



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy**

Implementace výstupů MRO systémů pro operativní plánování letů

**Implementation of Outcomes of MRO Systems for Operative Flight
Planning**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

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

Bc. Klára Majnušová

Praha, 2015



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
d ě k a n

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. Klára Majnušová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

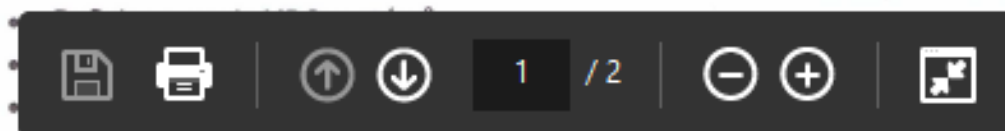
Název tématu (česky): **Implementace výstupů MRO systémů pro
operativní plánování letů**

Název tématu (anglicky): Implementation of Outcomes of MRO Systems for
Operative Flight Planning

Zásady pro vypracování

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

- Úvod



- Požadavky na interface mezi MRO a Flight ops systémy
- Závěr

- 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: CHMELÍK, J. - MALÁ, J: Minimum equipment list a ekonomika letového provozu
SESAR Joint Undertaking: Requirements and VV Guidelines
BUTLER, Gail F., KELLER, Martin R.: Handbook of Airline Management

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Novák, Ph.D.**
Ing. Jakub Chmelík, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **31. července 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)


Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.


doc. Ing. Stanislav Szabo, PhD, MBA, MBA, prof. Dr. Ing. Miroslav Světek, dr. h. c.
vedoucí děkan fakulty
Ústavu letecké dopravy



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Klára Majnušová
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. června 2015

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svým vedoucím práce, kterými byli Ing. Martin Novák, Ph.D. a Ing. Jakub Chmelík, Ph.D., za podnětné návrhy a odborné komentáře, které byly potřebné k vypracování. Dále bych chtěla podekovat svým rodičům a blízkým za morální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia. Děkuji také mému příteli za velkou trpělivost a podporu.

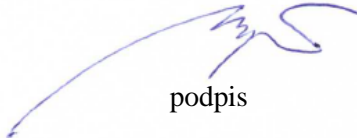
Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 27. listopadu 2015



podpis

Abstrakt

Autor:	Bc. Klára Majnušová
Název práce:	Implementace výstupů MRO systémů pro operativní plánování letů
Škola:	České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní
Rok obhajoby:	2015
Počet stran:	78
Vedoucí práce:	Ing. Martin Novák, Ph.D. Ing. Jakub Chmelík, Ph.D.
Klíčová slova:	MRO, plánování letů, údržba, MEL, MMEL

Cílem této diplomové práce je studium proveditelnosti propojení systému MRO s informačním systémem letecké společnosti za účelem zvýšení efektivity informačního toku mezi oběma stranami. V práci jsou obsažena data získaná ze systémů MRO, která jsou využitelná pro plánování letů, model využití těchto dat a v neposlední řadě i požadavky na rozhraní mezi systémem MRO a operačním systémem leteckého provozovatele.

Abstract

Author:	Bc. Klára Majnušová
Title of the thesis:	Implementation of Outcomes of MRO Systems for Operative Flight Planning
University:	Czech Technical University in Prague Faculty of Transportation Sciences
Year of publication:	2015
Number of pages:	78
Thesis advisors:	Ing. Martin Novák, Ph.D. Ing. Jakub Chmelík, Ph.D.
Key words:	MRO, Flight Planning, maintenance, MEL, MMEL

The thesis' goal is the feasibility study of interconnecting an MRO system with an airline information system in order to increase the efficiency of information flow between the two. The thesis contains MRO-system provided data, that are useful for flight planning, for information usability model and for requirements of the MRO system and airline operation system interface.

Obsah

Úvod	13
1 Popis a vývoj MRO sítí	14
1.1 Klasifikace MRO organizací.....	15
1.1.1 Organizace MRO dle povahy údržby.....	16
1.1.2 Organizace MRO podle typu funkce.....	19
1.1.3 Rozdělení MRO podle organizační struktury.....	22
1.2 Integrace MRO.....	24
1.3 Ekonomické parametry	26
1.3.1 Podíl MRO podle třídy letadla	29
1.4 Poskytovatelé MRO	29
1.5 Optimalizace MRO	30
1.5.1 Lean.....	31
1.6 MRO Software	33
1.6.1 Swiss AviationSoftware (AMOS).....	34
1.6.2 Ramco Systems	36
2 Plánování letů	37
2.1 Operační letový plán OFP.....	37
2.1.1 Volba tratě.....	39
2.1.2 Volba letové hladiny	39
2.1.3 Volba náhradních letišť.....	39
2.2 Charakteristiky letadla	40
2.3 Hmotnost a vyvážení.....	41
2.4 ATC letový plán ICAO	42
3 Data MRO systémů využitelná pro plánování letů	44
3.1 Stav letounu.....	44
3.2 Údržba	45
3.2.1 Program údržby	46
3.3 Let s odloženým odstraněním závady	47
3.3.1 Základní seznam minimálního vybavení (MMEL).....	47
3.3.2 Seznam minimálního vybavení (MEL).....	48
3.4 Omezení MELu při plánování letů.....	51

4	Model využití MRO dat pro plánování letů.....	54
4.1	Integrace MRO a letových operačních systémů.....	54
4.1.1	Integrace z pohledu MRO systémů	54
4.1.2	Integrace z pohledu leteckého provozovatele	55
4.1.3	Rozhraní mezi MRO a letovými operačními systémy	58
4.1.4	Letoun jako zdroj informací.....	60
4.2	Informační toky.....	62
4.3	Propojení s ERP	65
4.4	Finanční analýza	65
5	Požadavek na interface mezi MRO a operačním systémem leteckého provozovatele.....	66
5.1	Propojení dispečinku a MRO	67
5.1.1	Plánování standardních kontrol.....	67
5.1.2	Koordinace při neplánovaných událostech	68
5.1.3	Koordinace při neplánovaných událostech - MEL.....	69
5.2	Využití potenciálu.....	70
5.3	Definování požadavků	70
6	Závěr	72
	Seznam použitých zdrojů	74
	Seznam tabulek	76
	Seznam obrázků	77
	Seznam grafů.....	78

Seznam použitých zkratk

A/C	Aircraft	Letadlo
ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting Sys.	Digitální přenos dat
AFM	Aircraft Flight Manual	Letová příručka
AMM	Aircraft Maintenance Manual	Příručka údržby
AOG	Aircraft on Ground	Letadlo na zemi
APU	Auxiliary Power Unit	Pomocná energetická jednotka
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
CDL	Construction Deviation List	Seznam povolených odchylek na draku
CFMU	Central Flow Management Unit	Sředisko řízení toku letadel
CRM	Crew Resource Management	Pravidla součinnosti posádky
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
ERP	Enterprise Resource Planning	Plánování podnikových zdrojů
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
GSE	Ground Support Equipment	Pozemní vybavení
HMV	Heavy Maintenance Visit	Těžká údržba
IFR	Instrument Flight Rules	Let podle přístorjů
LC	Flight cycle	Letový cyklus
LH	Flight hour	Letová hodina
LLP	Life-limited parts	Díly s omezenou životností
MEL	Minimum Equipment List	Seznam minimálního vybavení
MLM	Minimum Landing Mass	Maximální přistávací hmotnost
MMEL	Master Minimum Equipment List	Základní seznam minimálního vybavení

MP	Maintenance Program	Program údržby
MRO	Maintenance, Repair & Overhaul	Údržba, opravy & revize
MTOW	Maximum Take-Off Weight	Maximální vzletová hmotnost
OEM	Original Equipment Manufacturer	Originální výrobce
OFP	Operational Flight Plan	Operační letový plán
OM	Operational Manual	Provozní příručka
OPS	Flight Operations	Operační oddělení
TAT	Turnaround Time	Doba opravy
VFR	Visual Flight Rules	Let za viditelnosti

Úvod

Letectví během mnoha let prošlo významným vývojem, počínaje rokem 1903, kdy bratři Orville a Wilbur Wrightovi v Severní Karolíně poprvé vzlétli s letadlem těžším než vzduch. Mezi dalšími důležitými mezníky ve vývoji letecké dopravy byly první a druhá světová válka, jež měly velký vliv na její rozvoj.

V samotných počátcích provozu letadel nebyla předepsána žádná systematická údržba letadlové techniky a každý provozovatel prováděl pouze údržbu na základě své intuice a vlastních zkušeností. Avšak až s rostoucím počtem leteckých nehod začaly být ze strany ICAO a příslušných úřadů kladeny alespoň určitá doporučení na údržbu letounů. Od počátku 20. let do 60. let 20. století převažovala koncepce údržby podle pevně daných lhůt a začátkem 50. let se začala prosazovat koncepce údržby podle stavu a v 70. letech se objevila koncepce založená na aktuálním stavu letadlové techniky.

S rozvojem údržby letounů začaly být kladeny požadavky nejen ze strany ICAO a leteckých úřadů, ale také ze strany leteckých provozovatelů. V minulosti byla údržba prováděna přímo leteckým provozovatelem, ke zlomu došlo až v případě deregulace v roce 1978 ve Spojených státech, kdy letečtí provozovatelé neměli k dispozici vybavení na údržbu, náhradní díly ani zásoby pro údržbu svých letadel. Tak začaly postupně vznikat organizace MRO poskytující údržbu leteckým společnostem.

V dnešní době jsou již MRO organizace tak sofistikované a nabízejí svým klientům (leteckým společnostem) údržbu jednotlivých částí letounu a spolu s ní i související služby.

1 Popis a vývoj MRO sítí

Životnost každého dopravního letadla v provozu se pohybuje okolo třiceti let. Cílem každé letecké společnosti je udržet letoun k dispozici během tohoto časového období, proto také letecký průmysl nastavuje velice striktní program údržby. S novými technologiemi a stále se zvyšující složitostí leteckých systémů vznikl v letectví trend, který zajišťuje jak údržbu, tak i generální opravy celého letadla pomocí MRO systémů (Maintenance, Repair & Overhaul).

Systémy MRO hrají zásadní roli při udržování flotily světových leteckých společností. Znamená to, že pojem MRO zahrnuje všechny činnosti a úkoly, jež se týkají zajištění bezpečnosti a také zachování letové způsobilosti letadla.

Údržba letadel se realizuje buď periodicky po uplynutí určitého časového intervalu, anebo podle aktuálního stavu letounu. Tyto prohlídky mohou být rozděleny do následujících kategorií a to: A-check, B-check, C-check a D-check. Prohlídky typu A a B znamenají lehkou údržbu, C a D údržbu těžkou. [1]

A-check: Provádí se přibližně každých 500 – 800 letových hodin nebo 200 – 400 letových cyklů. Je potřeba okolo 20 – 50 normohodin a tato kontrola se vykonává buď na letištní ploše nebo v hangáru. Skutečná potřeba A-check je závislá na typu letadla, letových cyklů a letových hodin nebo počtu letových hodin od poslední kontroly.

B-check: Tento typ kontroly se provádí přibližně každých 4 – 6 měsíců, je potřeba okolo 150 normohodin v hangáru a obvykle trvá 1 – 3 dny.

C-check: Provádí se v rozmezí každých 20 – 24 měsíců nebo dle určitého počtu letových hodn dle požadavků výrobce. Tato kontrola je mnohem více rozšířená než B-check, protože zde musí být zkontrolována většina letadlových komponentů. Z tohoto důvodu je vykonávána v servise a vyžaduje více času než dvě předchozí kontroly. Doba vykonání C-checku je okolo 1 – 2 týdnů a je potřeba přibližně 6 000 normohodin.

D-check: Tato kontrola je nejvíce rozsáhlá a záleží na daném typu letounu. Je taktéž známá jako „Těžká údržba“ (Heavy Maintenance Visit – H MV) a je prováděna každých pět let. V rámci těžké údržby musí být letoun kompletně zkontrolován a je provedena kompletní revize. Takovýto typ kontroly vyžaduje okolo 50 000 normohodin a průměrně trvá dva měsíce, záleží ovšem na typu letounu a počtu pracovníků vykonávajících údržbu.

Letecký průmysl v oblasti MRO je primárně zodpovědný za obnovení nebo zachování letadlových částí ve stavu, v němž může vykonávat své požadované funkce. To zahrnuje kombinace všech technických i administrativních činností jak řízení, tak i dohledu a dozoru, včetně popsanych pravidelných kontrol. Mezi aktivity MRO řadíme především:

- Servis,
- opravy,
- úpravy,
- repasi,
- revize a
- stanovení stavu letadel.

Ve shrnutí je tedy hlavním úkolem MRO plná zodpovědnost za poskytování provozuschopného stavu letadla, kdy provozovatel letadla požaduje přijatelnou a rozumnou cenu s optimální kvalitou.

1.1 Klasifikace MRO organizací

Organizace MRO v rámci letectví lze klasifikovat podle několika kritérií, primární klasifikace MRO organizací je však na základě: [2]

- a) MRO dle povahy údržby
- b) MRO dle funkčních celků

1.1.1 Organizace MRO dle povahy údržby

Organizace MRO se dělí dle povahy údržby na: [2]

- Traťová údržba
- Těžká údržba
- Generální údržba
- Modifikace

Vzhledem k povaze a druhu opravy jsou MRO organizace obvykle specializované a specifické pro typ opravy, kterou vykonávají. Mezi specializované úkoly, na které mohou být MRO organizace klasifikovány, jsou popsány v tabulce níže:

<i>Druh opravy</i>	<i>Popis</i>
Těžká údržba	Zahrnuje demontáž hlavních komponentů letadla pro detailní revize a opravy.
Generální oprava motoru	Sahá od běžných prohlídek až po kompletní opravy motorů.
Generální oprava komponentů	Jedná se o generální opravy všech ostatních částí, které nejsou zařazeny do kategorie Těžké údržby.
Traťová údržba	Zahrnuje pravidelnou údržbu letadla, MRO organizace je zodpovědná za časté prohlídky letadla a za zajištění jeho bezpečnosti v provozu. Mohou se také provádět menší opravy dle pokynů / požadavků OEM periodických publikací.
Modifikace	Tento sektor je zodpovědný za hlavní a vedlejší změny civilních letadel na letadla nákladní.

Tabulka 1: Druhy opravy pro MRO organizace [2]

Ačkoli jsou tyto výše uvedené funkce v provozu naprosto odlišné, ve způsobu, jakým jsou tyto služby a operace prováděny, lze mezi nimi najít velkou podobnost.

<i>Typ údržby</i>	<i>Příklad organizace</i>
Těžká údržba	AAR Corporation (HQ Illinois, USA) SR Technics (HQ Curych, Švýcarsko) ST Aerospace (HQ Singapur) GE (HQ USA)
Údržba motoru	Lufthansa Technique (Hamburg, Německo) Rolls Royce (HQ Velká Británie)
Traťová údržba	Scandinavian Aircraft Maintenance (Norsko) SIA Engineering (Singapur)
Údržba avioniky	Honeywell Selex Galileo Global (Itálie / Velká Británie)
Modifikace	Aeronautical Engineers (USA) Airbus (Drážďany, Německo) Haeco (Hong Kong, Čína)

Tabulka 2: Příklady jednotlivých MRO organizací [1]

Výše uvedená tabulka uvádí příklady jedněch z největších a nejrozšířenějších MRO organizací na světě.

Traťová údržba

Traťová údržba zahrnuje veškeré práce na letadle, které se provádí v pravidelných intervalech, a to na základě plánování anebo jako reakci na upozornění některého člena z letové posádky pro zajištění, že letadlo je v přijatelném stavu schopného bezpečného letu. U této údržby není letadlo odstaveno z komerčního provozu, proto se tyto práce provádí před anebo mezi jednotlivými provozními činnostmi. Jednotlivé letecké společnosti si ale na tuto údržbu vyhražují určitý rozpočet, který zahrnuje čas a zdroje na běžné a rutinní úkoly. Práce u pravidelné traťové údržby mohou být rozděleny do určitých kategorií, včetně předletové, tranzitní, denní a týdenní kontroly a A-check.

