

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Dopad závadovosti letecké techniky na leteckou dopravu
Bc. Jiří Kolář

Diplomová práce
2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří KOLÁŘ**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**

Název tématu: **Dopad závadovosti letecké techniky na leteckou dopravu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika vývoje a rozvoje systému letecké dopravy
2. Faktory působící na závadovost letecké techniky a jejich vliv na leteckou dopravu
3. Zhodnocení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky
4. Návrh opatření na snížení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky


Závěr

Rozsah grafických prací:	dle doporučení vedoucí
Rozsah pracovní zprávy:	50 - 60 stran
Forma zpracování diplomové práce:	tištěná
Seznam odborné literatury:	
dle pokynů vedoucí práce	

Vedoucí diplomové práce:	Ing. Helena Brajerová, Ph.D. Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky
Datum zadání diplomové práce:	30. listopadu 2007
Termín odevzdání diplomové práce:	26. května 2008


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

dne *30. 11. 2007*

Souhrn

Práce se zaměřuje na dopad závadovosti letecké techniky na leteckou dopravu. Charakterizuje vývoj a rozvoj systému letecké dopravy. Popisuje faktory působící na závadovost letecké techniky. Zhodnocuje ztráty způsobené závadovostí letecké techniky a navrhuje opatření na snížení ztrát způsobených zpožděním letu v důsledku závadovosti.

Klíčová slova

letecká doprava; letecký dopravce; závadovost letecké techniky; údržba letecké techniky; ztráty způsobené závadovostí letecké techniky; finanční ztráty; zpoždění letu

Title

The fallout of aircraft technics failures on air transport

Abstract

The work focuses on the fallout of aircraft technics failures on air transport. The work characterizes air transport system development and describes factors which influence air technics failures. The thesis evaluates losses caused by air technics failures and suggests precaution for losses reduction caused by flight delays.

Keywords

air transport; air operator; aircraft technics failures; aircraft technics maintainance; losses caused by air technics failures; financial losses; flight delay

OBSAH

Úvod	6
1. Charakteristika vývoje a rozvoje systému letecké dopravy	8
1.1 Postavení letecké dopravy ve světě	9
1.1.1 Deregulace letecké dopravy	11
1.1.2 Evropský trh letecké dopravy	12
1.2 Očekávaný vývoj v oboru letecké dopravy	14
1.2.1 Z analýzy společnosti Airbus	15
1.2.2 Z analýzy společnosti Boeing	17
1.3 Nové trendy v letecké dopravě	19
2. Faktory působící na závadovost letecké techniky a jejich vliv na leteckou dopravu... 21	21
2.1 Vymezení pojmů	22
2.2 Technický provoz letecké techniky	24
2.2.1 Provozní podmínky	25
2.2.2 Technický personál	28
2.2.3 Systém prací na letecké technice	29
2.2.4 Bezpečnost práce	35
2.2.5 Materiálně technické zabezpečení provozu	35
2.3 Údržba a spolehlivost letecké techniky	36
2.3.1 Vztah zatížení letadla, jeho odolnost a závad.....	36
2.3.2 Údržba – součást spolehlivosti	39
2.3.3 Účinnost údržby řízené podle spolehlivosti	40
2.3.4 Předpověď vzniku závad	42
2.4 Metody údržby letecké techniky	43
2.4.1 Rozdělení metod údržby	44
2.4.2 Tradiční metoda údržby (HARD TIME)	45
2.4.3 Metoda údržby podle bloků	46
2.4.4 Metoda permanentní údržby	46
2.4.5 Metoda údržby letecké techniky (LT) podle stavu	49
2.4.6 Metoda údržby letecké techniky (LT) sledováním stavu	49
3. Zhodnocení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky	50
3.1 Bilance časového fondu letadla	50
3.2 Náklady na údržbu letecké techniky	52
3.3 Zhodnocení finančních ztrát v závislosti na zpoždění letu	54
3.4 Vyhodnocení závadovosti letecké techniky u leteckého dopravce	56
4. Návrh opatření na snížení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky	58
4.1 Vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu	59
4.2 Vyčíslení nákladů na jednotlivé letecké linky	60
4.2.1 Přímé závislé náklady	60
4.2.2 Přímé stálé náklady, režijní náklady a úrok z leasingu	61
4.2.3 Vyčíslení nákladů na linku Praha - Sofie	61
4.3 Metoda určení bodu zvratu	62
4.4 Modelový příklad	64
Závěr	65
Použitá literatura	67
Seznam tabulek	68
Seznam obrázků	69
Seznam zkratk	70
Seznam příloh	71

