
- Import z Excelu, príkaz otvorí kontextové okno a umožní užívateľovi vybrať súbor MS Excel, ktorý si praje importovať do databázy.
- Vyhodnotenie všetkých importov, príkaz vyhodnotí všetky TC zvoleného výrobcu, ktoré sú uložené v dočasnej pamäti databázy.
- Prehľad importovaných dát, príkaz otvorí kontextové okno (náhľad v prílohách obr.4), v ktorom sa nachádzajú všetky TC, ktoré sú uložené v dočasnej pamäti databázy. Užívateľ môže jednotlivé importované TC vyhodnocovať, ukladať do trvalej pamäte alebo odstraňovať z dočasnej pamäte databázy.

- Jednotlivé session, príkaz sa používa v prípadoch keď sú do dočasnej pamäte databázy, pre jedného výrobcu, importované viaceré zoznamy TC. Každý takýto zoznam TC sa uloží ako session s poradovým číslom a priradí sa výrobcovi. Pomocou príkazu je možné vyhodnotiť jednotlivé sessions separátne.
- Počty AP, príkaz spočíta všetky panely, ktoré boli importované funkciou Import z Excelu zo zoznamu TC. Príkaz principiálne slúži predovšetkým pre kontrolu integrity importovaných dát.
- Vyhodnotenie samostatných TC zapísaných v Exceli bez AP, príkaz sa použije pri importovaní zoznamu TC vo formáte súboru MS Excel, v prípade keď importovaný zoznam TC nemá priradené žiadne AP. Databáza na základe dát uložených v trvalej pamäti priradí jednotlivým TC zo zoznamu odpovedajúce AP.

Zoznamy prístupových panelov (určených importovanými TC) je potrebné pred vyhodnotením nechať databázou spracovať. Pri spracovaní sa odstránia zo zoznamu načítaných panelov všetky duplikáty. Databáza sa bude pri spracovaní zoznamu riadiť podľa tých istých pravidiel ako pri funkcii databázy Vyhodnotenie Task Card. Zoznam spracovaný databázou si môžeme nechať následne vyhodnotiť a databáza ponúkne užívateľovi obdobné kontextové okno (obrázok č.12) ako v prípade funkcie Vyhodnotenie Task Card. Obdobne ako pri predchádzajúcich funkciách databáze, je možné si príslušným príkazom zobrazit' podrobnosti k hodnotám časov a exportovať získané výsledky pre tlač.

7.3 Dátová časť

Časť databázy, ktorá je určená na uchovávanie zaznamenaných časových meraní manipulácie s panelmi a obsahuje všetky záznamy normohodinového ohodnotenia manipulácie s prístupovými panelmi získané z dokumentov MPD, výrobcov Airbus a Boeing. Princiálnou funkciou dátovej časti je v podstate nahrádzať a prepisovať normohodinové odhady výrobcov nameranými časmi manipulácie. Pokiaľ je akýkoľvek prístupový panel nameraný behom vykonaných revízií viac než jedenkrát, je hodnota času manipulácie, ktorú mu databáza pri vyhodnotení priradí, rovná aritmetickému priemeru všetkých jeho nameraných hodnôt. Databáza vo svojej podstate obsahuje zoznamy obdobné tým, ktoré publikujú výrobcovia Airbus a Boeing vo svojich MPD dokumentoch. Rozdiel spočíva v tom, že každá pôvodná hodnota normohodinového ohodnotenia získaná z MPD je nahradená meranou hodnotou (poprípade priemerom pri násobných meraniach), pokiaľ bola niekedy nameraná behom revízie. Pokiaľ bola behom merania zaznamenaná relevantná udalosť, ktorá ovplyvnila priebeh merania, je zapísaná vo forme poznámky a priradená danému prístupovému panelu. Dátová časť databázy bude teda obsahovať nasledujúce dáta a podklady.

- Časy demontáže a montáže prístupových panelov, získané behom vykonaných meraní, spolu s priradenými poznámkami o udalostiach.
- Knižnica časov demontáže a montáže prístupových panelov, stanovených výrobcom v MPD.
- Knižnica časov demontáže a montáže, upravená výsledkami z meraní
- Reálne využívané zoznamy TC (task cards), priradené konkrétnym výrobcom.

Pri importovaní časových hodnôt z MPD manuálov oboch výrobcov som narazil na prístupové panely a dvere, ktoré nemali v manuáli uvedenú žiadnu hodnotu normohodinového ohodnotenia manipulácie. Pokiaľ neboli tieto panely a dvere časovo ohodnotené (tj. pri hodnotách open/close bolo uvedené to be determined, poprípade „00:00“), boli tieto hodnoty v dátovej časti databázy doplnené na základe časov manipulácie získaných behom vykonaných meraní.

7.4 Výsledky zaznamenané databázou

Celkovo bol behom 9 uskutočnených revízií, vykonaných v spoločnosti Czech Airlines Technics, nameraný čas demontáže alebo montáže u 1348 kusov prístupových panelov a dverí. Behom 5 vykonaných revízií bolo nameraných 1012 panelov pre lietadlá typu Airbus A320 Family a pri zvyšných 4 meraniach bolo nameraných 336 prístupových panelov pre variácie lietadiel typu Boeing 737. Počas vykonaných revízií sa mi podarilo zaznamenať obidva časy manipulácie, teda demontáže aj montáže len u časti prístupových panelov. Vzhľadom k tomu, že sa merania uskutočnili v prevádzke spoločnosti behom vykonávania reálnej údržby a že som merania vykonával sám, nebolo možné zaznamenať vždy oba časy manipulácie meraného panelu a časť panelov je preto ohodnotená iba jedným z dvojice časov. Merania na lietadlách sa mohli uskutočniť za podmienky zachovania anonymity prevádzkovateľa a jeho stroja, ktorý práve prechádzal údržbou a podliehal meraniam. Z tohoto dôvodu nebude pri výsledkoch meraní uvedená registračná značka ani konkrétny typ stroja, miesto toho budú označené len ako revízia s poradovým číslom.

Pre znázornenie nameraných výsledkov si vyberiem modelové zoznamy task cards. Obsahom zoznamu je sada prístupových panelov, pričom každý panel je určený svojím identifikačným kódom. Zoznamy, ktoré som vytvoril, sú teoretické a priradené lietadlám na základe výrobcu. Sú zostavené tak aby zahŕňali maximum nameraných hodnôt manipulácie (demontáže a montáže) s panelmi. Vzhľadom k tomu, že bežná revízia lietadla spravidla prebieha tak, že sú na jej začiatku najprv panely demontované a na konci opätovne namontované a ide vo svojej podstate o dva nezávislé procesy, znázorním preto separátne aj namerané hodnoty časov. Keďže sa jedná o merania vykonané behom prevádzky v spoločnosti Czech Airlines Technics, budú tieto zoznamy vo svojej podstate reflektovať rutinnú činnosť údržby (v rámci manipulácie s prístupovými panelmi) vykonávanej na lietadlách. Pri zobrazovaní výsledkov uvediem pre každého výrobcu dva typy grafov. Prvý z dvojice bude obsahovať hodnoty časov demontáže (open) a druhý hodnoty časov montáže (close) prístupových panelov. Hodnoty časov uvediem vypočítané jednak na základe podkladov vychádzajúcich iba z MPD manuálov jednotlivých výrobcov, výsledky označené ako suma manipulácie MPD a jednak vypočítané na základe informácií získaných behom uskutočnených meraní, výsledky označené ako suma manipulácie merania. Jednotlivé hodnoty časov uvediem zvlášť pre každú vykonanú sériu meraní, spoločne s rozdielmi týchto časov, ktoré v grafoch znázorním ako zdržanie. Pokiaľ pri danej revízii neboli namerané žiadne časy demontáže alebo montáže panelov, uvediem v odpovedajúcej tabuľke poznámku nemerané a dané meranie na grafe nezobrazím.