Typ kontroly	Popis	Frekvence
Předletová / tranzitní kontrola	Vizuální kontrola prováděna členem letové posádky nebo mechanikem; opravují se případné vady, které se vyvíjely v průběhu provozních činností.	Denně / před každým letem.
Každodenní kontrola	Vizuální kontrola a drobná běžná údržba včetně: <ul style="list-style-type: none"> • Měření tloušťky brzdových destiček • Kontrola a zkoušení nouzových systémů a zařízení • Kontrola hydrauliky • Kontrola hladiny kapalin • Přezkoumání palubních počítačových zpráv pro údržbu • Údržba IFE 	Denně.
Týdenní kontrola	Podobná jako každodenní, ale umožňuje ještě další úkoly.	Týdně
A-check	Obsahuje běžné a rutinní úkoly podobné jako u týdenní kontroly, ale má navíc: <ul style="list-style-type: none"> • Testování funkcí • Kontrola nouzového a bezpečnostního vybavení • Kontrola povrchu a mechanismů • Nedestruktivní testování 	110 – 800 LH

Tabulka 3: Traťová údržba [3]

1.1.2 Organizace MRO podle typu funkce

MRO podle typu funkce lze rozdělit dle následujících kritérií: [1]

- Údržba draku letadla
- Údržba motoru
- Údržba komponentů

Údržba draku letadla

Údržba draku letadla zahrnuje práce prováděné pravidelně, což obnáší zejména pravidelné kontroly, údržby, opravy a preventivní údržbu struktury draku a interiéru letadla. Z tohoto důvodu je letadlo staženo z provozu na obecně předem stanovenou dobu v přesně stanovených intervalech. Každá letecká společnost je zodpovědná za provádění tohoto typu údržby, kterou si provádí buď sama nebo prostřednictvím kvalifikovaného poskytovatele, v souladu s platnými bezpečnostními předpisy v leteckém odvětví – například Evropskou agenturou pro bezpečnost letectví (EASA) nebo Federálním leteckým úřadem (FAA) a podobně. Tím pádem jednotlivé letecké společnosti musí vyvinout plány pravidelné intervaly údržby draku letadla, aby mohly splnit cíle bezpečnosti a provozní požadavky.

Tyto pravidelné intervaly jsou obvykle založeny buď na kalendářní době, pevném počtu letových hodin nebo pevných počtech letových cyklů. Zatímco někteří provozovatelé nebo některé typy letadel mají přizpůsobené programy údržby jako je „fáze kontroly“ a „jednodenní C-check“, drtivá většina spadá do tradičního modelu kontroly typu C a do těžké údržby.

Každý model se sice liší, ale v průměru dochází k C-check obvykle v intervalu 18 – 24 měsíců, zatímco těžká údržba (neboli údržba typu D) se vyskytuje v intervalu přibližně 60 – 84 měsíců. Novější letadla mívají delší intervaly, kdežto letadla starší a turbovrtulová mají intervaly kratší.

<i>Typ kontroly</i>	<i>Popis</i>	<i>Frekvence</i>
C-check	Podrobná kontrola	12 – 36 měsíců
		2 000 – 12 000 LH
		1 000 – 15 000 LC
Těžká údržba	Hlavní opravy	48 – 144 měsíců
		8 000 – 36 000 LH
		6 000 – 24 000 LC

Tabulka 4: Údržba draku letadla [3]

Údržba motoru

Údržba motoru může být buď pravidelná, po přesně stanoveném intervalu anebo se také může provádět podle stavu daného motoru, neboli on-condition. Základem péče o motor jsou kontroly, údržba, opravy a preventivní údržba, aby byl motor co nejdéle v provozu.

Tento typ údržby se většinou týká celé generální opravy motoru a je také potřeba výměny dílů, které mají omezenou životnost (life-limited parts – LLP). Z tohoto důvodu je potřeba motor stáhnout na určitou dobu z komerčního provozu. Výměnu takto životně omezených dílů je potřeba vykonávat v přesně stanovených intervalech, které bývají ve většině případů buď podle intervalu určitého počtu letových hodin či letových cyklů.

<i>Typ kontroly</i>	<i>Popis</i>	<i>Frekvence</i>
Generální oprava	Sejmutí z křídla/trupu letadla	3 000 – 24 000 LH
	Demontáž	1 500 – 15 000 LC
	Kontrola	
	Oprava	
	Výměna dílů (vč. LLP)	
	Smontování	
	Test	

Tabulka 5: Údržba motoru [3]

Údržba komponentů

Údržba komponentů zahrnuje veškeré práce, kdy jsou komponenty odstraněny z letadla kvůli jejich stavu anebo z důvodu kontroly, údržby, oprav, preventivní údržby, aby je bylo možné vrátit do provozuschopného stavu. Jedná se tedy o všechny ostatní náklady údržby pro opravy a generální opravy komponentů. V důsledku toho je daný komponent odstraněn z provozu na určitý časový interval a tím je neschopné provozu i celé letadlo. Každá letecká společnost je zodpovědná za provádění této údržby, kterou si zajišťuje buď sama, nebo prostřednictvím kvalifikovaného poskytovatele, a musí být v souladu s veškerými platnými bezpečnostními předpisy. Letecké společnosti tedy rozvíjejí zásady a procedury pro údržbu jednotlivých komponentů, aby byly splněny všechny cíle bezpečnosti a provozní požadavky. Tato údržba se provádí pomocí frekvence letových hodin nebo cyklů.

I přesto, že není přesně dáno, jak by měla být údržba komponentů organizována, trh s MRO komponenty je seskupen následujícím způsobem:

<i>Dílčí segment</i>	<i>Popis</i>
Avionika	Údržba týkající se automatického řízení letu, komunikace, nahrávacích systémů, navigace a integrovaná modulární avionika.
Pomocná energetická jednotka (APU)	Údržba pomocné energetické jednotky.
Údržba kabiny	Údržba kabinových základních systémů –zábavní systém (audio, video, Wi-Fi), externí komunikační systém, monitorovací systém a ostatní systémy.
Vybavení / zařízení	Údržba vybavení / zařízení letadla, jako jsou například kuchyňka, toaleta, nákladové prostory, nouzové vybavení, příslušenství, izolace apod.
Elektrika	Údržba pohonu generátorů, externího napájení apod.
Příslušenství motoru	Údržba zapalování, ovládání motoru, indikačních systémů, výfukové soustavy (kromě obraceče tahu), mazací soustavy a systémy startování.
Vrtule	Údržba vrtule, ovládání, brzdění a indikace.

Řízení	Údržba letových ovládacích prvků, jako jsou křídélka, směrovka, výškovka, stabilizátor, spoiler atd.
Konstrukce	Údržba dveří, trupu, stabilizátorů, oken a křídel.
Palivové systémy	Kontrola spotřeby paliva a řídicích systémů.
Hydraulické systémy	Údržba hydraulických systémů.
Pneumatické systémy	Údržba pneumatických systémů – distribuce a indikace.
Podvozek	Údržba podvozkových systémů, včetně hlavního podvozku, příďového podvozku, podvozkové šachty a dveří včetně vysouvání a zasouvání.
Kola a brzdy	Údržba kol a brzd.
Pneumatiky	Údržba pneumatik.
Gondoly / Obraceče tahu	Údržba gondol / pylonů a obracečů tahu.
Odpadní a vodovodní systém	Údržba odpadních a vodovodních systémů.
Nákladní prostory	Údržba nákladního prostoru a příslušenství příhrádek, včetně nakládacích systémů a izolací.
Ostatní	Údržba klimatizace, protipožární systémy, ochranné systémy proti námraze, světla (v kokpitu, prostoru pro cestující, v nákladovém prostoru, exteriéru a světla nouzová), kyslíkové systémy, diagnostické zařízení a zařízení pro údržbu a informační systémy.

Tabulka 6: Údržba komponentů [3]

1.1.3 Rozdělení MRO podle organizační struktury

Organizační strukturu MRO organizací lze klasifikovat na: [2]

- a) Samostatnou MRO (MRO je zajišťována třetí, nezávislou stranou)
- b) MRO zajišťovaná leteckou společností bhhn
- c) MRO poskytovaná prostřednictvím OEM

Odvětví MRO se vyvíjelo v průběhu let od okamžiku, kdy většina činností MRO byla prováděna přímo leteckou společností, která byla zároveň i vlastníkem MRO organizace.

V některých případech bylo potřeba schválení OEM provádět určité operace v rámci MRO pro součásti, které byly stále v záruce. Případné náhradní díly a náklady na práci u každé takové opravy byly následně fakturovány OEM. [1]

OEM (Original Equipment Manufacturer) neboli originální výrobce je obchodní termín, který označuje výrobce zařízení, jehož výrobek je prodáván a propagován jinou obchodní značkou.

Avšak zlom nastal v roce 1978 ve Spojených státech amerických, kdy došlo k deregulaci a mnoho leteckých společností nemělo žádné vybavení, náhradní díly ani zásoby pro údržbu svých letadel. Růst těchto nových nízkonákladových dopravců začal podporovat vstup řady nezávislých poskytovatelů MRO, kteří dopravcům nabídli relativně levné služby v rozsahu od traťové údržby až po řízení zásob. Z důvodu snižování nákladů se rozhodlo několik leteckých společností, jako například British Airways a American Airlines, zajišťovat externí činnosti MRO prostřednictvím nezávislých MRO organizací.

Tento krok umožnil managementu leteckých dopravců využití svých zdrojů a schopností a soustředit se pouze na klíčové úlohy, které jsou pro letecké společnosti zásadní.

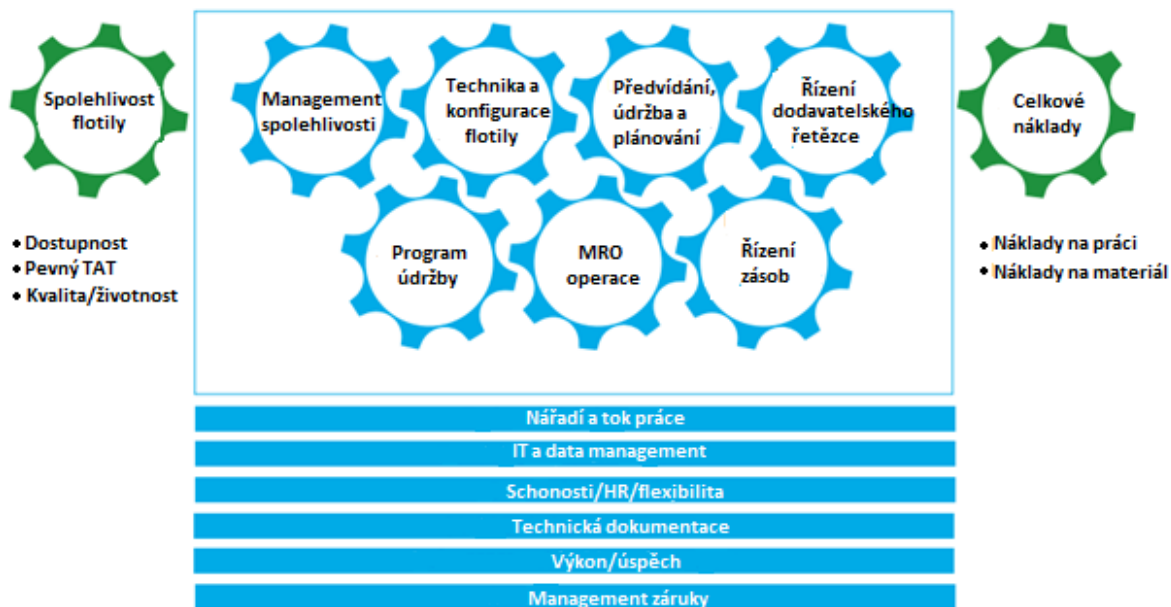
Zřízení MRO v rámci letecké společnosti je považováno za kapitálově náročné, což si menší anebo novější letecké společnosti nebyly schopny dovolit. Nízkonákladoví dopravci s optimalizovaným tradičním obchodním modelem se zase vyhýbali strategiím, které přijaly významné letecké společnosti, což bylo investování do velkých údržbových center, a místo toho se rozhodli pro externí zajištění MRO od nezávislých poskytovatelů těchto služeb. Oproti tomu větší provozovatelé letecké dopravy dávali v této oblasti přednost zachování si vlastního centra MRO a výhodou této volby bylo, že mohli nabízet služby typu MRO i ostatním leteckým společnostem.

V dnešní době je rostoucím trendem pro originální výrobce (Original Equipment Manufacturer – OEM), aby přijali obchodní model „servitized“, což znamená model podpůrných balíčků produktů nebo služeb pro odběratele. Servitization je tedy tradičně popisován jako prodej výrobku s několika základními službami pro využívání těchto služeb jako základ konkurenční strategie. Výrobci například nabízejí balíčky, které přesahují základní dobu záruky zakoupeného produktu, nebo balíčky obsahující kompletní obsah

služeb, jež se zabývají údržbou, servisem a náhradními díly během pevně stanoveného časového období. Příkladem takové podpory a nabídky služeb je balíček „Total Care“ od společnosti Rolls Royce a „Gold Care“, kterou nabízí firma Boeing. Tyto balíčky vlastně spojují technické a plánovací služby na předvídatelné a konkurenceschopné náklady s vyššími úspory z rozsahu a výrobci je začali do rozpočtu určeného na údržbu letadel leteckých společností brát jako hlavní podíly ze zisku, a touto zásadní změnou v přístupu se stali vzorem pro ostatní účastníky v letectví. Také to podporuje tvrzení, že nezáleží pouze na tom, jak je servis údržby vykonáván, ale i kdo jej vykonává. Ačkoli tento trend správy majetku a řízení technických aktiv jsou rozvíjejícím se konceptem pouze v letectví, převládá častěji v letecké výrobě OEM, než v tradičních organizacích MRO. Nicméně MRO organizace vlastní určitý majetek, který je používán k podpoře provozovatelů letadel, zatímco je jejich produkt ve fázi opravy. Toto právě naznačuje, že lze základní MRO operace rozšířit i nad rámec toho, co se děje ve výrobně přímou spoluprací se zákazníkem. Vzhledem k povaze programů, jež se zabývají všemi přírůsky, se OEM rozhodl restrukturalizovat všechny své možnosti a požadavky na MRO, které se liší od tradičních MRO organizací. [1]

1.2 Integrace MRO

Ideální stav pro údržbu, opravy a generální opravy je integrovaný přístup, v jehož procesu jsou lidé (včetně OEM, poskytovatelů třetích stran a dodavatelů) a technologie spojeny a každá složka celého procesu je koordinována tak, aby bylo dosaženo optimální spolehlivosti při nejnižších možných nákladech.



Obrázek 1: Integrovaný MRO proces [5]

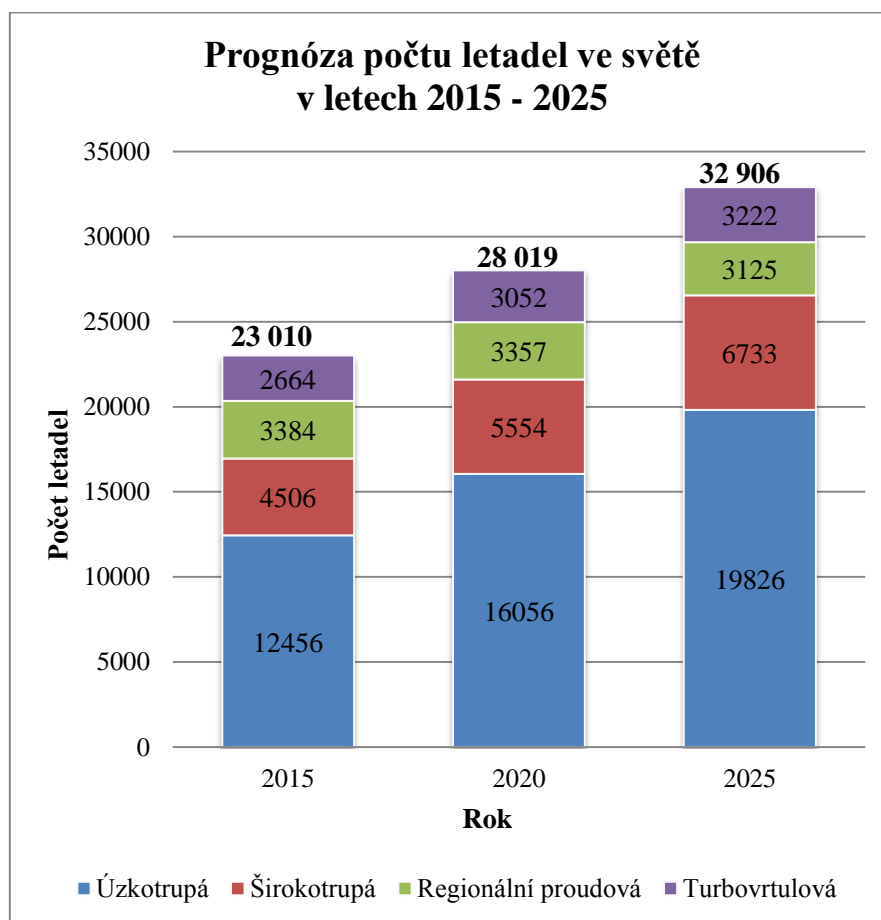
Výše uvedený obrázek znázorňuje integrovaný přístup MRO procesu, ve kterém jsou propojeny procesy, lidé (včetně OEM, třetí strany poskytovatelů MRO a prodejci) a technologie. Každá složka tohoto procesu je koordinována tak, aby bylo dosaženo optimální spolehlivosti při nejnižších možných nákladech.

Takovýto proces přináší několik zřejmých výhod, jelikož procesy jsou určeny pro většinou racionálním tokem materiálů, nástrojů, zařízení a pozemního vybavení (Ground Support Equipment – GSE) s co nejmenším zásahem člověka. Dále lidé musí mezi sebou navzájem spolupracovat, aby zajistili, že akce, kterou provádí, je pro zajištění spolehlivosti flotily za konkurenční ceny při dodržení doby opravy (Turnaround Time – TAT). Třetí výhodou jsou data, která jsou využívána k analýze zvýšení toku materiálu a informací. [5]

Integrace je velice důležitá, protože MRO je tak složitý proces, kde by malá chyba v jedné činnosti mohla pokračovat v průběhu celého procesu, tím pádem by ovlivňovala každou další aktivitu a docházelo by k vytváření nákladných prodlev.

1.3 Ekonomické parametry

Celosvětová pravidelná letecká doprava, mezi která lze zařadit jak letadla poháněná proudovými, tak i turbovrtulovými motory, čítá více než 23 tisíc letadel. Jen celá jedna třetina této celosvětové flotily sídlí v Severní Americe, v Západní Evropě je to 20 % a ve Východní Evropě dalších 5 %. Asie a Tichomoří, včetně Číny a Indie má více než čtvrtinu světové flotily.



Graf 1: Prognóza počtu letadel v letech 2015 - 2025 [3]

Složení flotil v rámci jednotlivých kontinentů se však mění, například v Severní Americe nyní prochází významnými změnami, a podle poklesu akcií se očekává velice omezený růst letadel v horizontu nejbližších deseti let. Zato v Asii, Tichomoří a v dalších rozvíjejících se

regionech se očekává v průběhu let větší podíl letadel a tím pádem tyto regiony představují rostoucí budoucnost pro odvětví MRO.

V globálním měřítku na trhu MRO byla ziskovost v roce 2014 přibližně 57,7 bilionů dolarů a dále by ziskovost dle prognózy v horizontu deseti let, tj. v roce 2025, měla dosáhnout hodnoty 86,8 bilionů dolarů (u proudových a turbovrtulových letadel). To představuje zhruba roční míru růstu 4,2 %. [3]

Jednotlivé segmenty draku, motoru, konstrukčních částí nebo traťové údržby mají ale odlišný růstový profil:

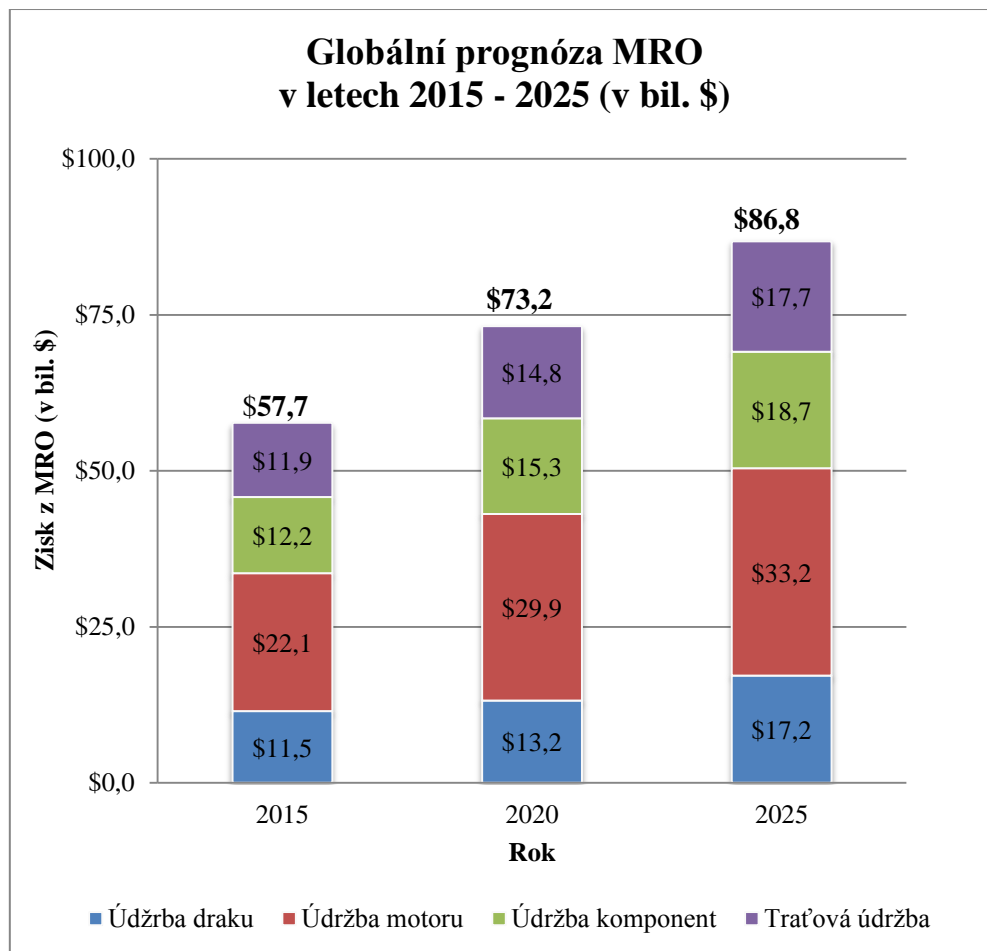
MRO draku letadel měly v roce 2014 zisk 10,8 bilionů dolarů, kdy téměř 30 % z této částky byla pro letadla, jež sídlila v Severní Americe. Jak společnosti samy, tak i jejich externí poskytovatelé mají zájem na tom, aby se pevně udrželi na trhu na základě veřejně oznámených kontraktů. Trh MRO draku letadel se obvykle považuje za málo ziskový a také je náročný v ohledu na pracovníky, kteří tuto údržbu provádějí.

MRO motorů za rok 2014 dosáhly zisku 24,1 bilionů dolarů a více než 30 % této hodnoty bylo opět vázáno na provozovatele v Severní Americe. Na rozdíl od MRO draku letadel jsou MRO motorů z velké části zajištěny smluvně a výrobci OEM motorů mají na tomto trhu velký podíl. K MRO motorům se na hodnotě přidává i trh s náhradními díly, tím pádem je zde vyšší marže za odvedenou práci.

Komponenty MRO měly ziskovost 12,6 bilionů dolarů za rok 2014 a 35 % z této částky připadlo pro severoamerická letadla. Stejně jako u MRO motorů je většina MRO komponentů zajištěna smluvně, i když se jednotlivé typy konstrukčních částí a práce na nich od sebe liší.

Pro **MRO traťové údržby** je za rok 2014 zisk 10,8 bilionů dolarů, Severní Amerika představuje 27 % podílu na trhu. Povaha traťové údržby je méně náchylná k uzavírání kontraktů, a proto proniknout na tuto oblast trhu představuje významný potenciál. Práce týkající se traťové údržby je avšak poměrně náročná na pracovní sílu.

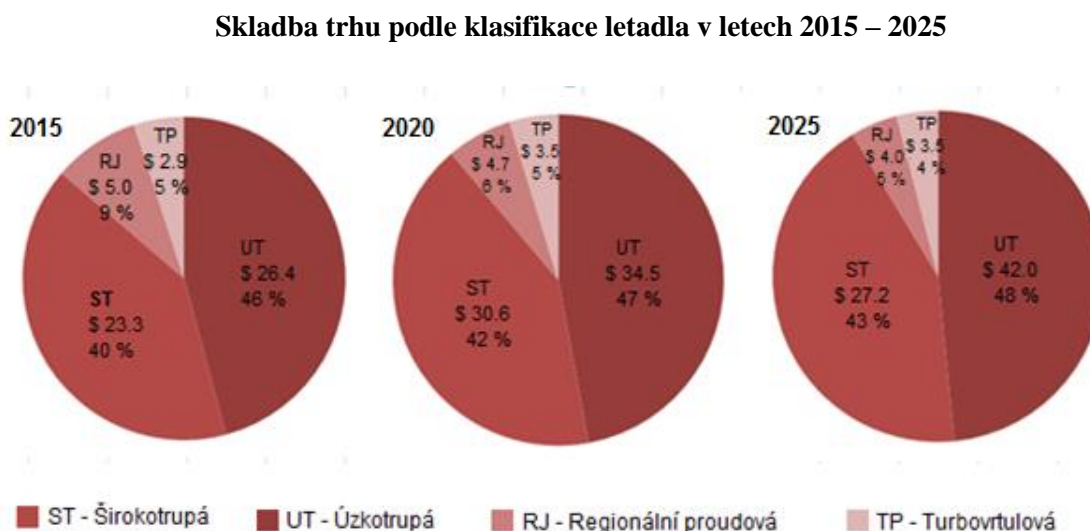
MRO hraje významnou roli i z hlediska ekonomické aktivity. Jen ve Spojených státech amerických existuje 4 100 firem působících na trhu MRO s více než 244 tisíci zaměstnanci. Z těchto firem představují 84 % malé a střední podniky a 21 % všech zaměstnanců. Dále je v USA více než 143 tisíc techniků, kdy přibližně 37 % z nich jsou certifikováni.



Graf 2: Globální prognóza MRO v letech 2015 - 2025 [3]

1.3.1 Podíl MRO podle třídy letadla

Za dané období (mezi lety 2015 – 2025) se očekává malá změna v celkové skladbě trhu MRO podle třídy letadla (Úzkotrupá – UT, širokotrupá - ST, turbovrtulová – TP, regionální proudová – RJ). Úzkotrupá letadla by měla mít velící celkový podíl a to přibližně 46 – 48 %, širokotrupá 40 – 43 %, počet regionálních proudová 9 % a turbovrtulová pouze 5 %. [3]



Graf 3: Skladba podle klasifikace letadla v letech 2015 - 2025 [3]

1.4 Poskytovatelé MRO

Poskytovatelé MRO nabízejí širokou škálu služeb, od dodávky materiálu a náhradních dílů, přes realizaci oprav až po komplexní plánování oprav a koordinaci. Tyto již zmíněné služby jsou prováděny prostřednictvím integrace MRO, kdy je potřeba jednotlivé úkoly a služby řádně zkoordinovat. [6]

Poskytovatelé těchto vysoce integrovaných MRO služeb mají veškerou zodpovědnost za soupis všech náhradních dílů a majetku, řízení služeb, za provozní personál a implementaci softwaru pro sledování toku MRO produktů a služeb. Kromě toho, uzavírání nových kontraktů zahrnuje i setkání zúčastňovaných stran, kontrolu dostupnosti všech potřebných

vybavení a zařízení a samozřejmě dochází k dohodnutí na snížení celkových nákladů jednotlivých procesů a náhradních dílů. V podstatě to znamená, že poskytovatelé integrovaných služeb MRO musí ovládat veškeré komplexní úkoly dle požadavků jejich klientů a zajistit požadované díly a především kvalitu.

Poskytovatelé služeb MRO existují po celém světě, přičemž většina podílu připadá na Severní Ameriku (35 %), dále na Západní Evropu (26 %) a asijsko-pacifickou oblast (17 %) se skutečností, že většina těchto předních poskytovatelů systémů MRO má sídlo právě v některé z těchto výše uvedených oblastí.

1.5 Optimalizace MRO

Stejná myšlenka ovlivňuje všechny provozovatele letadel – pokud letadlo stojí na zemi z důvodu údržby, nevytváří společnosti vůbec žádné příjmy. Právě díky měnícím se obchodním modelech, zvyšující se konkurenci, vysokých nákladů na pohonné hmoty a dalších nevyhnutelných nákladů, provozovatelé letadel vyvinuli jednoduchou obchodní strategii a to kontrolu provozních nákladů v celém širokém spektru údržby letadel a kontrolou cyklu provádění procesů, z důvodu zmírnit ekonomické výkyvy. Proto se na MRO čím dál více uplatňuje princip „Lean“ nebo principy „Six Sigma“ a techniky pro jejich lepší funkce za účelem dosažení výrazného a především trvalého zlepšení výkonu. [1]

Realizace maximální účinnosti služeb MRO ale nemůže být nikdy plně účinná, jestliže se dané společnosti nepodaří správně podporovat i stránku informačních technologií v této oblasti, která poskytuje široký přehled a efektivní data, jež jsou potřebná pro správné rozhodnutí na základě znalostí. V dnešní době tvoří činnosti MRO 15 – 18 % z celkových provozních nákladů provozovatele letecké společnosti.

Princip Lean se spojením s optimalizovaným programem údržby umožňuje organizaci poskytující MRO eliminovat neproduktivní anebo zbytečné úkoly, zlepšit výkonnost údržby celé organizace, zvýšit příjem z plánovaných činností údržby a efektivitu dodavatelského řetězce. Díky těmto vylepšením mohou týmy údržby maximalizovat přijaté

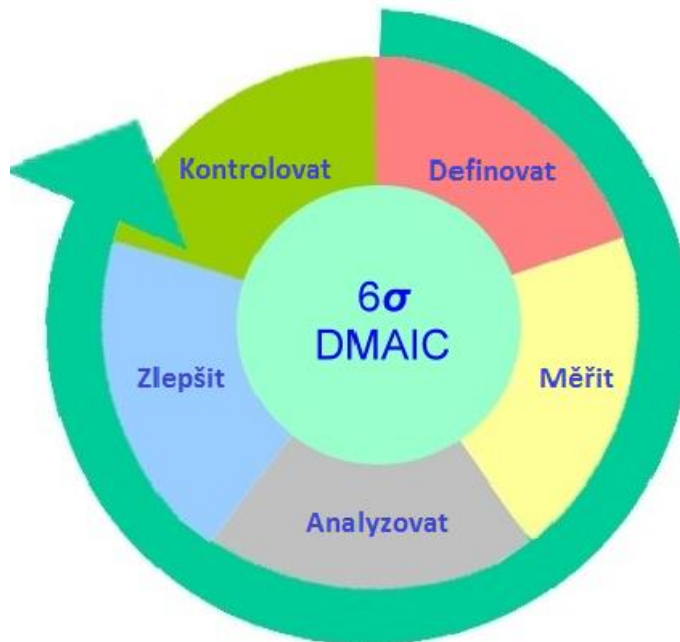
informace a zkrátit čas, který byl potřebný k provedení úlohy, jako je vyhledávání informací a stahování dat.

1.5.1 Lean

„Lean“ (Štíhlá výroba) je obchodní filozofie, kterou vyvinula japonská společnost Toyota po druhé světové válce a využívá sadu standardních nástrojů a technik, přípravu a organizaci činností, podpůrné funkce, dodavatele a zákazníky. Ve srovnání s tradičními systémy hromadné výroby splňuje princip štíhlé výroby požadavky zákazníků při použití méně úsilí, prostoru, kapitálu a času. [1]

Náklady při použití tohoto principu jsou sníženy tím, že dochází k eliminaci zbytků a odpadu, protože uvedené položky a procesy nemají pro zákazníka žádnou hodnotu. Tyto redukce pak paradoxně zvyšují kvalitu produkce, protože výrobní problémy jsou více viditelné, jejich příčiny se dají snáze identifikovat a napravit tím, že dojde k zjednodušení pracovních postupů.

Další technikou pro řízení MRO prostředí je integrace štíhlé výroby s principem „Six Sigma“. Tento přístup neustále podporuje zlepšování prostřednictvím používání modelu DMAIC, což je zkratkou pěti etap procesu zlepšování (Definovat, Měřit, Analyzovat, Zlepšovat a Kontrolovat) a jeho související nástroje.