7.4.1 Hodnoty zaznamenané pre lietadlá typu Airbus

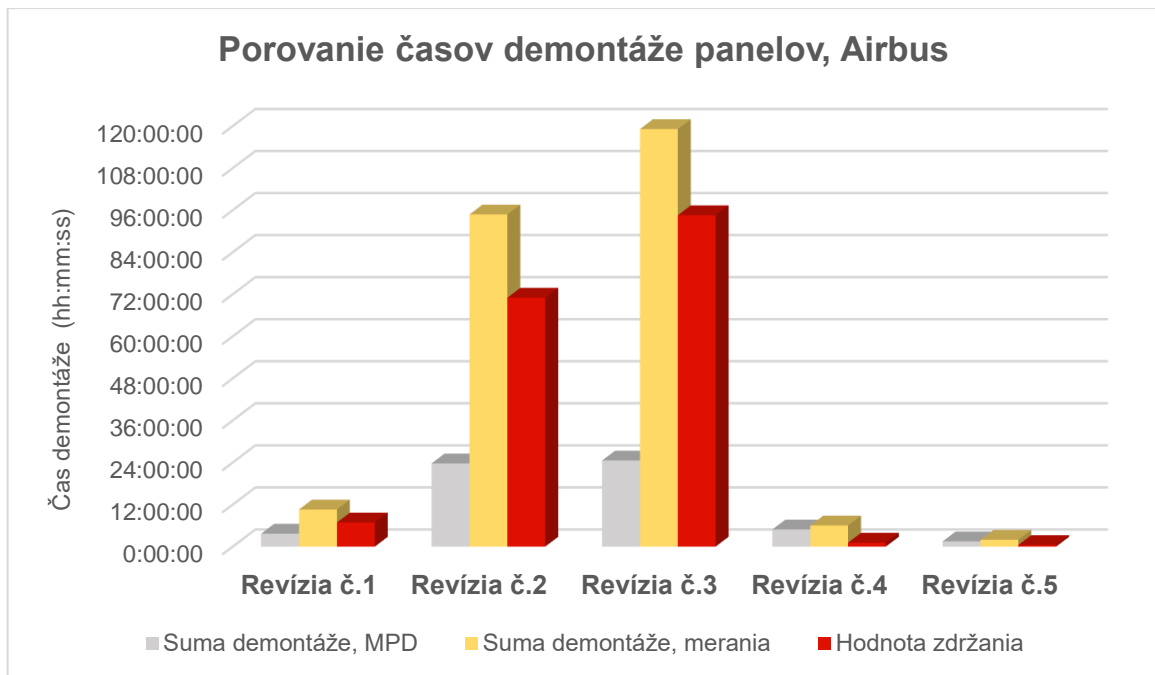
Ako je možné pozorovať na výsledkoch uvedených v tabuľkách č.1 (časy demontáže) a č.2 (časy montáže) a odpovedajúcich grafoch č.5 a č.6, časy manipulácie, ktoré boli zaznamenané behom vykonaných meraní, mali pri každej sérii meraní vyššie hodnoty, než hodnoty časov, ktoré boli stanovené len na základe podkladov uvedených v MPD dokumente výrobcu. Výrazný nárast hodnôt meraných časov manipulácie, a tým pádom aj zdržania, je možné pozorovať predovšetkým pri revíziách č.2 a č.3. Ako hlavný dôvod tohto nárastu by som označil predovšetkým počet meraných panelov, ktorý bol oproti ostatným meraniam výrazne vyšší. Ale poukázal by som aj na prevádzkový vek konkrétnych lietadiel, ktorý bol pri revíziách č.2 a č.3 relatívne vysoký, a to 21, respektíve 18 rokov. Ako najčastejšie komplikácie pozorované behom demontáže panelov uvediem práve strhané závity skrutiek, vyžadujúce následne vŕtanie a extrakciu skrutky a komplikácie s odstraňovaním sealingu a farby. Behom opätovnej montáže panelov sa výrazne neprejavila žiadna konkrétna komplikácia.

Tabuľka č.1 Namerané hodnoty demontáže prístupových panelov, Airbus.

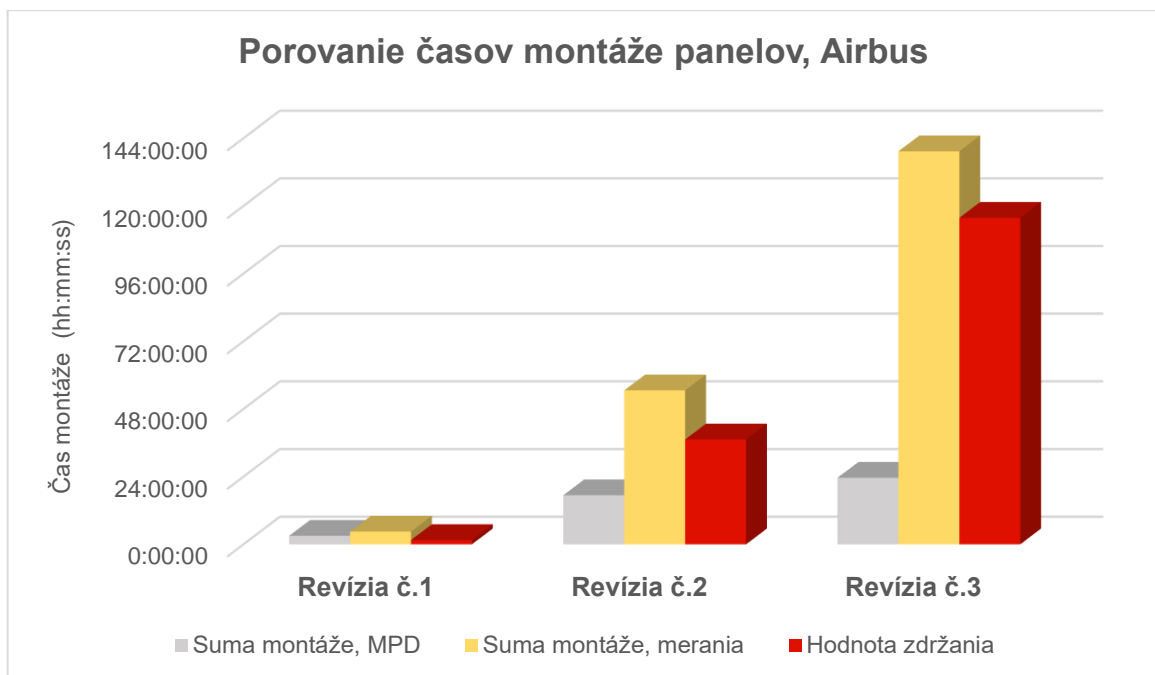
Revízia	Počet meraní demontáže	Suma demontáže, MPD [hh:mm:ss]	Suma demontáže, merané [hh:mm:ss]	Zdržanie [hh:mm:ss]
1	69	3:42:00	10:35:11	6:53:11
2	428	23:44:36	94:47:05	71:02:29
3	406	24:34:36	119:08:31	94:33:55
4	69	4:54:00	6:01:21	1:07:21
5	36	1:29:24	1:56:49	0:27:25

Tabuľka č.2 Namerané hodnoty montáže prístupových panelov, Airbus.

Revízia	Počet meraní montáže	Suma montáže, MPD [hh:mm:ss]	Suma montáže, merané [hh:mm:ss]	Zdržanie [hh:mm:ss]
1	54	3:00:00	4:29:42	1:29:42
2	300	17:24:18	54:35:13	37:10:55
3	392	23:35:12	139:21:32	115:46:20
4	nemerané	-	-	-
5	nemerané	-	-	-



Graf č.5 Porovnanie časov demontáže prístupových panelov, Airbus. (graf autor)



Graf č.6 Porovnanie časov montáže prístupových panelov, Airbus. (graf autor)

7.4.2 Hodnoty zaznamenané pre lietadlá typu Boeing

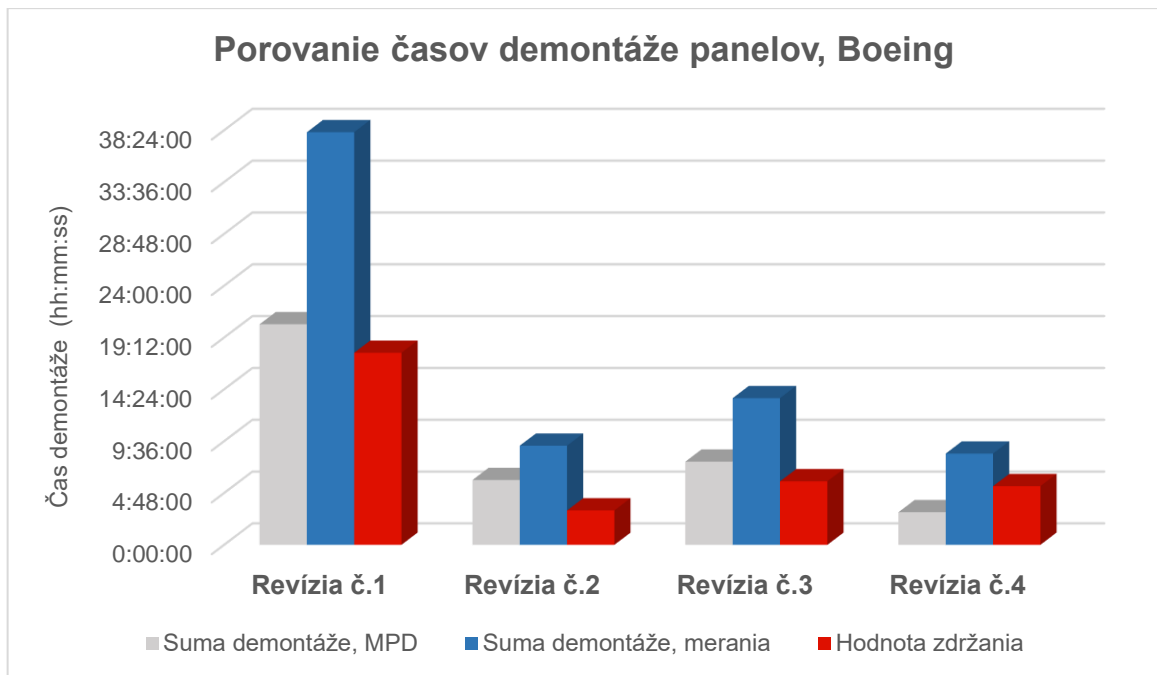
U lietadiel výrobcu Boeing sa obdobne ako u lietadiel Airbusu preukázal ten istý jav a pri každej sérii meraní boli hodnoty časov montáže aj demontáže zaznamenané behom vykonaných meraní väčšie, ako hodnoty časov stanovené na základe odhadov získaných z dokumentu MPD. Namerané hodnoty môžeme pozorovať v tabuľkách č.3 (časy demontáže) a č.4 (časy montáže) a v odpovedajúcich grafoch č.7 a č.8. V prípadoch revízií č.1 a č.2, boli pri demontáži panelov najvýznamnejšou zaznamenanou komplikáciou zatuhnuté skrutky prístupových panelov, ktoré vyžadovali vŕtanie závitu skrutky. Vek jednotlivých strojov pri revízii č.1 aj č.2 bol 2 roky, čo by mohla byť práve príčina relatívne častého výskytu komplikácie so zatuhnutými skrutkami. Pri revíziách č.3 a č.4 boli najčastejšie zaznamenanou komplikáciou pri demontáži panelov strhané závitky skrutiek a komplikácie s odstraňovaním sealingu. V tomto prípade sa jednalo o staršie stroje, konkrétne pri revízii č.3 14 rokov a revízii č.4 17 rokov. Obdobne ako pri lietadlách typu Airbus sa behom opätovnej montáže panelov výrazne neprejavila žiadna konkrétna komplikácia.

Tabuľka č.3 Namerané hodnoty demontáže prístupových panelov, Boeing.

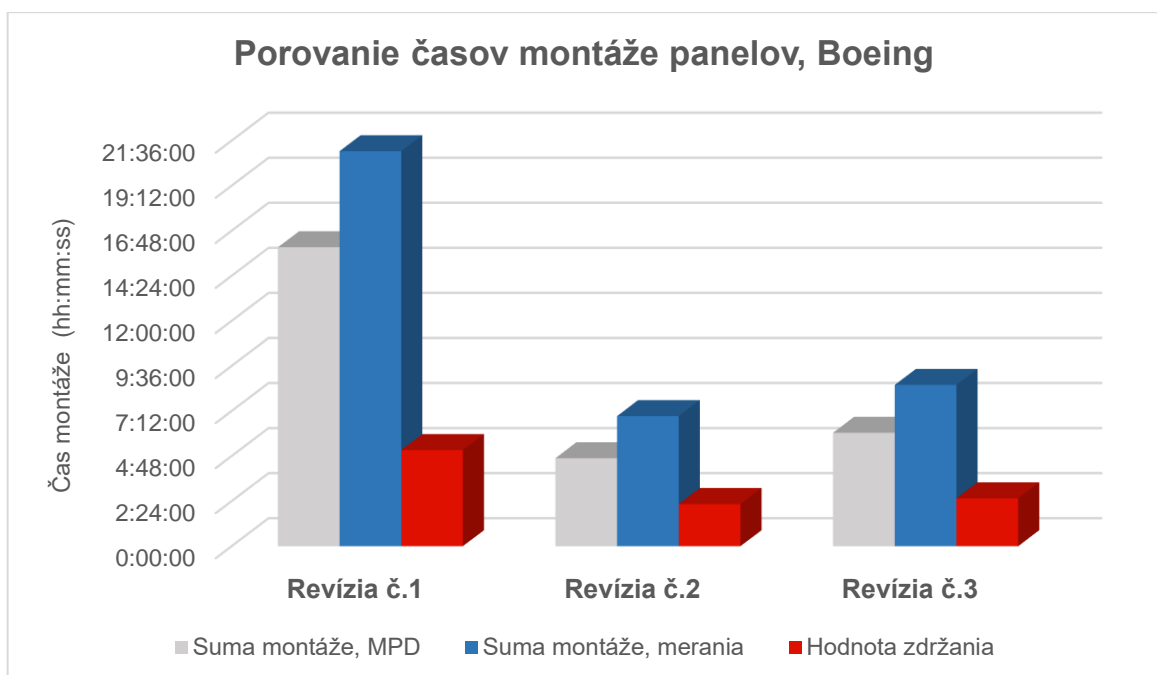
Revízia	Počet meraní, demontáže	Suma demontáže, MPD [hh:mm:ss]	Suma demontáže, merané [hh:mm:ss]	Zdržanie [hh:mm:ss]
1	145	20:25:48	38:13:16	17:47:28
2	68	5:59:57	9:11:10	3:11:13
3	84	7:42:03	13:35:17	5:53:14
4	37	3:01:12	8:27:08	5:25:56