Obrázek 2: Schéma DAIMAC

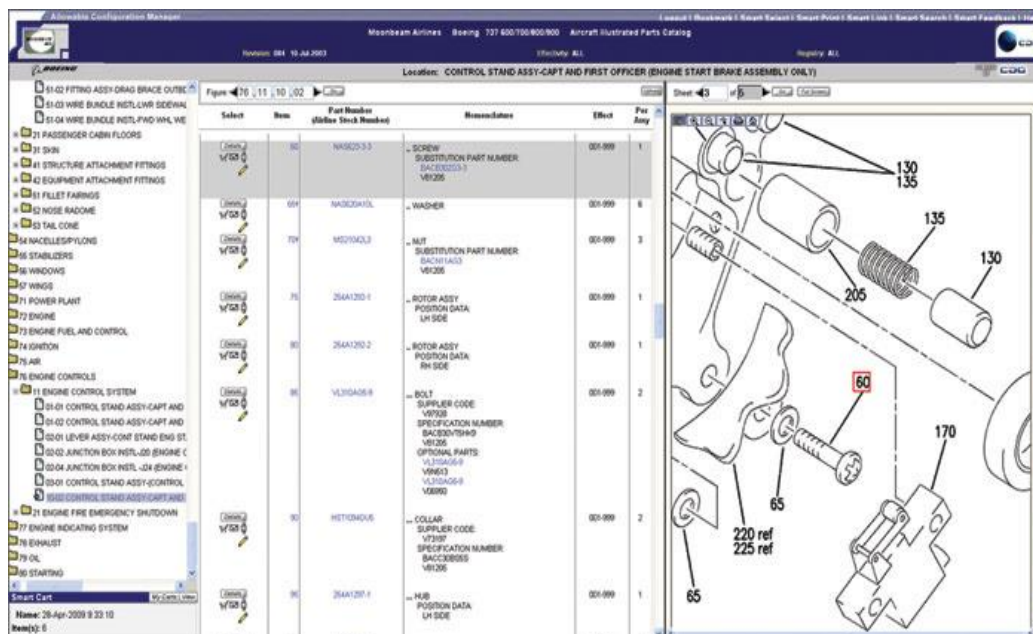
- **Definovat (Define):** Nejprve je potřeba identifikovat problém, který se má odstranit, respektive oblast, kterou je třeba zlepšit. Nezbytnou součástí definice je návrh – jakého zlepšení se má dosáhnout a za jakou cenu.
- **Měřit (Measure):** Cílem je získání maximálního počtu objektivních informací o procesech či předmětu, který je potřeba zlepšit.
- **Analyzovat (Analyse):** V tomto kroku je cílem nalézt skutečnou příčinu problémů.
- **Zlepšení (Improve):** Tato fáze vytváří a přináší skutečné zlepšení, je ale potřeba nalézt nejlepší způsob, jak dosáhnout zlepšení a tento návrh ověřit na pilotním vzorku.
- **Kontrola a ověření (Control):** Poslední fáze má za cíl dotáhnout změny do konce. Je třeba ověřit, že všechny změny byly skutečně provedeny, dostaly se tam, kam měly, lidé nové postupy znají a používají.

1.6 MRO Software

Software MRO pomáhá leteckým společnostem s řízením technických záznamů o jejich letadlech a také kontroluje požadavky na údržbu. Tento software pomáhá sledovat logistiku, zásoby, náhradní díly a pracovní úkoly týkající se údržby.

Softwarové programy této kategorie nejsou jako programy SAP nebo Oracles, o kterých se slyší denně, ale jedná se spíše o výkonný software společnosti stávající v pozadí, avšak pro své činnosti a logistiku je používá velké množství leteckých společností. [6]

První společnost zabývající se softwarem MRO, známá dříve jako PSDI, byla softwarová firma sídlící v Bedfordu v Massachusetts, která publikovala na trhu systém Enterprise Asset Management. Tato společnost byla založena Bobem Danielsem v roce 1968, od poloviny roku 2006 přešla do vlastnictví společnosti IBM.



Obrázek 3: Pracovní prostředí AMOS [7]

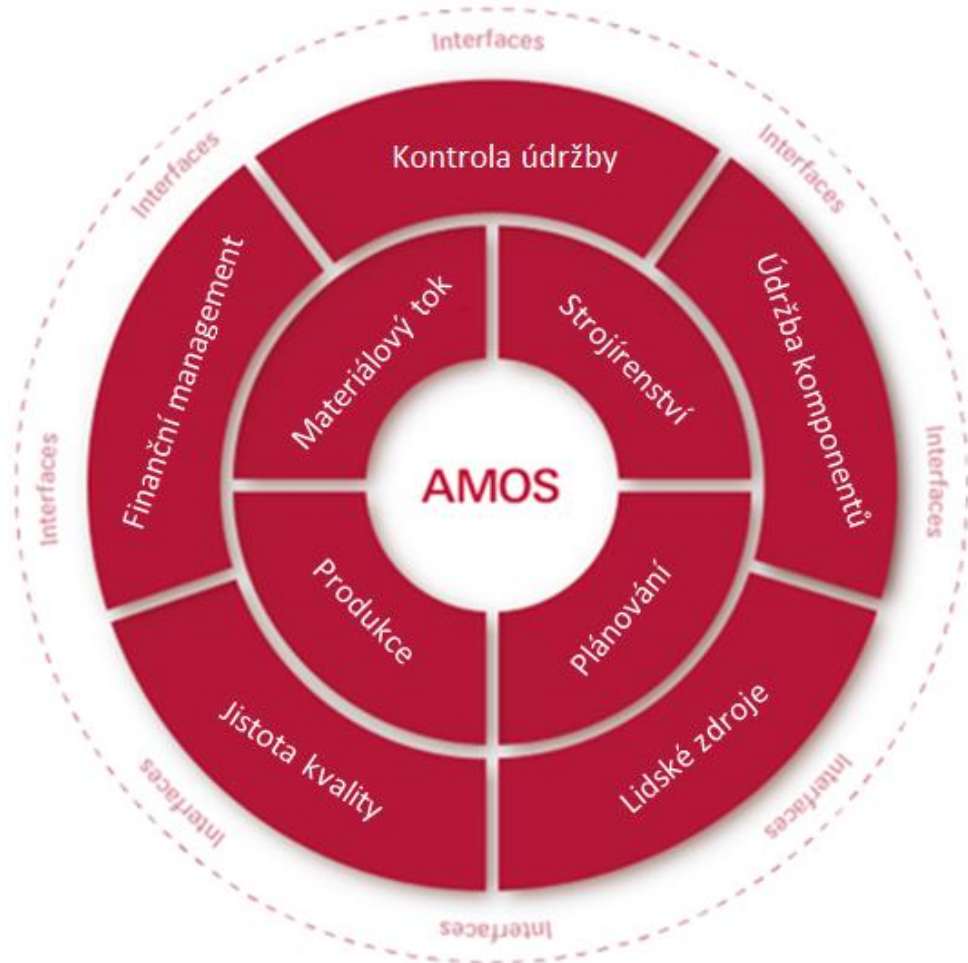
Dnes je na trhu celá řada společností poskytující MRO Software, mezi nimi například Swiss Aviation Software, 2MoRO Solutions, AMICOS, Ramco, Mxi, Aircraft Maintenance Systems, Component Quantum Control, Volartec, IFS a podobně.

1.6.1 Swiss AviationSoftware (AMOS)

Program AMOS obsahuje veškeré funkce, které jsou schopny úspěšně řídit odstraňování závad, skutečné provedení traťové a základní údržby a zajištění plynulého předání informací přes skupinu provádějící údržbu, plánování údržby až po výrobní oddělení.

Kromě tradičního způsobu, jak přenášet plánované úkoly z řídicího oddělení k výrobě „na papíře“, AMOS nabízí další dva pokročilé přístupy, kterými jsou za prvé plně elektronický přenos a to elektronickou dokumentací prostřednictvím čárového kódu, který umožňuje zaznamenávání vykonané práce v reálním čase a tím nahrazuje manuální sledování času. Za druhé je to zefektivnění procesu založeného na šabloně, která se zobrazí automaticky při každém kroku. Tyto funkce pomáhají uživatelům sledovat nejen každý úkol s ohledem na strávenou dobu trvání a jeho vývoj, ale také i prognózu jednotlivých úkolů údržby. [7]

AMOS také nabízí řešení v podobě elektronického podpisu, což je pohodlný přístup pro rychlý a bezpečný proces.

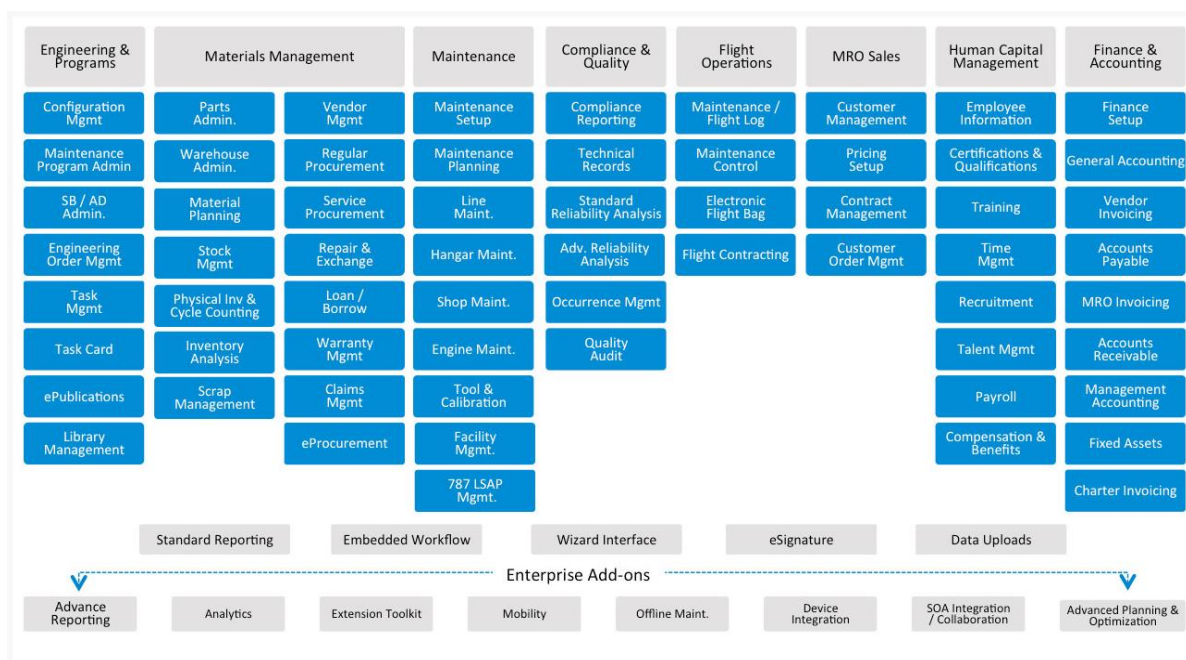


Obrázek 4: Moduly systému AMOS [7]

Tento software využívají například společnosti Easy Jet, Alitalia, Air Asia, Aer Lingus, Thmoas Cook, Austrian Airlines a podobně. Od roku 2008 na MRO Software AMOS přešly i České aerolinie.

1.6.2 Ramco Systems

Software Ramco Series Aviation 5 Suite patří k nejvíce komplexním, celopodnikovým M&E / MRO software dostupným v leteckém průmyslu, protože byl vyvinut přesně pro požadavky letectví. Tento software nabízí širokou škálu využití, od automatizace operací, end-to-end procesu, snižování režijních nákladů, efektivnější řízení zásob, zvýšení dostupnosti letadel, snížení doby letounu na zemi (Aircraft on Ground – AOG) až po kontrolní operace. Ramco Aviation se může také snadno rozšiřovat a přizpůsobovat požadavky svých klientů. [8]



Obrázek 5: Rozsah služeb programu Ramco Systems [8]

V rámci odvětví MRO služeb může systém Ramco nabídnout především 50 % redukcí doby opravy (Turnaround Time – TAT), elektronická data a jednodušší přístup, zlepšení plánování údržby atd.

Software Ramco je využíván světovými aerolinkami, jako například Emirates, Air India, Kenya Airways, Asia Atlantic Airlines, SpiceJet a podobně.

2 Plánování letů

Plánování letů je složitý proces, který ovlivňuje celá řada různých faktorů, mezi které lze především zařadit vybavení a provozní dobu letišť, sloty, organizaci toku letového provozu, kvalifikaci letové posádky, technický stav a výkon letadla, NOTAMy, meteorologické podmínky a další. Skloubením těchto uvedených podmínek je tedy požadavek na bezpečné a co nejvíce ekonomické provedení daného letu. [9]

Hlavní úkole plánování letů spočívá v sestavení veškeré potřebné dokumentace pro daný let a to výpočtem provozního letového plánu OFP, volba tratě, letové hladiny a záložních letišť, analýza meteorologických podmínek, NOTAMů, posouzení daných charakteristik letadla a letišť, zohlednění hmotností a vyvážení, stanovení paliva, kvalifikace posádek, dodržení norem odpočinku posádek a podání ATC letového plánu.

2.1 Operační letový plán OFP

Operační letový plán obsahuje důležité informace pro vykonání daného letu:

- Registrace letadla
- Typ letadla
- Datum letu
- Identifikace letu
- Jména členů posádky
- Místo odletu
- Čas odletu (Off Block Time a Take-off Time)
- Místo příletu (plánované a aktuální)
- Čas příletu (Actual Landing a On-Block Time)
- Typ letu (ETOPS, VFR, ferry flight atd.)
- Trať a traťové segmenty (checkpoints / waypoints, vzdálenosti, čas)

- Plánovaná rychlost a čas mezi dvěma body (check-points / waypoints – předpokládaný a aktuální)
- Letová hladina
- Kalkulace paliva
- Záložní letiště
- Počet osob na palubě – posádka a cestující
- Cargo

```

FLT:          TYPE:          REG:OKKKF    PLN PAX :    1  DOF:130815
                                PLN CARGO:   100
PIC:          PF-PNF F/O:          PF-PNF    COMM-PRIV SLOT INFO:
DEP: PRAGUE/RUZYNE  LKPR/PRG  1234 14:00  COMPANY ROUTE:
DEST: BRATISLAVA/M.R.  LZIB/BTS  436 14:43  COMPUTED:13-08-2015 10:10:45
ALTN: VIENNA/SCHWECHA  LOWW/VIE  600          WX: 081300
ALTN2:          /            0
TOF:          /            0

      TIME      FUEL      DIST      FL      W/C      AVG ISA
TRIP      0:43      2396      276      310      +2        6
ALTN LOWW 0:10      571
FIN.RES.  0:30      1085      FMC RES: 1656
CONTING.  0:05      380      M.85
TAXI
ADD        0:00      0
MIN.FUEL  1:28      4831
EXTRA     3:26      7169
TOTAL     4:54      12000
IN BLOCK  .....  LANDING .....  OFF BLOCK .....  TRIP  2396 .....
OFF BLOCK .....  TAKEOFF .....  IN BLOCK .....
BLOCK TIME .....  FLT TIME .....  USED FUEL .....  LW  59267 .....

-----
T/O DATA:  RWY .....  V1 .....  VR .....  V2 .....  VFS .....
-----
RVSM CHECK: ELEV .....  CAPT .....  STBY .....  F/O .....
            FL: .....  CAPT .....  STBY .....  F/O .....
-----
ACCEL. ALT: RWY .....
            ALT .....
-----
ATIS DEP:.....
.....
ATC-ONC: .....
-----
ROUTE: VOZ UZ21 STO Q104 MOGMA DCT KUVEX

```

Obrázek 6: Příklad OFP

Při výběru tratě letu je nutné vzít v potaz nejen vzdálenost, kterou je letadlo schopno uletět, ale také i platné mezinárodní a národní předpisy a podmínky nad daným územím, meteorologické podmínky, kapacitu a strukturu letových cest, vnitřní postupy provozovatele, podmínky vzhledem k provozu ETOPS atd.

Letový operační plán OFP obsahuje taktéž NOTAMy pro jednotlivá letiště – letiště vzletu, příletu a záložní letiště. Dále pak je v něm obsažena zpráva METAR, jak již pro všechna potřebná letiště, tak i počasí po trati. [9]

2.1.1 Volba tratě

Výsledná trať se sestavuje na základě vhodné volby tratě, rychlostí, výšek a náhradních letišť. Trať je dráha letu letadla, promítnutá na povrch země, jejíž směr se v kterémkoliv bodě vyjadřuje ve stupních měřených od magnetického severu. Je určena souřadnicemi, hláskými body, radionavigačními zařízeními a letovými cestami.

Vhodná trať musí být naplánována samozřejmě co nejbezpečněji a nejehospodárněji, ovšem s ohledem na další faktory, jako jsou kupříkladu meteorologické, geografické, geopolitické, ekonomické a civilizační vlivy.

2.1.2 Volba letové hladiny

Základním předpokladem pro uskutečnění bezpečného a ekonomického letu je volba správné letové hladiny. Výška musí být stanovena tak, aby byla optimální jak pro danou délku trati z hlediska co nejkratší doby letu, tak i s co nejnižší spotřebou paliva.

2.1.3 Volba náhradních letišť

Veškerá zvolená náhradní letiště musí splňovat příslušná letištní minima a to jednu hodinu před plánovaným příletem a jednu hodinu po plánovaném příletem. Takovéto rozhodnutí se provádí na základě meteorologických zpráv METAR a předpovědí TAF.

Dále pak musí být zvolená náhradní letiště v seznamu přiměřených letišť a musí být otevřená jednu hodinu před plánovaným přiletem a jednu hodinu po plánovaném přiletu a musí na něm být dostupné veškeré požadované služby.

2.2 Charakteristiky letadla

Mezi další neopomenutelné mezníky pro plánování letu jsou charakteristiky daného letadla. Jedná se především o stanovení vzletových a přistávacích hmotností a charakteristik na letišti vzletu, přistání a záložních letištích, s ohledem na maximální vzletovou hmotnost (Maximum Take-Off Weight – MTOW), maximální přistávací hmotnost (Maximum Landing Mass – MLM), rychlost rozhodnutí (v_1), rychlost rotace (v_r) a bezpečnou rychlost vzletu (v_2).