Tabuľka č.4 Namerané hodnoty montáže prístupových panelov, Boeing.

Revízia	Počet meraní, montáže	Suma montáže, MPD [hh:mm:ss]	Suma montáže, merané [hh:mm:ss]	Zdržanie [hh:mm:ss]
1	127	15:55:12	21:02:14	5:07:02
2	53	4:41:06	6:55:45	2:14:39
3	65	6:02:24	8:35:15	2:32:51
4	nemerané	-	-	-



Graf č.7 Porovnanie časov demontáže prístupových panelov, Boeing. (graf autor)



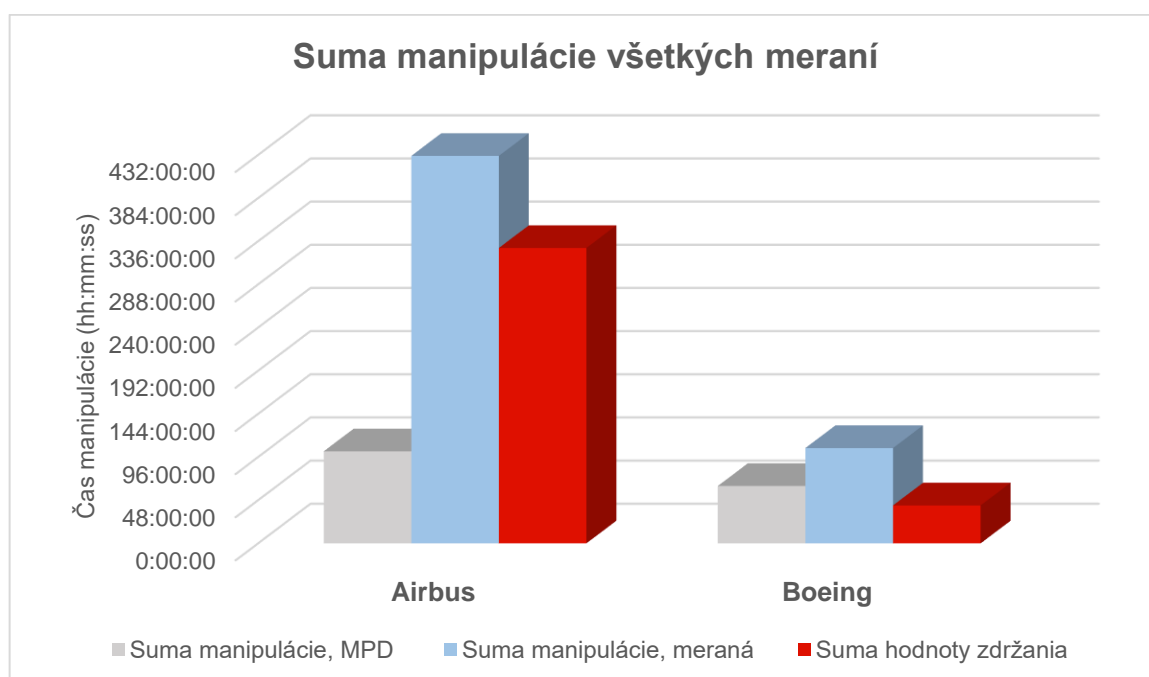
Graf č.8 Porovnanie časov montáže prístupových panelov, Boeing. (graf autor)

7.4.3 Celkový prehľad nameraných časov

Pre zobrazenie a celkové porovnanie meraných výsledkov uvediem pre každého výrobcu zvlášť sumy časov, ktoré boli potrebné k manipulácii so všetkými meranými prístupovými panelmi behom všetkých vykonaných meraní (celkovo 4 merania pre Boeing a 5 meraní pre Airbus). Pre porovnanie uvediem ekvivalentný čas manipulácie, ktorý je vypočítaný len na základe podkladov MPD manuálov a celkovú hodnotu rozdielu týchto dvoch časov, označenú ako zdržanie. Výsledky všetkých vykonaných meraní sú zapísané v tabuľke č.5 a graficky znázornené v grafe č.9.

Tabuľka č.5. Namerané hodnoty manipulácie a zdržania, všetkých uskutočnených meraní.

Výrobca	Počet meraných panelov	Suma manipulácie, MPD [hh:mm:ss]	Suma manipulácie, merané [hh:mm:ss]	Zdržanie [hh:mm:ss]
Airbus	1012	102:24:06	430:55:24	328:31:18
Boeing	336	63:47:42	106:00:05	42:12:23



Graf č.9 Časy manipulácie a hodnoty zdržania všetkých uskutočnených meraní. (graf autor)

Na základe nameraných výsledkov zobrazených v grafe č.9 a v tabuľke č.5 sa ukazuje, že normohodinové ohodnotenie časov manipulácie je presnejšie určené v dokumentoch výrobcu Boeing. Namerané časy manipulácie s prístupovými panelmi sa pre výrobcu Boeing svojimi hodnotami relatívne približovali normohodinovým odhadom uvedených v dokumente MPD. Výskyt komplikácií (strhané alebo zatuhnuté skrutky, komplikácie so sealingom atď.), zaznamenaných behom meraní pri manipulácii s panelmi, bol všeobecne sporadickejší u

lietadiel výrobcu Boeing, než u výrobcu Airbus. Namerané hodnoty časov manipulácie pre lietadlá typu Airbus boli výrazne vyššie ako odpovedajúce časy vypočítané z podkladov uvedených v MPD. Jednou z príčin môže byť aj prevádzkový vek lietadiel, ktorý bol v prípade meraných lietadiel výrobcu Airbus (17,2 roka) v priemere dvojnásobný ako vek lietadiel Boeing (8,5 roka). Táto skutočnosť však môže vyplývať aj z relatívne nízkeho počtu nameraných prístupových panelov pre lietadlá výrobcu Boeing, v porovnaní s lietadlami výrobcu Airbus. Vzorka meraných panelov bola pre výrobcu Boeing zhruba o 70% menšia ako pri lietadlách typu Airbus.

8 Dôvody vzniku časových nezrovnalostí počas meraní

V tejto časti práce sa budem snažiť poukázať na možné príčiny, ktoré mali za následok vznik rozdielov medzi normohodinovými odhadmi manipulácie poskytnutými výrobcami v MPD dokumentoch, a časmi, ktoré boli zaznamenané behom meraní. Pozorované príčiny vzniku týchto rozdielov môžem na základe ich podstaty rozdeliť na niekoľko skupín.

- Všeobecná efektivita práce údržbového personálu.
- Komplikácie behom manipulácie s prístupovými panelmi.
- Organizácia a plánovanie činnosti manipulácie s prístupovými panelmi.

8.1 Efektivita práce údržbového personálu

Efektivita práce u údržbového personálu je významným faktorom, ktorý zásadne ovplyvňuje priebeh manipulácie s panelmi. Z toho vyplýva, že má vplyv aj na množstvo času potrebného k manipulácii s panelmi. V prevádzke spoločnosti Czech Airlines Technics, behom jednotlivých meraní bolo možné u personálu údržby a servisných technikov všeobecne pozorovať kvalifikovaný a zodpovedný prístup k vykonávanej práci. Napriek tejto skutočnosti som však behom meraní pozoroval na pracovisku aj isté negatívne prejavy pracovnej etiky a správania.

Všeobecne bolo možné pozorovať istú apatiu a celkový nezáujem k vykonávanej práci. Ako jednu z hlavných príčin týchto negatívnych prejavov by som označil samotnú pracovnú činnosť. Montáž, demontáž, inšpekcia a dokumentácia ako taká je vo svojej podstate fyzicky náročná a zároveň rutinná a mechanická činnosť. Od servisného personálu sa pri práci zároveň požaduje neustále dodržiavať vysokú úroveň pozornosti. Okrem samotnej manipulácie s prístupovými panelmi je servisný technik zodpovedný aj za inšpekciu a kontrolu stavu daného panelu. Tým je na servisný personál kladená podmienka zodpovednosti za vykonanú prácu. Zároveň je vhodné zmieniť, že pracovná doba u servisného personálu je rozdelená na dvanásťhodinové pracovné smeny. Takáto dlhá pracovná doba, spolu so všetkými vyššie spomínanými faktormi, mala pozorovateľne negatívny dopad na psychickú aj fyzickú kondíciu servisného personálu behom pracovnej smeny. Ako ďalší negatívny faktor, vyplývajúci na pracovnú výkonnosť personálu, môžeme uviesť sťažené pracovné prostredie (napr. nadmerná hlučnosť pracovného prostredia, fyzická záťaž pri práci, prašnosť prostredia atď.). Poukázal by som aj na relatívne opotrebovaný stav pracovnej haly, sociálnych miestností a zaradení. Všetky spomínané faktory majú vplyv na výkonnosť servisného personálu spoločnosti. Pri manipulácii s panelmi a aj všeobecne na pracovisku, bolo možné pozorovať situácie, kde

dochádzalo k negatívnym prejavom pracovnej etiky a správania servisného personálu. Medzi jednotlivé situácie a prejavy správania by som zaradil.

- Všeobecne pomalé tempo pri práci a samotnej manipulácii s prístupovými panelmi.
- Neprimerane časté vzájomné sociálne interakcie, ktoré odvádzali pozornosť a nesúviseli s vykonávanou prácou.
- Používanie mobilných telefónov na pracovisku. Servisný personál sa behom manipulácie s panelmi často a dlho venoval mobilným telefónom, pričom táto činnosť nemala žiaden súvis s vykonávanou prácou.
- Behom pracovnej činnosti nemali radoví servisní mechanici nad sebou žiaden dozor a mnohí túto skutočnosť využívali nekorektným spôsobom.

8.2 Komplikácie zaznamenané behom manipulácie s prístupovými panelmi

Počas montáže a demontáže s prístupových panelov dochádzalo relatívne často k vzniku rôznych druhov komplikácií a neočakávaných udalostí. Vo všeobecnosti sa jednalo prevažne o problémy, ktoré sa týkali samotnej činnosti manipulácie s panelmi, prípadne išlo o komplikácie s náradím používaným behom údržby. Medzi jednotlivé komplikácie pozorované behom vykonaných meraní uvediem nasledujúce.

- Strhané závitky na skrutkách (tzv. worn bolts). Takto poškodené skrutky vyžadujú vŕtanie závitov skrutky vrtačkou a následne sa na extrakciu skrutky používa špecifické náradie extractor assy tool. Práve tento problém sa preukázal ako najčastejšia a najväčšia príčina vzniku zdržania pri demontáži prístupových panelov. Je potrebné si uvedomiť, že väčšina panelov má desiatky takýchto upevňovacích skrutiek. Správne navíť skrutku a použiť extractor assy tool však vyžaduje určitú dávku zručnosti od servisného technika a preto doba, za ktorú bol technik schopný túto komplikáciu odstrániť, bola značne variabilná.
- Pri nových lietadlách sa vyskytoval problém so zatuhnutými skrutkami (príliš dotiahnuté skrutky). Obdobne ako v prípade strhaných závitov, je potrebné vŕtať závit skrutky a následne extrahovať skrutku za použitia extractor assy tool. Z rovnakých dôvodov ako pri strhaných závitoch, bol čas potrebný na vyriešenie komplikácie značne variabilný.

- Problémy s elektrickým náradím. Najčastejšou pozorovanou príčinou bolo vybitie elektrického akumulátora, poprípade celková nefunkčnosť elektrického náradia. Následkom toho si servisný technik musel zaobstarať náhradu akumulátoru poprípade náradia u špecifického výdajného miesta.
- Vizuálna kontrola stavu panela, ktorá je požadovaná od servisného mechanika, predstavuje v závislosti od konkrétneho servisného mechanika a stavu panela značne variabilnú časovú zložku v meraniach.
- Časová náročnosť odstránenia tesniacej hmoty pri demontáži a jej opätovné nanášanie pri montáži predstavuje obdobne variabilnú časovú zložku merania.
- Chýbajúce, poprípade nečitateľné identifikačné kódy na prístupových paneloch a dverách. To ma za následok oneskorenie správnej identifikácie prístupového panela pri demontáži a opätovnej montáži a tým pádom vplyv na celkový priebeh merania.
- Zvyšky farby v hlavách skrutiek. V niektorých prípadoch bolo možné zvyšnú farbu odstrániť a následne použiť akumulátorový skrutkovač. V niektorých prípadoch však farbu nebolo možné odstrániť, čo znemožnilo použitie akumulátorových skrutkovačov a jednotlivé skrutky bolo potrebné vrátať.
- Chýbajúce skrutky (bolts), pri opätovnej montáži prístupových panelov a dverí. Skrutky sa buď behom procesu demontáže postrácali, alebo boli zničené v priebehu vŕtania závitu.
- Neustála potreba presúvania prístupových plošín, schodov a pracovných plošín určených k sedeniu, servisným personálom behom manipulácie.