TAKEOFF				TAKEOFF			
PRAHA		06		PRAHA		DRY	
Ruzyně		AD Elev 1234 ft		Ruzyně		W/V 100/08 °kt	
ATOM 61664 lb		TORA 3715 m		LKPR - PRG		OAT 28°C	
						QNH 1019 hPa	
						ATOM 61664	
V1	118	TRIM	9.8	FLAPS	10	RWY	TORA MTOM
VR	118	TFLEX	52	ECS ON			FLAPS TFLEX V1 VR V2
V2	127	EPR	1.57	G/S OPER		06	3715 91000 [10] 52 118 118 127
		EFFRA	2734	A/I OFF		06/E	3060 91000 [10] 52 117 118 127
				A/S OPER		06/D	2250 90884 [10] 52 115 118 127
				G2 10.9		24	3715 91000 [10] 52 118 118 127
Antiskid surface						24/B	2545 89672 [10] 52 115 118 127
						24/C	2225 84436 [10] 52 113 118 127
						24/L	1735 75826 [10] 52 111 118 127
						24:A0012	3715 91000 [10] 52 118 118 127
						24/B:A0012	2545 89672 [10] 52 115 118 127
						24/C:A0012	2225 84436 [10] 52 113 118 127
						24/L:A0012	1735 75826 [10] 52 111 118 127
						12	3250 91000 [10] 52 118 118 127
						12/D	2760 91000 [10] 52 118 118 127
						12/F	2525 91000 [10] 52 118 118 127
						12/G	2225 87943 [10] 52 117 118 127
						30	3250 91000 [10] 52 115 118 127
						30/R	2575 91000 [10] 52 113 118 127
						30/P	1770 77393 [10] 52 111 118 127

Obrázek 7: MTOW a bezpečné rychlosti rozhodnutí, rotace a rychlosti vzletu

LANDING		
BRATISLAVA		04
M.R. Stefanik	AD Elev 436 ft	
ALM 59268 lb	LDA 2900 m	
Appr flaps	Landing flaps	G/A N1 _____
20	39	
VGA	Vref	A/I OFF
123	118	A/S OPER
Grad	LDR	ops EUOPS
11.2%	1173	

LANDING				
BRATISLAVA				DRY
M.R. Stefanik				W/V 070/06 °/kt
LZIB - BTS				OAT 34°C
				QNH 1016 hPa
RWY	LDA	MLM	WC	LIMIT
04	2900	75300	5H/3X	
22	2900	75300	5T/3X	
13	2950	75300	3H/5X	
31	2950	75300	3T/5X	

Obrázek 8: MLM při přistání

2.3 Hmotnost a vyvážení

Další činností, bez které se naplánování letu neobejde, je stanovení význačných hmotností letounu tak, aby bylo možno let uskutečnit.

Pro vykonání bezpečného letu je nutné, aby se v každém okamžiku nacházela hmotnost letounu a poloha jeho těžiště v povoleném rozmezí, které je specifikováno v Letové příručce (Aircraft Flight Manual – AFM) nebo v provozní příručce (Operational Manual – OM). Jak hmotnost, tak i těžiště letounu se mění během každé fáze letu již od zahájení pojíždění, což je způsobeno především spotřebou paliva v průběhu letu a jeho přesunu v jednotlivých nádržích, změnou konfigurace letounu a také možnými změnami polohy cestujících v průběhu letu.

Nákladový list (*Loadsheet*) je závěrečným dokumentem, který obsahuje informace o nákladu, množství paliva, počtu cestujících a výpočet, který potvrzuje, že letadlo je naloženo v mezích daných bezpečnostních limitů. [9]

LOAD MANIFEST

Aircraft
 Flight Number
 Departure Airport LKPR
 Destination Airport LZIB
 STD 13-08-2015 14:00
 Commander

CREW

PIC 187 lbs
 FO 187 lbs
 CA1 165 lbs
 CA2 0 lbs
 CA3 0 lbs
 CA4 0 lbs
 CA5 0 lbs
 ACM 0 lbs
 ACM2 0 lbs
 Cater. 0 lbs
Totals: 539 lbs

PAX

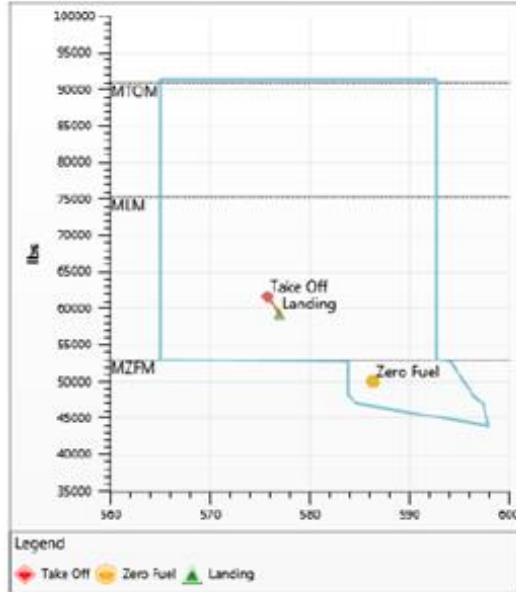
POS 1 0 0 lbs
 POS 2+3 0 0 lbs
 POS 4+5 1 203 lbs
 POS 6+7 0 0 lbs
 POS 8+9 0 0 lbs
 POS10+11 0 0 lbs
 POS12+13 0 0 lbs
 POS14+15 0 0 lbs
Totals: 1 203 lbs

PAYLOAD

AFT 100 lbs
Totals: 100 lbs

FUEL

Fuel 2000 lbs
 1000 lbs
 1000 lbs
 5000 lbs
 3000 lbs
 0 lbs
 0 lbs
 0 lbs
Totals: 12000 lbs



Mass	Actual	LMC	Limit	CG	CG LMC
Dry Operating Mass	49760 lbs			586.81	
Load	303 lbs		3240 lbs		
Zero Fuel Mass	50063 lbs		53000 lbs	586.33	
Actual Fuel	12000 lbs		41300 lbs		
Ramp Mass	62063 lbs		91400 lbs	575.52	
Taxi Fuel	400 lbs				
Take-Off Mass	61663 lbs		91000 lbs	575.73	
Trip Fuel	2396 lbs				
Landing Mass	59267 lbs		75300 lbs	576.91	

Obrázek 9: Vzor Loadsheetu

2.4 ATC letový plán ICAO

Jednou z mnoha činností pro přípravu letu je taktéž podání letového plánu, jehož kopie musí být na palubě letounu, což vyžadují mezinárodní letecké předpisy. ATC letový plán je důležitý především z hlediska poskytování a koordinace služeb řízení letového provozu.

Letový plán může být:

- a) Individuální letový plán (FPL)
- b) Stálý letový plán (RPL)
- c) Letový plán podaný za letu (AFIL)

Všichni letečtí provozovatelé na území České republiky mohou komunikovat přímo se systémy CFMU (Central Flow Management Unit). Každý letový plán je odeslán do střediska CFMU a odtud jsou jednotlivým letům přidělovány sloty a příslušná letová povolení.

Individuální letový plán obsahuje:

- Identifikace letadla (poznávací značka letadla, označení provozovatele a číslo letu)
- Pravidla letu
- Druh letu
- Počet a typ letadel, kategorie turbulence v úplavu
- Radiové, spojovací, navigační a přibližovací vybavení
- Letiště odletu a čas
- Trať
- Letiště určení a celková vypočítaná doba letu, náhradní letiště
- Jiné informace
- Doplňující informace

```
(FPL-GSJ7W-IN  
-GLF5/M-SDE2E3FGHIJ3J5M1RWXYZ/SB2  
-LZIB1515  
-N0509F300 TOVKA M141 WGM L858 TUMPO UT221 OSNEK UL726 VLM  
-LKPR0036 LKTB  
-PBN/B2B3B4 NAV/TCAS DOF/150813 REG/OKKKF EET/LOVV002  
LKAA0010 SEL/ADCK  
-E/0330 P/003 R/VE S/M J/L D/02 012 C YELLOW
```

Obrázek 10: Vzor podaného letového plánu ve formě zprávy FPL

3 Data MRO systémů využitelná pro plánování letů

Data uvedená v MRO systémech se dají efektivně využít i pro plánování letů. S jejich pomocí můžeme zjistit, zda určité letadlo vůbec může být pro daný let k dispozici z hlediska údržby, jak dlouho bude údržba trvat, kdy bude letoun uvolněn do provozu a také pokud má nějakou závadu, která musí být uvedena v MEL (Minimum Equipment List).

3.1 Stav letounu

Letoun se v aktuální situaci může nacházet v následujících fázích:

- a) Schopen letu. Tato fáze je pochopitelně z pohledu letecké společnosti a plánování letu nejideálnější z důvodů jak ekonomických, tak i provozních a možnosti letounu nejsou téměř nijak omezeny.
- b) Na zemi v cizí bázi.
- c) V údržbě v cizí bázi.
- d) Na zemi v domovské bázi.
- e) Nepravidelná údržba v domovské bázi.
- f) Dostupný na údržbu v domovské bázi.
- g) Pravidelná údržba v domovské bázi.

Dle výše uvedených jednotlivých stavů letounu je při plánování letů rozhodováno, zda letoun na let může být použit anebo ne.

3.2 Údržba

V případě pravidelné údržby nám systém MRO dá k dispozici i data, kdy bude letoun plánován do údržby a jak dlouho bude přibližně tato údržba trvat.

Pravidelná údržba se provádí buď po určitém počtu jednotlivých cyklů, nebo po určitém počtu letových hodin. Je důležitá především z důvodů zvýšení bezporuchovosti a spolehlivosti letadla, zvýšení hospodárnosti a také sníží celkové náklady na servis a opravy daného letadla.

Druhy údržby:

a) Preventivní údržba (Preventive Maintenance).

Údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a je zaměřena na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu.

b) Údržba po poruše (Corrective Maintenance).

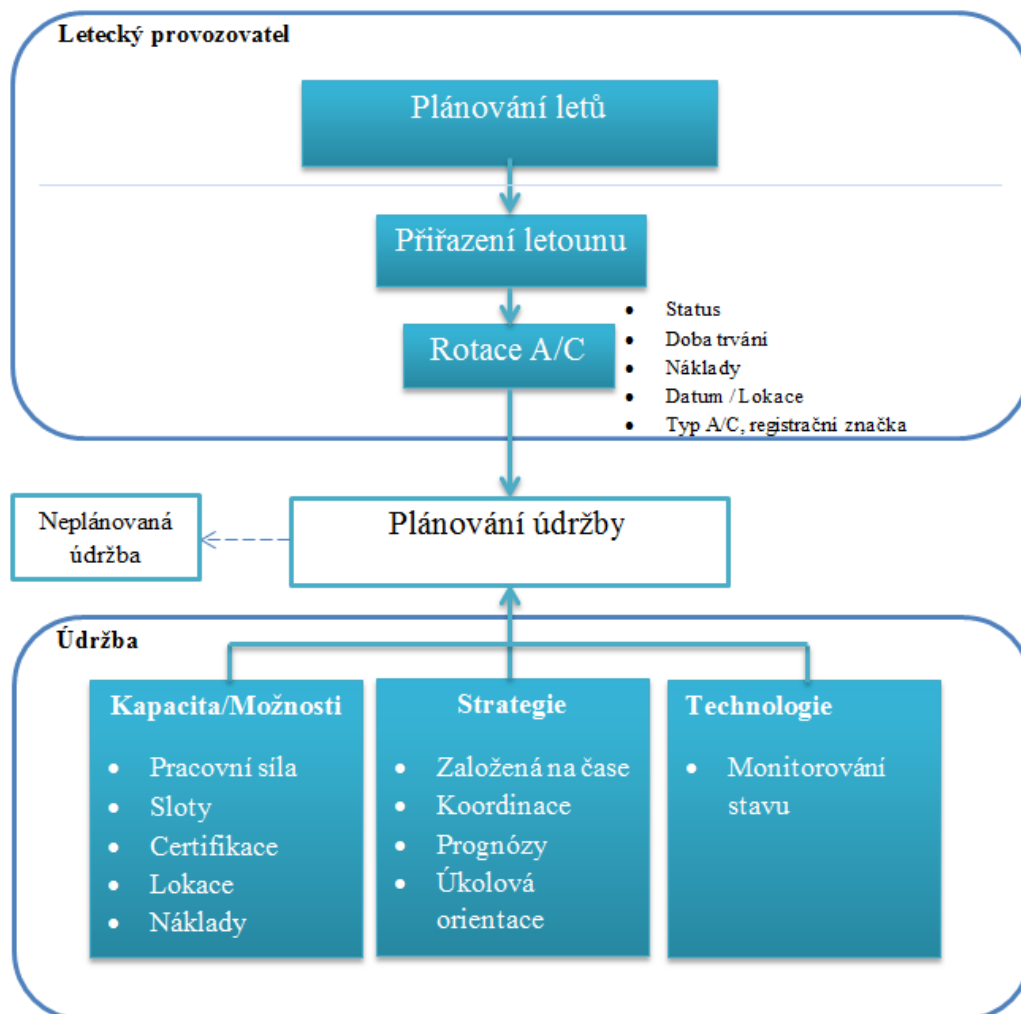
Údržba prováděna po zjištění poruchového stavu a zaměřena na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci.

c) Plánovaná údržba (Scheduled Maintenance).

Preventivní údržba prováděna v souladu se stanoveným časovým plánem.

d) Neplánovaná údržba (Unscheduled Maintenance).

Údržba pro získání údajů o stavu objektu, není prováděna v souladu se stanoveným časovým harmonogramem.



Obrázek 11: Schéma propojení leteckého provozovatele a MRO

3.2.1 Program údržby

Program údržby (Maintenance Program) nastiňuje běžné úkoly pro leteckého dopravce, jelikož pravidelná údržba je nutná pro zachování letové způsobilosti.

Pro každý letoun musí být leteckým provozovatelem zpracován program údržby, který musí být dále schválen příslušným leteckým úřadem v daném státě. Program údržby musí vyhovovat:

- a) Instrukcím vydaným příslušným úřadem
- b) Instrukcím pro zachování letové způsobilosti
- c) Doplnujícími nebo alternativními instrukcím navrženým vlastníkem nebo organizací k řízení zachování letové způsobilosti

Program údržby musí být sestaven v souladu s Aircraft Maintenance Manual (AMM), což je příručka pro údržbu vydaná výrobcem letadla.

3.3 Let s odloženým odstraněním závady

Nedílnou součástí plánování letů je také zohlednění provozu letounu s odloženým odstraněním závady. V minulosti jakákoli závada či nefunkční systém znamenala okamžité vyřazení letounu z provozu, což také obnášelo zpoždění či úplné zrušení letu. Postupem času ale se vzrůstající spolehlivostí jednotlivých systémů a jejich zálohování bylo možno let uskutečnit i s určitými závadami, a tím pádem závada neznamena zpoždění nebo zrušení letu. Avšak pro zachování vysokého stupně bezpečnosti byl vyvinut koncept provozu letounů s odloženým odstraněním závad, který byl založen na *Seznamu minimálního vybavení* (Minimum Equipment List – MEL) a *Seznamu povolených odchylek na draku* (Construction Deviation List – CDL). [9]

Podmínky pro provoz letounu s odloženým odstraněním závady jsou legislativně uvedeny v Mezinárodní úmluvě o civilním letectví v Příloze 6, Provoz letadel (ICAO, Annex 6: Operation of Aircraft), v evropských předpisech jsou požadavky zveřejněny v JAR – MEL / MMEL.

3.3.1 Základní seznam minimálního vybavení (MMEL)

Pro provoz letounu s odloženým odstraněním závady je ovšem nutná existence Základního seznamu minimálního vybavení (Master Minimum Equipment List – MMEL), který je uveden výrobcem letounu a musí být schválen leteckým úřadem v zemi výrobce

v souvislosti s vydáním typového osvědčení letové způsobilosti a jsou v něm obsaženy veškeré položky, z nichž jedna nebo více smí být neschopné provozu na začátku letu, aniž by došlo ke snížení úrovně bezpečnosti letu. Tento seznam minimálního vybavení může být spojován se zvláštními provozními podmínkami, omezeními nebo postupy a musí zahrnovat ty druhy provozu, pro které je typ letounu certifikován. Každý typ letadla má svůj MMEL.

Základní seznam minimálního vybavení (MMEL) musí také stanovit lhůty oprav do čtyř kategorií: [10]

a) Kategorie A:

Lhůta oprav není specifikována, ale závady položek z této kategorie musí být odstraněny v souladu s podmínkami, které jsou stanoveny v MMEL.

b) Kategorie B:

Závady položek z kategorie B musí být odstraněny do tří po sobě následujících kalendářních dnů, do nichž se nepočítá den zjištění.

c) Kategorie C:

Závady položek z této kategorie musí být odstraněny do deseti po sobě jdoucích kalendářních dnů.

d) Kategorie D:

Závady položek z této kategorie musí být odstraněny do sto dvaceti po sobě jdoucích kalendářních dnů.

3.3.2 Seznam minimálního vybavení (MEL)

MEL je dokument, který obsahuje seznam vybavení, jež může být za určitých podmínek při zahájení letu dočasně mimo provoz. Tento dokument sestavuje provozovatel letadla, musí být v souladu s MMEL a schválený příslušným úřadem.

Schválený MEL pak dále slouží leteckému provozovateli jako předpisová základna pro provoz letounu v případě nefunkčnosti systému nebo porouchané součástky. Jeho účelem ale není podpora provozu letadel s neprovozuschopným vybavením. Dále pak MEL

upřesňuje podmínky a délku provozu s neodstraněnou závadou. Neznamená to tedy, že po projevení závady letoun musí zůstat uzemněn až do jejího odstranění, ale provozovatel může za přesně stanovených podmínek a po určitou dobu daný letoun provozovat.

Podobně jako Seznam minimálního vybavení (MEL) musí letecký provozovatel zohledňovat i Seznam povolených odchylek na draku (CDL), který řeší provoz letounu s chybějícím drakovým dílem. Tento seznam je taktéž zpracován výrobcem letounu, odsouhlasen daným leteckým úřadem a je součástí provozní příručky letounu.

Systémy a vybavení, které nejsou uvedeny v seznamu MEL ani CDL, musí být automaticky provozuschopné. Seznam MEL také nemusí obsahovat položky, které na letovou způsobilost letounu nemají vliv, což jsou například systémy a zařízení pro obsluhu a zábavu cestujících.

V případě, že dojde k uplatnění položky z MEL nebo CDL, nesmí být snížena nebo ohrožena bezpečnost letu a taktéž nesmí být neúměrné zvyšování pracovní zátěže posádky letounu.

Při přípravě MELu je provozovatel povinen vzít v úvahu provozní postupy a postupy údržby odkazované v MMELu. Dále pak provozní postupy musí být provedeny při plánování a při provozu s položkou mimo provoz uvedenou v seznamu. Ve většině případech tyto postupy provádí letová posádka, ale i ostatní kvalifikovaný a oprávněný personál může provádět určité činnosti. Za splnění všech postupů bez ohledu na to, kdo je provádí, je avšak zodpovědný provozovatel. Postupy údržby musí být provedeny před provozem s položkou mimo provoz, která je uvedena v seznamu minimálního vybavení.
[10]

Pro každý systém v MEL nebo CDL jsou v Seznamu minimálního vybavení sestaveny jednotlivé položky, které musí obsahovat níže uvedená data: [9]

- a) Označení položky – části systému (dělení dle ATA 100)
- b) Rektifikační interval doba nutná pro odstranění dané závady (části MELu):
Nefunkční položky nebo komponenty, jejichž oprava může být dle MELu odložena

a musí být opravena dle stanovených intervalů (dle MMEL – Kategorie A, B, C a D).

- c) Počet instalovaných systémů: Specifikuje počet položek za normálního provozu.
- d) Počet systémů, které musí zůstat funkční: Obsahuje minimální počet systémů a položek, které musí být schopné provozu.
- e) Provozní postupy, omezení a podmínky pro provoz s danou závadou: Zakazující nebo omezující provoz s určitým počtem nefunkčních položek, určuje podmínky a omezení pro daný let.
- f) Postupy údržby pro provoz s danou závadou

34-NAVIGATION					
1. SYSTEM, SEQUENCE & ITEM NUMBERS	2. RECTIFICATION INTERVALS				MAINTENANCE (M), OPERATIONAL (O), AND PLACARDING (P) PROCEDURES
	3. NUMBER INSTALLED				
	4. NUMBER REQ'D FOR DISPATCH				
	5. REMARKS OR EXCEPTIONS				
34. NAVIGATION					
1. Directional Compass Reference Sensors	B	3	2	(O) May be inoperative provided both PFD Heading Indicating Systems operate independently.	(M) None required.
					(O) Flight crew will ensure that the same IRS is NOT used as the heading source for both pilots.
					(P) An Inoperative Placard will be placed on Mode Select Unit (MSU) and will be noted on ADLS.
2. Attitude Reference Sensors	B	3	2	(O) May be inoperative provided: a) Both PFD Attitude Indicating Systems operate independently, and b) Standby Attitude Indicator is operative.	(M) None required.
					(O) Flight crew will ensure same IRS is NOT used as attitude source for both pilots.
					(P) An Inoperative Placard will be placed on MSU and will be noted on ADLS.
3. Standby Flight Displays 4-in-1 Standby Attitude, Altitude, Airspeed Indicator Heading (Color Video Display)	B	1	0	Except for ER operations, Attitude position indicator may be inoperative provided: a) Operations are conducted in Day VMC only, and b) Operations are not conducted into known or forecast VFR-on-Top Conditions.	(M) None required.
					(O) None required.
					(P) An Inoperative Placard will be displayed in a prominent position to be seen by flight crew and will be noted on ADLS.
a) Standby Air Data Unit (Altitude and Airspeed Function)	C	1	0	May be inoperative provided airplane is operated in day VMC only.	(M) None required.
					(O) None required.
					(P) An Inoperative Placard will be displayed in a prominent position to be seen by flight crew and will be noted on

Obrázek 12: Příklad MEL letounu G550

Po vzniku závady je nutno posoudit, zda daná závada umožňuje let podle podmínek MEL nebo je nutné její odstranění, aby nebyla ohrožena bezpečnost letu. Pokud ale vznikne závada na jiném, než domovském letišti, znamenalo by odstranění závady na tomto letišti značné finanční náklady. Let podle podmínek tedy umožňuje návrat letadla na domovskou

bázi a odstranění závady tam. Je nutno ovšem zohlednit, že uskutečnění letu podle podmínek MEL má taky svá omezení.

3.4 Omezení MELu při plánování letů

a) **Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti (Visual Meteorological Conditions – VMC):**

Meteorologické podmínky, které jsou vyjádřeny dohledností, vzdáleností od oblačnosti a výškou základny nejnižší význačné oblačné vrstvy, které jsou stejné anebo lepší než předepsaná minima. Atmosférické prostředí tedy musí umožňovat provedení letu podle pravidel pro let za viditelnosti platných pro daný let. To však nevylučuje provoz podle pravidel pro let podle přístrojů.

Let dopravních letounů za podmínek viditelnosti může být požadován na základě nefunkčních systémů, jako například „standby altitude indicator“, „standby altimeter“, „standby air data unit“ apod.

b) **Omezení letu v noci:**

Let musí být prováděn z místa vzletu do místa přistání v době mezi 30 minutami před východem slunce a 30 minutami po západu slunce.

Omezení je nařízeno především z důvodu nefunkčních majákových světél, zábleskových světél, přistávacích světél a podobně.

c) **Omezení letové hladiny**

Na základě položky MELu a určitých nefunkčních systémů může dojít k omezení letové hladiny, což také ovlivňuje rychlost letu a tím pádem celkovou dobu trvání letu.

d) Omezení letu nad rozsáhlými vodními plochami

Jedná se o omezení, pokud nejsou v letadle k dispozici kupříkladu rafty anebo jsou mimo provoz. V tomto případě nesmí let nad vodní hladinou probíhat více než 30 minut nebo 100 NM od nejbližšího pobřeží.

e) Omezení v případě ETOPS letu

Provozovatel, který operuje lety dále než 60 minut letu od záložního letiště, musí splňovat požadavek ETOPS (Extended-range Twin-engine Operational Performance Standard). Pro provozování ETOPS letů musí být splněna provozní specifikace a údržbový program podle požadavků pro ETOPS, což zahrnuje i dodatečný výcvik posádek, dispečerů a mechaniků. MEL musí taktéž zohlednit veškeré situace, které mohou během ETOPS letů nastat.

f) Požadavek na palivo

Omezení MELu může taktéž ovlivnit množství paliva v jednotlivých nádržích, což může ovlivnit i dolet letounu a tím pádem je nutno zvážit, zda je daný letoun vhodný na naplánovaný let z hlediska doletu.

g) Meteorologické podmínky:

- **Námraza**

Námraza je jedním z nejvíce nebezpečných meteorologických jevů, jejíž následkem se zhoršují aerodynamické vlastnosti letadel a důsledkem je pak menší vztlak, ztráta rychlosti, vyšší spotřeba pohonných hmot, dále pak může dojít i k poškození motoru po nasátí ledu uvolněného ze vstupního hrdla.

Námraza je definována jako usazování přechlazených oblačných částic a vodních kapek na jednotlivých částech letounu ve formě ledu o různé struktuře při letu v oblacích, mlze, dešti, mrholení či mokřím sněhu.

V případě MELu musí být lety v oblasti námrazy omezeny například v případě nefunkčního vyhřívání pitotovy trubice, „wing overheat warning systems“, wing anti-ice systems“ a podobně.

- **Vlhkost vzduchu**

Vlhkost je základní vlastnost vzduchu a udává, jaké množství vody v plynném stavu (vodní páry) obsahuje dané množství vzduchu.

V případě větší koncentrace vlhkosti vzduchu může být let s MELEM taktéž omezen, kupříkladu s nefunkčností systému „cowl anti-ice pressure indication“ či vyhřívání pitotovy trubice.

4 Model využití MRO dat pro plánování letů

Procesy celého MRO systému se dají rozdělit do dvou částí a to na část fyzickou a část informačního toku. Fyzická část nastává v případě, kdy je letadlo v údržbě, což je tvořeno určitou metodikou, materiálem, stroji a pracovní silou. Informační tok obsahuje řídicí proces, který je založen na plánování a kontrolách. Pro zefektivnění fungování letecké společnosti je důležité co nejlepší propojení a integrace mezi systémy údržby (MRO) a dispečinkem daného leteckého provozovatele na základě přenosu informací, například o letových hodinách a letových cyklech letounu. Pokud bude tato integrace zajištěna, dojde k přenosu informací v reálném čase a také k zajištění požadované kvality.

4.1 Integrace MRO a letových operačních systémů

V tradičním procesu jsou letová data (OUT – OFF – ON – IN) získávána od pozemního personálu, která dále předávají oddělení dispečinku, především prostřednictvím rádia, telefonu nebo e-mailové komunikace, a následně jsou vložena do informačního systému letecké společnosti. S příchodem nových letových operačních systémů v roce 2008 začal pozemní personál vkládat získaná data přímo na webové rozhraní systému, které okamžitě aktualizovaly status letu v letovém operačním systému.

Propojení systémů MRO a letových operačních systémů by rozhodně zjednodušilo a více zefektivnilo práci obou uvedených stran.

4.1.1 Integrace z pohledu MRO systémů

V případě propojení systémů MRO s letovými operačními systémy by organizace MRO měly v reálném čase přehled a jednoznačnou informaci o daném letounu, počtu jeho letových hodin, letových cyklech, stavu a podobně, což by usnadnilo a upřesňovalo termín plánované údržby, tím pádem by se celý proces údržby letounu ještě se více zefektivnil

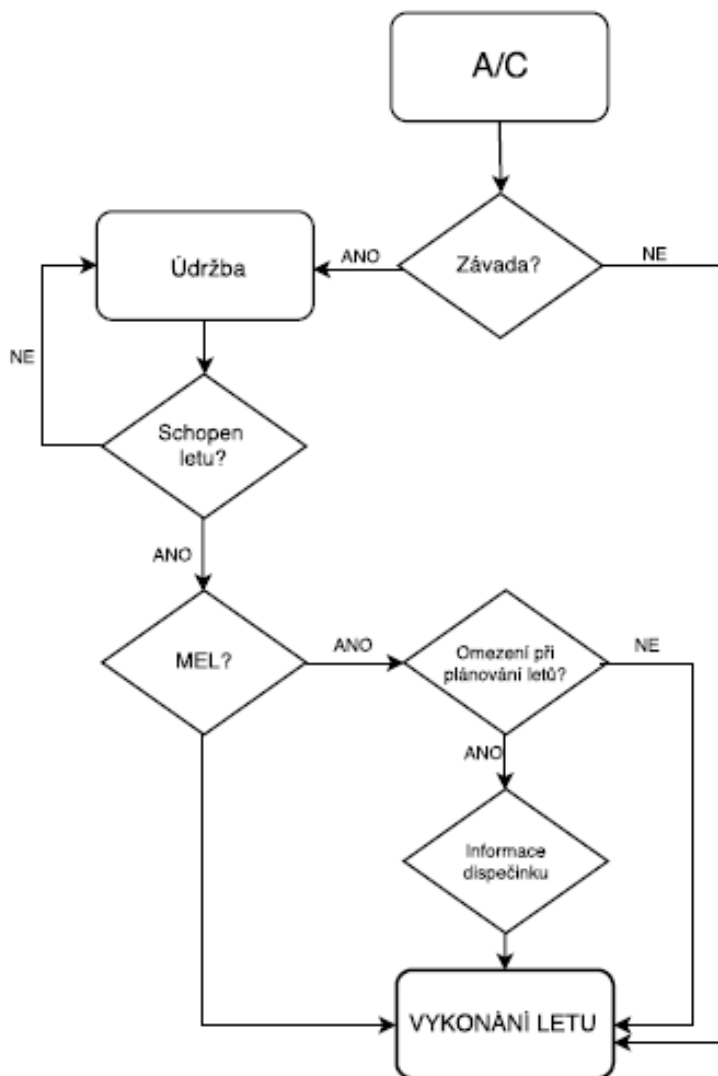
a došlo by k lepšímu využívání zdrojů, což by samozřejmě přineslo i nemalou úsporu finančních prostředků pro leteckého provozovatele.

Mezi výhody propojení letových operačních systémů a systémů MRO lze především zařadit lepší optimalizaci plánování a prognostiku spotřeby jednotlivých komponentů a materiálů na základě přehledu o aktuálním počtu letových cyklů a letových hodin letounu a včasné zajištění potřebného materiálu a komponentů. Tím dojde ke značnému snížení doby opravy (Turnaround Time – TAT), což také souvisí se snížením finančních nákladů na údržbu ze strany letecké společnosti. Toto také přináší zvýšení zisku pro organizace MRO díky kratšímu času letounu v údržbě.

4.1.2 Integrace z pohledu leteckého provozovatele

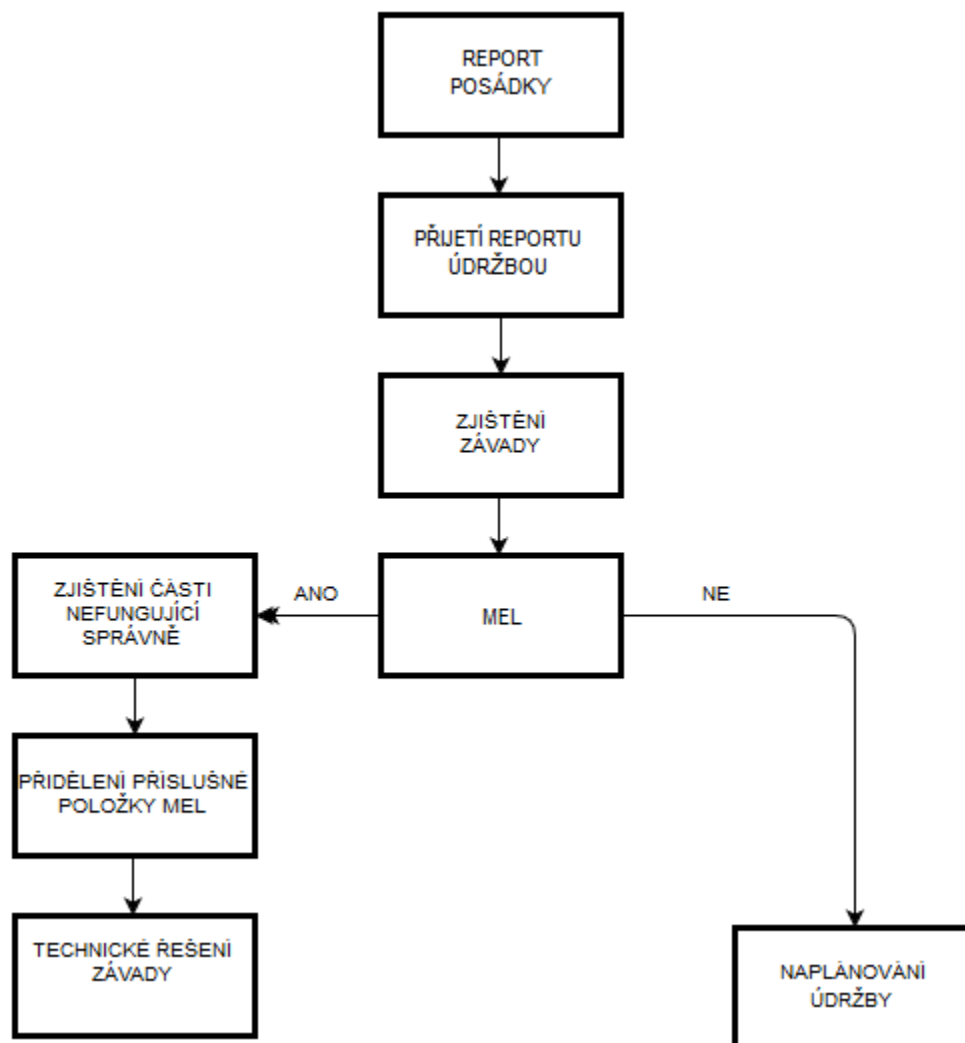
Na druhou stranu z pozice dispečinku letecké společnosti, kdy by automaticky obdrželi informaci ohledně naplánované pravidelné údržby letadla od dané MRO organizace s určitým s časovým předstihem a měli by aktuální přehled, kdy a na jak dlouhou dobu letoun nebude k dispozici pro lety nebo by sami letoun naplánovali do údržby na termín, kdy by pro něj nebylo využití.