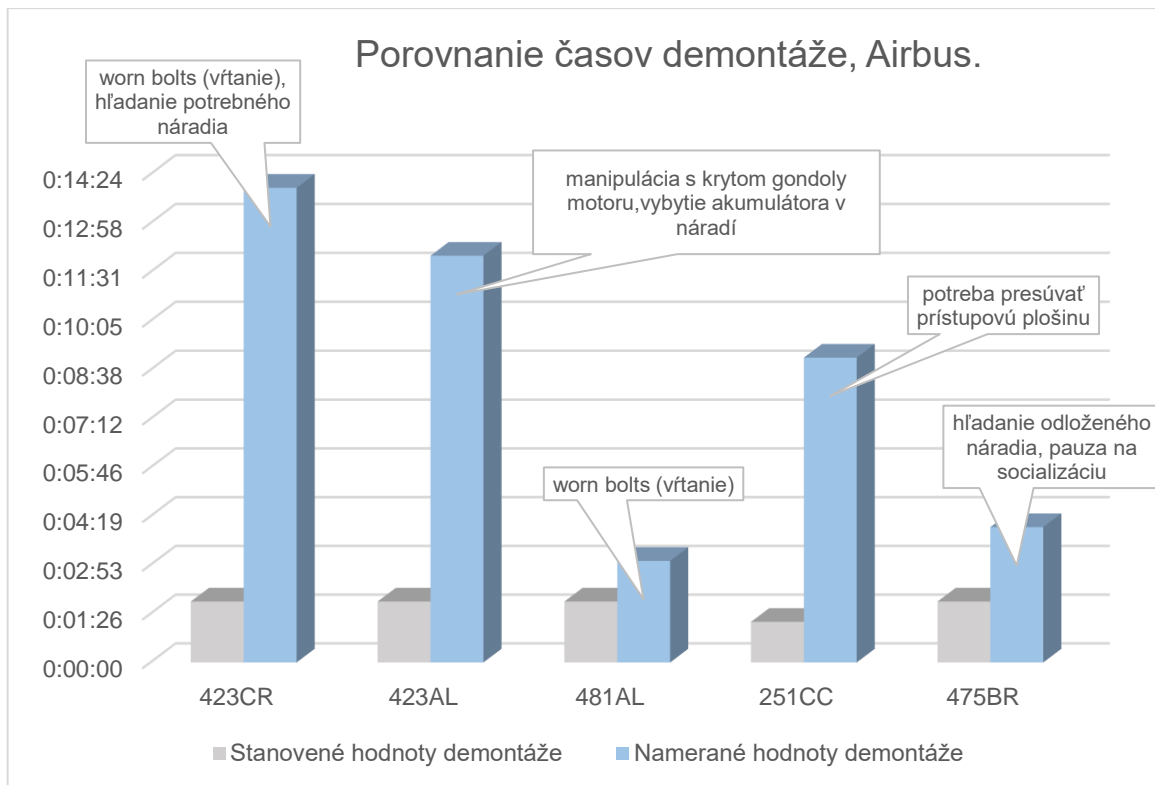
8.3 Organizácia a plánovanie činnosti manipulácie s prístupovými panelmi.

Ďalším faktorom vplývajúcim na priebeh časových meraní bola celková organizácia a plánovanie procesu manipulácie s prístupovými panelmi a dverami. Medzi pozorované situácie by som zaradil nasledujúce.

- Bolo možné pozorovať situácie, v ktorých určité pracovné skupiny, ktoré neboli priradené k manipulácii s prístupovými panelmi, nevedome svojou činnosťou (ako napríklad manipulácia s mechanizáciou krídla) prerušili činnosť pracovných skupín servisných technikov, priradených k manipulácii s panelmi.

- Nedokonalá príprava a organizácia pracovného prostredia. Ako príklad môžeme uviesť absenciu odkladacích priestorov, respektíve políc pre pracovné náradie. Behom manipulácie s panelmi dochádzalo z rôznych dôvodov relatívne často k prerušeniu práce na prístupových paneloch. Následkom toho servisný personál odkladal náradie na rôzne miesta pracovných plošín a následne potom trávil čas jeho opätovným hľadaním.
- Výdajné miesto pre náradie a pracovné pomôcky. Pri potrebe zaobstarania elektrických vŕtačiek, nových vŕtákov, náradia extractor assy tool, náhradného akumulátora a podobne, si musel servisný personál pre toto náradie stále dôjsť k špecifickému výdajnému miestu v hale. V priestoroch spoločnosti kde prebiehali merania, sa nachádzalo len jedno výdajné miesto. Vzhľadom k veľkosti údržbových hál a tým pádom k vzdialenostiam, ktoré musel technik prekonať a vzhľadom k obmedzenej kapacite výdajného miesta, len samotný proces získania a vrátenia nástroja mohol zaberať aj niekoľko desiatok minút.
- Relatívne často nedostupné informácie o odhade normohodín (open/close) predovšetkým v MPD manuáli spoločnosti Airbus. Namiesto normohodinového ohodnotenia je uvedená skratka TBD (to be determined) alebo nulová hodnota.
- Nekonštantné množstvo servisných technikov pracujúcich na prístupových paneloch. Štandardne sa má jeden servisný technik behom celej dĺžky manipulácie (tj. od začiatku až do konca demontáže, montáže) venovať len jednému konkrétnemu panelu. Behom meraní však nastali situácie, kedy na paneli pracovalo viacero servisných technikov zároveň. Šlo predovšetkým o prípady, keď sa v paneli vyskytovalo veľké množstvo skrutiek so strhanými závitmi alebo zatuhnutými skrutkami, prípadne s iným problémom.

V nižšie uvedenom grafe č.10, ponúknem názornú ukážku toho, aký vplyv mali rôzne komplikácie a výskyt nečakaných udalostí behom manipulácie, na výslednú hodnotu časového trvania manipulácie s prístupovými panelmi. Namerané časy v grafe sa týkajú procesu demontáže panelov a sú uvádzané spolu so zaznamenanou situáciou alebo komplikáciou, ktorá ovplyvnila výsledok merania. Pre názornosť rozdielov medzi nameranými hodnotami časov demontáže a hodnotami, ktoré stanovil výrobca v MPD, sú pri jednotlivých meraniach uvedené aj stanovené odhady výrobcu. Uvedený príklad na priloženom grafe je z meraní vykonaných na konkrétnom lietadle typu Airbus A320.



Graf č. 10 Vplyv komplikácií na priebeh demontáže prístupových panelov. (graf autor)

9 Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť nový systém normohodinového ohodnotenia prístupových panelov a dverí lietadla a zároveň analyzovať skutočnosť, či normohodinové ohodnotenie manipulácie s panelmi, tak ako je uvedené v dokumentoch MPD výrobcov Airbus a Boeing, odpovedá alebo neodpovedá skutočnosti. Túto skutočnosť sa mi podarilo preukázať, na základe vykonaných meraní manipulácie s panelmi v prevádzke spoločnosti Czech Airlines Technics. Všeobecne sa u oboch typov lietadiel potvrdilo, že namerané hodnoty časov demontáže aj následnej montáže sú väčšie, ako odhady normohodinového ohodnotenia panelov publikované v príslušných MPD dokumentoch. Tieto rozdiely v časoch následne viedli k vzniku zdržania v procese údržby. Behom vykonaných meraní bolo možné pozorovať rôzne dôvody a faktory, ktoré viedli k vzniku časových nezrovnalostí. Pre rekapituláciu uvediem, že sa jedná predovšetkým o komplikácie, ktoré vznikali behom samotnej manipulácie s panelmi. Ako príklad môžem uviesť problémy so strhanými závitmi skrutiek alebo komplikácie pri práci s tesniacou hmotou. K nárastu zdržania behom manipulácie s panelmi prispievali aj faktory spojené so samotným údržbovým personálom, organizáciou práce a špecifickými prevádzkovými podmienkami v spoločnosti. Taktiež na základe meraní vyplynulo, že faktorom je čiastočne aj prevádzkový vek lietadla. Komplikácie pri plánovaní vyplývajú aj zo samotných MPD dokumentov a to predovšetkým kvôli chýbajúcim časom normohodinového ohodnotenia prístupových panelov.

Ďalším cieľom tejto práce bolo navrhnúť funkčné riešenie ohodnotenia manipulácie s panelmi pre spoločnosť Czech Airlines Technics, v ktorej boli merania vykonávané. Na základe podmienky danej spoločnosťou, na reálne využitie databázy v prevádzke, bola podoba a funkčnosť databázy prispôbená vzhľadom k špecifickým požiadavkám. Na základe týchto požiadaviek bola zvolená forma výstupu databázy v podobe zobrazenia hodnôt celkových súm časov, potrebných k manipulácii s prístupovými panelmi a vyplývajúcich hodnôt zdržania. Jednotlivé výstupy databáza generuje na základe požiadaviek zadaných užívateľom. Pre rekapituláciu uvediem, že medzi hlavné funkcie databázy patrí určenie časov manipulácie a zdržania pre jednotlivé prístupové panely a dvere, pre ľubovoľné zoznamy panelov (zadaných konkrétnou TC) a pre celé zoznamy TC. Primárnym výstupom je práve zoznam TC, ktorý vo svojej podstate popisuje priebeh prác údržby na lietadle, v rámci manipulácie s prístupovými panelmi. Výsledná hodnota manipulácie takého zoznamu TC, bude teda reprezentovať celkový čas potrebný k manipulácii s prístupovými panelmi behom údržby lietadla.

Všeobecne z meraní manipulácie vyplynulo, že spôsob normohodinového ohodnotenia práce prístupovými panelmi a dverami, tak ako je popísaný v poskytnutých dokumentoch MPD

výrobcov lietadiel Airbus aj Boeing, je iba orientačný. Pre dosiahnutie presnejších výsledkov plánovania by si mali jednotlivé spoločnosti odhady manipulácie prevzaté z MPD prispôbiť na základe vlastných prevádzkových podmienok a faktorov. V prípade spoločnosti Czech Airlines Technics je možné časy manipulácie s panelmi prispôbiť práve na základe výsledkov poskytnutých vytvorenou databázou. V procese plánovania sa zohľadnia výsledky poskytnuté databázou a následne sa podľa nich poopraví časový harmonogram údržby, v rámci manipulácie s prístupovými panelmi a dverami.

Pri vykonaní dostatočne veľkého množstva meraní na dostatočne reprezentatívnej vzorke lietadiel, ktoré by prechádzali údržbou v spoločnosti, by sa presnosť odhadov vypočítaných databázou výrazne zlepšila. Merania manipulácie prístupových panelov by bolo možné rozšíriť na všetky druhy lietadiel prechádzajúcich údržbou v spoločnosti Czech Airlines Technics. Na základe poznatkov získaných z meraní, by bolo vhodné rozšíriť databázu aj o dodatočné informácie o meraných lietadlách, pre príklad uvediem prevádzkové podmienky jednotlivých lietadiel alebo vek konkrétneho lietadla. Taktiež by bolo možné v budúcnosti upraviť a aktualizovať softvér databázy, prispôbiť ju a integrovať do programu plánovania aktuálne využívaného v spoločnosti. Všetky tieto úpravy by mali v konečnom dôsledku za následok spresnenie časových podkladov databázy a následkom toho by sa mal spresniť časový odhad manipulácie s panelmi v procese plánovania údržby a zvýšiť efektívnosť práce pri údržbe lietadla.

10 Použité zdroje

10.1 Literatúra

[1] STN EN 13306. *Terminológia údržby*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, 2018.

[2] 737-600/700/800/900/900ER Maintenance Planning Document Boeing: Appendix Access data and zone diagram. Boeing, ©2012.

[10] *Airbus A320 Family Maintenance Planning Document*. Airbus, ©2018.

10.2 Internetové zdroje

[3] ACKERT P., Shannon. *Evaluation & Insights of Commercial Aircraft Maintenance Programs : Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers* [online]. Aircraft Monitor, október.2010 [cit.29.9.2019].Dostupné z: http://aircraftmonitor.com/uploads/1/5/9/9/15993320/basics_of_aircraft_maintenance_programs_for_financiers___v1.pdf

[4] KRAUSOVÁ, Andrea a Edita SZOMBATHYOVÁ. *Transfer informácií: Prístupy v stratégii údržby* [online]. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2009 [cit.15.10.2019]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/089-092.pdf>

[5] ROBELIN, Olivier. *Scheduled Maintenance Instructions: Maintenance Review Board Process (MRB) And Instructions for Continued Airworthiness* [online]. In: . Cologne, 19.01.2010 [cit. 24.10.2019]. Dostupné z: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/ws_prod-g-doc-Events-2010-jan-19-Ref-9.-MRB-process.pdf

[6] ČERVEŇAN, Andrej. *Systém údržby* [online]. Bratislava: CKV Consult, 2015, s. 11-16 [cit. 15.10.2019]. ISBN 978-80-971986-0-2. Dostupné z: https://www.sjf.stuba.sk/buxus/docs/docs/edicne/Udrzba_farebna_final.pdf

[7] *Airworthiness: Aircraft Maintenance*. SKYbrary [online]. Cranfield University, 28.August.2019 [cit. 5.10.2019]. Dostupné z: https://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Maintenance

[8] *Zajištěnost údržby v koncepci Průmysl 4.0: materiály ze 72. semináře Odborné skupiny pro spolehlivost, konaného dne 11.9.2018 v Praze* [online]. Praha: Česká společnost pro jakost, 2018 [cit. 5.10.2019]. ISBN ISBN978-80-02-02819-2. Dostupné z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/sbornik72.pdf

[9] Letová spôsobilosť: Organizácie riadiace zachovanie letovej spôsobilosti. *Civilné letectvo* [online]. Dopravný úrad SR [cit.28.9.2019]. Dostupné z: <http://letectvo.nsat.sk/letova-sposobilost/organizacie-riadiace-zachovanie-letovej-sposobilosti/>

[11] J. PIEROTTI, Mark. *Aircraft Maintenance Engineering: Developing Aircraft Maintenance Programme using Reliability Centred Maintenance / MSG3 analysis and taking into consideration ETOPs and low utilisation* [online]. London, 2005 [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: http://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/8461/1/Aircraft_Maintenance_Engineering_-_developing_Aircraft_Maintenance_Programme.pdf. Unpublished Doctoral thesis. City University.