Na níže uvedeném diagramu je zobrazeno schéma provedení letu v případě závady.



Obrázek 13: Diagram provedení letu

O něco složitější situace nastává, pokud je letoun mimo provoz neplánovaně, uzemněno, tedy AOG (Aircraft on Ground) či sice může být v provozu, ale pod určitým omezením MELu. V případě položky MELu může být tato okolnost pro dispečink a tím pádem pro postup plánování letů více komplikovanější, z hlediska různých limitů a omezení, která jsou již uvedena v předchozí kapitole. Dispečink by tedy dostal okamžitě a v reálném čase informaci o stavu letounu a ihned by mohl zohlednit různá omezení pro naplánování a taktéž i provedení letu.



Obrázek 14: Proces určení MELu

Na výše uvedeném obrázku je zobrazen proces nefunkční položky nebo systému letounu. Údržba musí po přijetí hlášení od posádky o závadě na letounu provést zjištění příčiny a rozsah závady. Na tomto základě pak dle Základního seznamu minimálního vybavení (MMEL) zhodnotí, zda je letoun schopen letu s určitým omezením pod MEL, nebo letu schopen není, a v tomto případě dojde k co nejbližšímu termínu naplánování údržby. Pokud tedy letoun bude schopen letu s položkou MEL, musí dojít k zjištění přesných částí nebo systémů, které nefungují správně, přidělení jednotlivé položky MELu a taktéž k řešení odstranění dané závady.

Je také potřebné co nejrychlejší předání informace operační kontrole, zda je závada odstranitelná hned, nebo je možné následný let uskutečnit s MELem, nebo je nutné letadlo zneschopnit, což umožňuje letecké společnosti flexibilně reagovat na vzniklé nepravidelnosti a eliminovat jejich dopady na ekonomiku provozu.

Letecký provozovatel se může v některých případech vyhnout způsobené závadě, a tím nepravidelné údržbě, na základě prognózy výskytu vad na letounu díky systému „Structural Health Monitoring“. Tento systém zajišťuje diagnostické a prognostické informace a taktéž uvádí pravděpodobnost opotřebení jednotlivých komponentů na letounu.

Propojením těchto dvou systémů neznamená pouze výhody pro dispečink leteckého provozovatele nebo MRO organizaci, ale také pro celou leteckou společnost, jelikož snížení doby oprav na plánované nebo neplánované údržbě vede ke zvýšení využití letounů. To vede například k zavedení nových destinací anebo ke zvýšení frekvence letů do jednotlivých destinací. Tím, že došlo ke snížení doby opravy a zvýšení využití letounů, se taktéž odráží na vyšších finančních výnosech.

4.1.3 Rozhraní mezi MRO a letovými operačními systémy

Níže uvedený obrázek znázorňuje vzájemné propojení a sdílení dat mezi MRO systémem a letovým operačním systémem. Systém MRO poskytuje aktuální informace letovému operačnímu systému o MELu, plánované a neplánované údržbě. Naopak letový operační systém sdílí informace o počtu letových hodin a letových cyklů, na jejichž základě může daná MRO organizace plánovat údržbu letounu.



Obrázek 15: Propojení mezi MRO a letovým operačním systémem

Aby vůbec mohlo dojít k takovému sdílení informací v reálném čase je potřeba, aby byl propojen především software MRO organizace a operačním systémem letecké společnosti. Toto by bylo možné ze dvou hledisek a to:

- a) Vlastní software letového operačního systému od jednotlivé MRO organizace
- b) Propojení MRO systému s letovým operačním systémem cizí společnosti

V případě rozšíření portfolia služeb ve směru tvorby vlastního letového operačního systému ze strany poskytovatele MRO software (např. AMOS, Ramco atd.) by byl jistě určitý zájem leteckých provozovatelů. To avšak obnáší nemalé finanční náklady na výzkum a vývoj dalšího odvětví již tak sofistikovaného systému. Dále pak i z hlediska leteckých společností by přechod na nový letový operační systém znamenal ze začátku určité nevýhody. Pominou-li se značné finanční investice na koupi nového systému, je třeba řádné zaškolení zaměstnanců společnosti, instalace nového softwaru na všech počítačích, přesunutí všech

důležitých existujících dat a samozřejmě je třeba počítat také s tím, že téměř při přechodu na každý nový systém se ze začátku tvoří chyby a nejasnosti v systému.

Pokud by došlo pouze k softwarovému propojení již existujícího letového operačního systému se systémem MRO, znamenalo by to jistě mnohem menší finanční náklady, nebyla by potřeba tvorby úplně nového softwaru a taktéž zaškolení zaměstnanců by bylo minimální. Na druhou stranu by zde byla ale potřebná komunikace mezi vývojáři daného letového operačního systému a vývojáři systémů MRO.

4.1.4 Letoun jako zdroj informací

Jako důležitý zdroj informací pro co nejpřesnější rozraní systému MRO a leteckého provozovatele je potřeba zmínit i samotný letoun. Ten má schopnost právě díky datalinku vysílat prostřednictvím satelitu informace o aktuálním stavu letounu za letu a neprodleně je předávat pozemním stanovištím.

K přenosu informací letadlo – země prostřednictvím systému ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) dochází již od roku 1978. V posledních letech došlo k vytvoření přesných systémů pro monitorování letu, které mají schopnost především monitorování letu, analýzu fungování nepřeborného množství systémů na palubě letounu či zaslání informací potenciálního problému pozemnímu personálu v reálném čase prostřednictvím satelitní technologie.

Jakmile systém identifikuje neobvyklý parametr nebo kombinaci nezvyklých parametrů, vygeneruje jej a vyšle upozornění pozemní stanici (leteckému provozovateli) prostřednictvím e-mailové komunikace. To umožňuje dostupnost informace o stavu letounu stanicím údržby (MRO) ještě před jeho přistáním, tím pádem má organizace MRO více času na přípravu určitého náradí, dílů, pracovní síly a uvolnění místa v hangáru. V důsledku toho jsou sníženy a redukovány náklady na další zpoždění daného letadla.

Tyto uvedené monitorovací systémy dávají leteckým provozovatelům možnost sledování letounu za letu, předpokládat možné poruchy a také plánovat údržbu. Dále pak působí jako systém včasného varování, odhalení prvních náznaků potenciálních problémů. Ve

výsledku mohou letecké společnosti snížit prostoje letadel a zpoždění letů kvůli neplánované údržbě, zvýšit dodržování standardních pracovních postupů a také zvýšit účinnost zisku díky tomuto včasnému hlášení.

Na konci každého letu vyšle systém automaticky řadu zpráv pro různé útvary v rámci letecké společnosti a organizace údržby. Formátované zprávy jsou zasílány ve formátu PDF prostřednictvím e-mailu a taktéž jsou k dispozici prostřednictvím zabezpečeného internetového portálu.

Systémy pro monitorování letů taktéž podporují sledování letu v reálném čase prostřednictvím satelitní komunikace a leteckému provozovateli odesílá hlášení o poloze dle požadované frekvence. Parametry pro zasílání informací jsou především:

- Hlášení o poloze – datum / čas
- Registrační značka letounu / Číslo letu
- Zeměpisná šířka
- Zeměpisná délka
- Výška
- Rychlost
- Trať



Tail Number: OKABC
Status: InFlight
Departed: LFPB - LE BOURGET
Departed at: 05-Nov-2015 09:18 UTC / 05-Nov-2015 10:18 LCL
Destination: LKPR - RUZYNE
ETA: 05-Nov-2015 10:43 UTC / 05-Nov-2015 11:43 LCL
Altitude: 41,000 ft
Last Report: 05-Nov-2015 10:05 UTC

Obrázek 16: Hlášení o poloze – vzor

4.2 Informační toky

V případě propojení systémů letoun – letecký provozovatel – organizace MRO, musí být dokonale propojeny informační toky mezi uvedenými stranami.

Přenos informací může být zajištěn:

- a) Letoun – Operační oddělení letecké společnosti
- b) Operační oddělení letecké společnosti – Organizace MRO
- c) Letoun – Organizace MRO

A. Letoun – Operační oddělení letecké společnosti

V případě přenosu informací mezi letounem a pozemním personálem letecké společnosti dochází k přenosu informací následovně:

Z letadla do Letecké společnosti (oddělení dispečinku):

- Automatické hlášení o poloze za letu (poloha dle GPS souřadnic, výška, rychlost, destinace, čas vzletu, předpokládaný čas přistání)
- Informace z Palubního / Technického deníku (Journey Log / Tech Log Book) po ukončení letu – přesný stav letových hodin a počet přistání
- Automatické hlášení za letu o možné závadě na letounu

Z letecké společnosti do Letadla:

- Informace o přeplánování za letu (NOTAMy, počasí)

B. Operační oddělení letecké společnosti – Organizace MRO

Při informačních tocích mezi Operačním oddělením leteckého provozovatele a organizací MRO dochází k následným informačním tokům uvedených níže.

Ze strany Operačního oddělení k MRO organizaci:

- Stav letounu – počet letových hodin a letových cyklů
- Aktualizovaný plán letů každého jednotlivého letadla na určité časové období (kdy může být letoun plánován do údržby)
- Potvrzení případné plánované / neplánované údržby či letu dle MEL

Z MRO organizace do Operačního oddělení:

- Termín plánované údržby a co nejpřesnější doba jejího trvání, aktualizace informací
- Informace o neplánované údržbě a době jejího trvání
- Informace o aktuálním stavu letounu v údržbě
- Informace o MEL
- Pre-flight report (informace, po kolika letových hodinách či přistáních musí být letoun naplánován do údržby)

C. Letoun – Organizace MRO

Mezi letounem a organizací MRO může taktéž docházet k informačnímu toku a to především jen z letounu k systému MRO následovně:

Z letounu do Organizace MRO:

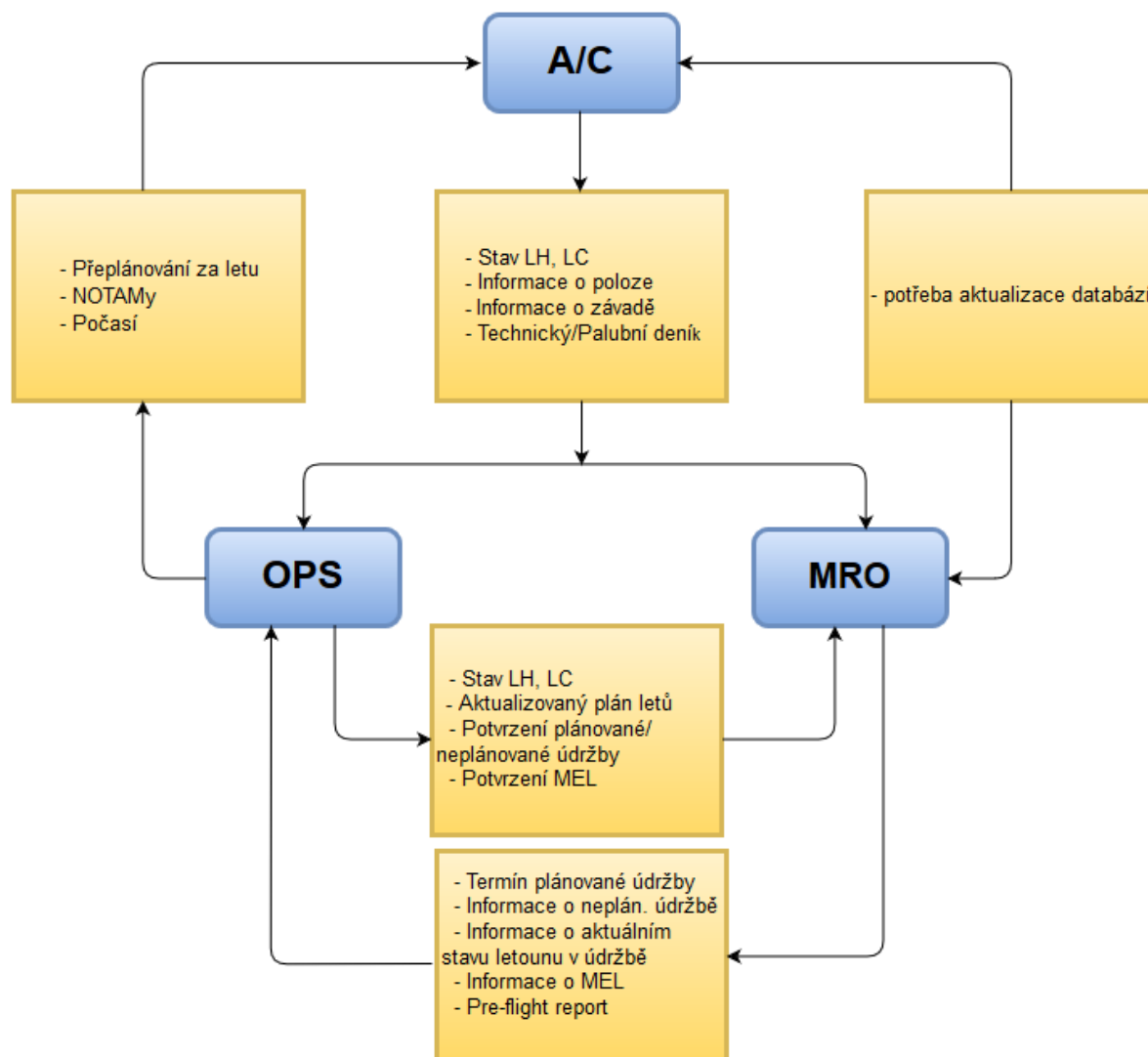
- Aktuální stav letových hodin a letových cyklů
- Přesný čas do přistání (v případě naplánované údržby v destinaci)
- Upozornění na poruchu letounu či jeho části za letu

Organizace MRO – Letoun:

- Potřeba aktualizace databází

Propojení těchto tří systémů a zajištění přenosu přesných informací v reálném čase zajistí efektivní chod všech uvedených složek. Letecká společnost bude mít přehled o aktuálním pohybu letounu, organizace MRO o stavu letových hodin a letových cyklů a v případě poruchy se o této skutečnosti dozví téměř okamžitě prostřednictvím satelitního přenosu informace z letounu, tudíž dojde k naplánování a přípravě údržby ještě před tím, než letoun přistane, což výrazně zkrátí čas opravy a tím dobu stání letounu na zemi. Tato skutečnost je samozřejmě výhodná i pro leteckého provozovatele.

Níže uvedený diagram graficky znázorňuje propojení všech informačních toků v rámci uvedených systémů (Letoun, operační oddělení a MRO).



Obrázek 17: Diagram propojení A/C, OPS a MRO

4.3 Propojení s ERP

Pro leteckého provozovatele by samozřejmě bylo výhodné propojení nejen plánovacích systémů, ale i celopodnikový systém se systémem MRO. Tento celopodnikový informační systém neboli Plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource System – ERP) je označení systému, jímž letecká společnost za pomoci počítače řídí a integruje všechny nebo alespoň většinu oblastí své činnosti.

Celopodnikový informační systém (ERP) zahrnuje širokou škálu činností a to letové operace, správu letového parku, nástroj pro tvorbu poptávky charterových letů, přehled o prázdných přeletech, plánování posádek, portál pro posádky, správa carga, účetnictví a finance, řízení lidských zdrojů, optimalizace součinnosti posádky (CRM – Crew Resource Management), audit, marketing, rezervace letenek a podobně. Pro každý uvedený útvar je potřebná vlastní aplikace dle jeho vlastních potřeb.

Výhoda těchto celopodnikových informačních systémů spočívá především v propojení všech oddělení v rámci letecké společnosti a tím i mnohem snadnější a přesnější přenos určitých informací v rámci letecké společnosti, což také znamená redukci nákladů.