11 Zoznam obrázkov

- Obr.1 Delenie lietadla Boeing na hlavné zóny.
- Obr.2 Delenie lietadla Boeing na sub-zóny.
- Obr.3 Ukážka prístupového panelu s identifikačným kódom.
- Obr.4 Ukážka z MPD dokumentu výrobcu Boeing.
- Obr.5 Uskladňovanie demontovaných a skontrolovaných panelov v regáloch.
- Obr.6 Dočasne demontované prístupové panely, čakajúce na uskladnenie.
- Obr.7 Demontážna karta.
- Obr.8 Užívateľské rozhranie databázy.
- Obr.9 Ukážka funkcie Vyhodnotenie Access Panel.
- Obr.10 Vyhodnotenie prístupového panelu 475AL.
- Obr.11 Zobrazenie zoznamu panelov určených TC 54-070-01.
- Obr.12 Vyhodnotenie TC 54-070-01.
- Obr.13 Prehľad funkcie Práca s dátami z Excelu.

12 Zoznam grafov

Graf 1	Porovnanie MSG-2 a MSG-3.
Graf 2	Základné delenie údržby.
Graf 3	Schéma vzniku MPD.
Graf 4	Schéma vzniku OAMP.
Graf 5	Porovnanie časov demontáže prístupových panelov, Airbus.
Graf 6	Porovnanie časov montáže prístupových panelov, Airbus.
Graf 7	Porovnanie časov demontáže prístupových panelov, Boeing.
Graf 8	Porovnanie časov montáže prístupových panelov, Boeing.
Graf 9	Časy manipulácie a hodnoty zdržania všetkých uskutočnených meraní.
Graf 10	Vplyv komplikácii na priebeh demontáže prístupových panelov.

13 Zoznam tabuliek

Tabuľka 2	Namerané hodnoty demontáže prístupových panelov, Airbus.
Tabuľka 2	Namerané hodnoty montáže prístupových panelov, Airbus.
Tabuľka 3	Namerané hodnoty demontáže prístupových panelov, Boeing.
Tabuľka 4	Namerané hodnoty montáže prístupových panelov, Boeing.
Tabuľka 5	Namerané hodnoty manipulácie a zdržania, všetkých uskutočnených meraní.

14 Zoznam príloh

CD	Program s databázou.
Obr.1	Príklad použitia náradia Extractor assy tool, počas demontáže.
Obr.2	Príklad demontáže krycích panelov na trupe lietadla Boeing.
Obr.3	Príklad demontáže krycích panelov na krídle lietadla Boeing.
Obr.4	Funkcia prehľad importovaných dát.
Obr.5	Podrobnosti vyhodnotenia panelu 475AL.
Obr.6	Názorná ukážka zdrojového kódu databázy pre funkciu Vyhodnotenie TC.

15 Použité prílohy



Obr.1 Príklad použitia náradia Extractor Assy tool, počas demontáže. (foto autor)



Obr.2 Príklad demontáže krycích panelov na trupe lietadla Boeing. (foto autor)



Obr.3 Príklad demontáže krycích panelov na krídle lietadla Boeing. (foto autor)

Prehľad importov z MS Excel

ST	Výrobca	Počet AP	Pridané	Session No.					
20-010-01	Boeing	6	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-010-02	Boeing	7	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-020-00	Boeing	8	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-030-01	Boeing	6	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-030-02	Boeing	7	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-040-01	Boeing	6	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-040-02	Boeing	7	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-040-04	Boeing	1	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-040-05	Boeing	2	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-040-06	Boeing	2	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X
20-050-00	Boeing	8	5. 11. 2019	1	Podrobnosti	Tlač protokolu	Pridaj k ST	Vyhodnotenie	X

Obr.4 Funkcia prehľad importovaných dát.

Zrýchlenie Zdržanie

Celková Σ zdržania oproti MPD pre AP, všetky merania OPEN

0:11:20

Celková Σ zdržania oproti MPD pre AP, všetky merania CLOSE

0:18:45

Celková Σ zdržania oproti MPD pre AP

0:30:05

Priemerná hodnota zdržania oproti MPD pre AP, všetky merania OPEN

0:02:16

Priemerná hodnota zdržania oproti MPD pre AP, všetky merania CLOSE

0:03:45

Priemerná hodnota celkovej Σ zdržania oproti MPD pre AP

0:06:01

Obr.5 Podrobnosti vyhodnotenia panelu 475AL.

Option Compare Database

Option Explicit

```
Function VypoctyST()  
Dim pocet_zaznamov, suma_casov_open_vyrobca, suma_casov_close_vyrobca  
Dim suma_casov_close_merane, suma_casov_open_merane  
Dim rozdiel_open, rozdiel_close, priemer_open, priemer_close, priemer_celkovy  
Dim jedno_percento_open, jedno_percento_close, percenta_open, percenta_close  
Dim a, b, c  
  
pocet_zaznamov = DCount("Vyrobca", "VyberZoZapisanychPreST")  
  
'If pocet_zaznamov < 2 Then  
'    MsgBox "Súbor dát obsahuje iba jeden záznam, nie je možné robiť výpočty.", vbOKOnly  
'    End  
'End If  
  
suma_casov_open_vyrobca = DSum("CasOpen", "VyberZoZapisanychPreST")  
suma_casov_close_vyrobca = DSum("CasClose", "VyberZoZapisanychPreST")  
suma_casov_open_merane = DSum("CasOpenSkutocny", "VyberZoZapisanychPreST")  
suma_casov_close_merane = DSum("CasCloseSkutocny", "VyberZoZapisanychPreST")  
  
suma_casov_open_vyrobca = CDate(suma_casov_open_vyrobca)  
suma_casov_open_vyrobca = TimeValue(suma_casov_open_vyrobca)  
'jedno_percento_open = (suma_casov_open_vyrobca / pocet_zaznamov) / 100  
  
suma_casov_close_vyrobca = CDate(suma_casov_close_vyrobca)  
suma_casov_close_vyrobca = TimeValue(suma_casov_close_vyrobca)  
'jedno_percento_close = (suma_casov_close_vyrobca / pocet_zaznamov) / 100  
  
suma_casov_open_merane = CDate(suma_casov_open_merane)  
suma_casov_open_merane = TimeValue(suma_casov_open_merane)  
'percenta_open = (suma_casov_open_merane / jedno_percento_open) / 100  
  
suma_casov_close_merane = CDate(suma_casov_close_merane)  
suma_casov_close_merane = TimeValue(suma_casov_close_merane)  
'percenta_close = (suma_casov_close_merane / jedno_percento_close) / 100  
  
rozdiel_open = suma_casov_open_merane - suma_casov_open_vyrobca  
a = rozdiel_open  
rozdiel_open = CDate(rozdiel_open)  
  
rozdiel_close = suma_casov_close_merane - suma_casov_close_vyrobca  
b = rozdiel_close  
rozdiel_close = CDate(rozdiel_close)  
  
priemer_open = suma_casov_open_merane / pocet_zaznamov  
priemer_open = CDate(priemer_open)  
  
priemer_close = suma_casov_close_merane / pocet_zaznamov  
priemer_close = CDate(priemer_close)
```

Obr.6 Názorná ukážka zdrojového kódu databázy pre funkciu Vyhodnotenie TC.