4.4 Finanční analýza

Pokud by došlo k propojení všech uvedených systémů, tedy MRO, letounů a informačního systému leteckého provozovatele, znamenalo by to především pro leteckou společnost úsporu nemalých finančních nákladů a to právě díky přibližně 5 % nárůstu provozní účinnosti systémů a přibližně 0,5 % úspory celkových nákladů letecké společnosti. Nelze přesně vyčíslit finanční úspory z důvodu rozdílné velikosti letadlových flotil daných společností, proto hovoříme řádově o 0,5 % úspory z celkových nákladů společnosti v závislosti na ostatních finančních aspektech a míře integrace systému MRO do systému letecké společnosti.

5 Požadavek na interface mezi MRO a operačním systémem leteckého provozovatele

Aby vůbec mohlo dojít k propojení systémem MRO a daným systémem letecké společnosti by měly nejprve letecké společnosti a organizace MRO dosáhnout zlepšení a větší efektivity funkce svých vlastních procesů, uvedených níže.

Letecká společnost by měla:

- a) Optimalizovat letový řád
- b) Zavést nový koncept plánování ke zvýšení pravidelnosti a přesnosti jednotlivých linek
- c) Zlepšit komunikaci v rámci celé společnosti i mimo ní

Splněním těchto výše uvedených bodů může letecká společnost dosáhnout přesnosti, pravidelnosti, bezpečnosti a samozřejmě větší ziskovosti.

Požadavek z pohledu údržby (organizace MRO):

- a) Zavedení nového konceptu (úkolově orientovaných kontrol) k provedení jednotlivé údržby
- b) Vyčlenění specifické oblasti služeb ke zlepšení celkové účinnosti
- c) Implementace nových systémů a procesů pro zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti.

Pokud výše uvedené body daná MRO organizace splní, může dosáhnout požadované bezpečnosti, efektivity nákladů a také spolehlivosti letounů.

Tyto kroky sice vedou jak k optimalizovanému internímu procesu, tak posléze i ke snadnějšímu propojení obou uvedených stran (MRO organizace a informační systém dané letecké společnosti).

5.1 Propojení dispečinku a MRO

Jakmile dojde k propojení dispečinku a organizace MRO po veškeré technické stránce, fyzickém propojení obou systémů, je na řadě stránka informační. Jak již bylo zmíněno, dispečink letecké společnosti musí být informován o každém důležitém kroku organizace MRO a obráceně. Přenos informací tedy musí být jednoznačný a taktéž musí probíhat v reálném čase.

5.1.1 Plánování standardních kontrol

Při plánování běžných prohlídek je postup poměrně jednoduchý, dispečink nebo organizace údržby (MRO) naplánuje termín požadované kontroly, které zadá do společně propojeného systému. Tato informace je následně předána druhé straně, která ji přijme. V informačním systému se letoun a prostory v hangáru údržbové organizace tedy zarezervují na termín domluvené kontroly. Po skončení kontroly v plánovaném termínu obdrží oddělení dispečinku informaci o úspěšném provedení prohlídky a popis provedených prací na letounu.

V tabulce níže je uveden příklad, kdy dispečink naplánuje dvě kontroly ve dvou dnech po sobě jdoucích. Jakmile organizace údržby obdrží tento požadavek, zašle dispečinku potvrzení o přijetí této informace a dále pak informuje leteckého provozovatele o aktuálním stavu prohlídek a jejich dokončení v reálném čase.

Popis	Kontrola plánování	Využití hangáru
<p>1 Oddělení dispečinku naplánovalo 2 kontroly (A1 a A2) určitých částí ve dvou dnech. Informace je předána údržbě. Údržba je naplánovaná na požadované kontroly.</p>	<p>Dispečink</p> <p>A1 <input type="text"/></p> <p>A2 <input type="text"/></p> <p>Údržba</p> <p>A1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>A2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Hangar</p>
<p>2 Údržba dokončí A1-check v prvním plánovaném dnu. Dispečink obdrží informaci o dokončení A1-Check</p>	<p>Dispečink</p> <p>A1 <input type="checkbox"/></p> <p>A2 <input type="text"/></p> <p>Údržba</p> <p>A1 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>A2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Hangar</p>
<p>3 Údržba dokončí úkoly A2-Check ve druhém dni plánované údržby. Dispečink obdrží zprávu o dokončení A2-Check.</p>	<p>Dispečink</p> <p>A1 <input type="checkbox"/></p> <p>A2 <input type="checkbox"/></p> <p>Údržba</p> <p>A1 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>A2 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Hangar</p>

Tabulka 7: Plánování standardních kontrol

5.1.2 Koordinace při neplánovaných událostech

Koordinace spolupráce při neplánované údržbě je o něco složitější, neboť tuto událost nelze předem predikovat. Po reportu posádky nebo členů údržby o nefunkčních částech či nesprávně fungujících systémech identifikuje organizace MRO problém a naplánuje co nejbližší termín opravy a informuje dispečink letecké společnosti. Po úspěšném ukončení opravy je opět oddělení dispečinku letecké společnosti informován o této skutečnosti a letoun může být použit na let.

Popis	Popis práce
<p>1 Údržba Identifikuje problém, který má být vyřešen a zajistí termín opravy.</p>	
<p>2 Oddělení dispečinku Nemůže požadovaný letoun použít na daný let.</p>	
<p>3 Údržba Zajistí problém v požadovaném termínu opravy.</p>	
<p>4 Oddělení dispečinku Letoun bude k dispozici v požadovaný termín.</p>	<pre> graph TD subgraph Dispečink A[Ověření požad. slotu] --> B[Požadavek dřívější opravy] B --> C[Letoun k dispozici] end subgraph Údržba D[Detekce problému] --> E[Obdržení požadavku] E --> F[Oprava poruchy] end D --> A B --> E </pre>

Tabulka 8: Koordinace při neplánovaných událostech

5.1.3 Koordinace při neplánovaných událostech - MEL

Určité poruchy či části systému letounu ovšem použití letounu na let ohrozit nemusí a to díky právě již zmíněnému seznamu minimálního vybavení (MEL – Minimum Equipment List).

5.2 Využití potenciálu

Využití potenciálu při propojení dispečinku se systémem MRO ale vyžaduje nastavení čtyř klíčových oblastí každého subjektu a to:

a) **Procesy**

K dosažení co nejefektivnějších procesů je potřebná harmonizace toku práce mezi oddělením dispečinku a oddělením údržby.

b) **Organizace**

Je potřebná především identifikace, přizpůsobení se a stanovení společných cílů.

c) **Informace**

Zavedení komunikačních postupů pro vytvoření totožného souboru na obou stranách.

d) **Lidé**

Integrace zaměstnanců k realizaci požadované optimalizace celého procesu.

5.3 Definování požadavků

Definování požadavků lze rozdělit do dvou základních částí, a to:

a) Systémové požadavky

b) Provozní požadavky

Z hlediska **systémových požadavků** je kladen především důraz na výkonnost a spolehlivost systému.

Mezi **provozní požadavky** lze zařadit:

- *Srozumitelnost poskytované informace:*
Informace musí být zaslána srozumitelně, aby byla pochopitelná i pro přijímající stranu.
- *Přesnost informace:*
Nutné je, aby informace byla přesná, aby nedocházelo k případným nedorozuměním, které jsou náročné jak na čas, tak i na finance.

- *Důvěryhodnost informace:*
Informace musí být taktéž důvěryhodná a pravdivá.
- *Dostupnost informace:*
Přijátá informace musí být dostupná všem zainteresovaným stranám, pro které by mohla být důležitá.
- *Jednoznačnost informace:*
Je potřebné, aby přijátá informace byla jednoznačná, jinak by mohlo dojít k nedorozuměním nebo ke špatnému vyložení.
- *Přesnost v reálném čase:*
Informace musí být také přenesena v aktuálním čase od chvíle, kdy je obdržena.

S provozními aspekty jsou spojeny výše uvedené body, které mají za úkol při propojení systému MRO se systémem leteckého provozovatele jednoznačně definovat daný problém a odeslat jej příjemci v reálném čase.

6 Závěr

Díky stálému růstu počtu dopravních letadel a rozrůstajících se leteckých společností mají systémy MRO v dnešní době i do budoucna veliký potenciál, jelikož jsou stále kladeny i větší nároky na údržbu. Ty mohou zajistit právě již zmíněné organizace MRO, které se postupně vyvíjí s rozvojem leteckých společností.

Aby spolupráce mezi organizacemi MRO a oddělením dispečinku leteckého provozovatele byla co nejvíce efektivní a co nejméně finančně náročná, je potřeba zajištění kvalitního přenosu informací mezi oběma stranami v reálném čase. Je tedy požadováno, aby organizace MRO informovala leteckého provozovatele o aktuálním stavu letounu v údržbě, termínu naplánované údržby, termínu dokončení údržby, o neplánované údržbě nebo o závadě, se kterou je možno provést let v souladu se Seznamem minimálního vybavení (MEL). Na druhou stranu by letecký provozovatel informoval organizaci MRO o aktuálním počtu letových hodin a letových cyklů.

Předané informace mezi oběma stranami tímto sníží dobu komunikace a doby opravy letounu v údržbě, také mohou zabránit případnému nedorozumění. Nedílnou součástí výhod propojení MRO systémů a letových operačních systémů je informace pro plánovací oddělení v případě závady ze Seznamu minimálního vybavení, kdy letoun pro let může být použit při stanovení určitých podmínek (let ve dne, maximální možná letová hladina, omezení v případě ETOPS letu a podobně).

Dle mého uvážení, věřím, že propojení systémů MRO a letových operačních systémů nebude jen vzdálenou budoucností, ale že brzy dojde ke vzájemnému propojení těchto dvou uvedených systémů a že časem nastane úplné propojení celého systému organizace MRO a celopodnikového informačního systému leteckého dopravce, čímž by docházelo k automatickému přenosu všech důležitých informací v oblasti požadované údržby, což by mělo za následek efektivnější plánování. V celkovém důsledku by to znamenalo ekonomickou úsporu pro letecké dopravce. Letečtí dopravci jsou si vědomi faktu, že pokud letounu neoperuje ve vzduchu, je ztrátový. Díky tomuto systému lze s vysokou přesností naplánovat povinnou údržbu takřka se 100 % přesností. V současné době, kdy je

konkurence leteckých přepravců velká a jediným kritériem je cena, znamenalo by to teoretické zefektivnění, které by umožňovalo společnosti snížit cenu a tím být pro odběratele zajímavým obchodním partnerem.

Seznam použitých zdrojů

- [1] AYENI, P., T. BAINES, H. LIGHTFOOT a P. BALL. *State-of-the-art of "Lean" in the Aviation Maintenance Repair Overhaul Industry* [online]. United Kingdom, 2011, 2011-11-30 [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: <http://core.ac.uk/download/pdf/9598228.pdf>
- [2] Global MRO Market Economic Assessment: Air Transport. *www.arsa.org* [online]. United States: ICF SH & E, Inc., 2013, 2013-03-30 [cit. 2014-08-22]. Dostupné z: <http://arsa.org/wp-content/uploads/2013/04/2013MROStudy.pdf>
- [3] Global MRO Market Economic Assessment: Air Transport. *www.arsa.org* [online]. United States: TeamSAI, Inc., 2014, 2014-01-30 [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: <http://arsa.org/wp-content/uploads/2014/03/ARSA-TeamSAI-EconomicReport-20140307.pdf>
- [4] COHEN, Morris A. a Jan-Henning WILLE. *Implications for Service Parts Management in the Rapidly Changing Aviation MRO Market* [online]. Hamburg, Germany, 2006, 2006-01-30 [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: http://opim.wharton.upenn.edu/fd/forum/pdf_2006/mro_cohenwille.pdf
- [5] REOPEL, Michael. *Smarter MRO: 5 strategies for increasing speed, improving reliability, and reducing costs - all at the same time* [online]. United States, 2012, 2015-02-05 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/reyyandemir/2012-smartermro-deloittereyyandemir>
- [6] *MRO IT market suppliers survey* [online]. United Kingdom: Aircraft Commerce, 2008, 2010-10-08, 2008(56) [cit. 2014-04-18]. ISSN 1463-1873. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/139050562/Aircraft-Commerce-MRO-IT-Survey>
- [7] *Swiss Aviation Software* [online]. Switzerland: Swiss Aviation Software Ltd., 2014, 2014-06-25 [cit. 2014-09-14]. Dostupné z: <http://www.swiss-as.com>
- [8] *Ramco Systems* [online]. India: Ramco Systems, 2014, 2014-01-21 [cit. 2014-09-19]. Dostupné z: <http://www.ramco.com>
- [9] VOLNER, Rudolf a kol. *Flight Planning Management*. První. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2007. ISBN 978-80-7204-496-2.

- [10] *Letecký předpis: JAR-MMEL/MEL /Základní seznam minimálního vybavení a seznam minimálního vybavení/*. In: . ČR: Úřad pro civilní letectví, 2005, číslo 345/2006-220-SP/2.
- [11] DANERI, Gustavo. Aircraft Maintenance Management and Control Software Systems do not require long implementation schedules. *Aircraft IT MRO*. United Kingdom: Aircraft Commerce, 2011, **2011**(1): 24-27. ISSN 1463-1873.
- [12] SHEOREY, Vivek. What works for Sheorey Digital Systems. *Aircraft IT MRO*. United Kingdom: Aircraft Commerce, 2012, **2012**(2): 34. ISSN 1463-1873.
- [13] MOURA DE LUCENA, Fernando. BoB and ERP: Working together, IT works. *Aircraft IT MRO*. United Kingdom: Aircraft Commerce, 2011, **2011**(2): 12-17. ISSN 1463-1873.
- [14] SAMPIGETHAYA, K., R. POOVENDRAN a L. BUSHNELL. Secure Operation, Control, and Maintenance of Future E-Enabled Airplanes. *Proceedings of the IEEE* [online]. Canada: IEEE, 2008, 2009-01-30, **96**(12): 1992 - 2007 [cit. 2015-10-21]. ISSN 0018-9219. Dostupné z:
http://ieeexplore.ieee.org/ieee_pilot/articles/96jproc12/jproc-KSampigethaya-2006123/article.html
- [15] HANSMAN, R. John. The Impact of Information Technologies on Air Transportation. *Citeseerx* [online]. USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2005, 2012-09-20 [cit. 2015-08-21]. Dostupné z:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.8075&rep=rep1&type=pdf>
- [16] STANDERSKI, J. a K. STATLER. Harnessing the power of aviation's information age. *Rockwell Collins* [online]. USA: Rockwell Collins, 2015, 2015-03-30 [cit. 2015-09-13]. Dostupné z:
https://www.rockwellcollins.com/Services_and_Support/~/_media/2AAE394F7C4E4A949CA34BBC2420E8E7.pdf
- [17] GAIL F., Butler a Keller MARTIN R. *Handbook of Airline Operations*. 1. United States: Aviation Week, 2000. ISBN 978-0079823861.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Druhy opravy pro MRO organizace [2]	16
Tabulka 2: Příklady jednotlivých MRO organizací [1]	17
Tabulka 3: Traťová údržba [3].....	18
Tabulka 4: Údržba draku letadla [3]	20
Tabulka 5: Údržba motoru [3]	20
Tabulka 6: Údržba komponentů [3].....	22
Tabulka 7: Plánování standardních kontrol	68
Tabulka 8: Koordinace při neplánovaných událostech.....	69

Seznam obrázků

Obrázek 1: Integrovaný MRO proces [5]	25
Obrázek 2: Schéma DAIMAC	32
Obrázek 3: Pracovní prostředí AMOS [7]	33
Obrázek 4: Moduly systému AMOS [7].....	35
Obrázek 5: Rozsah služeb programu Ramco Systems [8].....	36
Obrázek 6: Příklad OFP.....	38
Obrázek 7: MTOW a bezpečné rychlosti rozhodnutí, rotace a rychlosti vzletu.....	40
Obrázek 8: MLM při přistání.....	41
Obrázek 9: Vzor Loadsheetu	42
Obrázek 10:Vzor podaného letového plánu ve formě zprávy FPL	43
Obrázek 11: Schéma propojení leteckého provozovatele a MRO	46
Obrázek 12: Příklad MEL letounu G550.....	50
Obrázek 13: Diagram provedení letu.....	56
Obrázek 14: Proces určení MELu.....	57
Obrázek 15: Propojení mezi MRO a letovým operačním systémem.....	59
Obrázek 16: Hlášení o poloze – vzor.....	61
Obrázek 17: Diagram propojení A/C, OPS a MRO.....	64

Seznam grafů

Graf 1: Prognóza počtu letadel v letech 2015 - 2025 [3].....	26
Graf 2: Globální prognóza MRO v letech 2015 - 2025 [3]	28
Graf 3: Skladba podle klasifikace letadla v letech 2015 - 2025 [3].....	29