Úvod

Letecká doprava zaznamenává zásadní zvyšování své produktivity, které umožňuje trvale snižovat reálné ceny leteckých služeb. Přes trvalý růst zájmu o tento druh přepravy však letecká doprava jako celek není příliš zisková. Letecká doprava je v současné době zřejmě na špičce svého technického rozvoje, pokud jde o rychlost a bezpečnost. Další rozvoj se proto bude soustřeďovat především do oblasti pohodlí cestujících, doplňkových služeb, zjednodušeného prodeje služeb dopravců, délky doletu bez mezipřistání a do změn technologie navigace letů. Snaha leteckých dopravců se zaměří na zvýšení jejich konkurenceschopnosti s cílem převzít klientelu z jiných druhů přepravy, vytvořit novou poptávku nabídkou přímých spojení a převzít podíl na trhu konkurence. Další rozvoj letecké dopravy tedy přinese cestujícím další zvýšení pohodlí a snížení cen.

V posledních 15 letech se profilují dva hlavní proudy v přístupu k otázce kvality a ceny letecké přepravy. Klasičtí dopravci se snaží průběžně nacházet optimální rovnováhu mezi kvalitou nabízených služeb a jejich cenou. Na druhé straně roste skupina nových dopravců, tzv. low-cost (nízko-nákladoví dopravci), kteří se soustředí na minimalizaci cen za přepravu. Omezují jakékoliv další služby a minimalizují tak své náklady. Obě cesty mají své příznivce a opodstatnění.

Rozvoj letecké dopravy začíná být omezován kapacitními limity. Ve vyspělých zemích Evropy a částečně i v USA to vyplývá zejména z nedostatku vhodného prostoru pro budování nových letišť (nebo i jen nových vzletových a přistávacích drah). Dalším problémem, převážně evropským, je roztržitost služeb řízení letového provozu daná politickými hranicemi a ekonomickými zájmy jednotlivých zemí a problematika společného využívání vzdušného prostoru civilním a vojenským letectvím.

Letecká doprava je vzhledem ke své globálnosti a potřebě součinnosti mnoha subjektů jedním z nejkomplexnějších odvětví. Její další rozvoj je proto hnací silou inovace v řadě jiných odvětví. Letecká doprava je stále více propojována s moderními informačními technologiemi. Další zvyšování produktivity i ziskovosti celého odvětví je spojeno do velké míry právě s rozvojem těchto technologií (např. elektronické letenky, automatizované odbavování cestujících).

Tak jako každý technický celek, tak i letecká technika podléhá závadovosti. Cílem této práce je přiblížit její dopad na leteckou dopravu, uvést faktory způsobující tuto závadovost a rozebrat údržbu a její jednotlivé metody, které se používají k předcházení závad na letecké

technice. Dále se práce zaměřuje na ztráty vzniklé leteckému dopravci způsobené touto závadovostí a na metody vyhodnocování těchto ztrát.

Aktuálnost tohoto tématu vyplývá z potřeby leteckého dopravce snižovat závadovost na minimální možnou úroveň a provádět nutné údržbové práce v nejkratším čase tak, aby docházelo k co nejefektivnějšímu využívání letadlového parku. Dalším důležitým faktorem pro leteckého dopravce je zpoždění letů. Tato práce si klade za cíl vyhodnotit finanční ztráty způsobené zpožděním letů a navrhnout opatření ke snížení takto vzniklých ztrát.

1. Charakteristika vývoje a rozvoje systému letecké dopravy

Základním posláním letecké civilní dopravy je zajišťování přepravy osob, zboží a pošty. Význam letecké dopravy spočívá především v její rychlosti, operativnosti, snadném překonávání velkých vzdáleností a komfortu, který poskytuje ve srovnání s ostatními druhy dopravy. Letecká doprava však také, díky svému mezinárodnímu charakteru, významně přispívá i k rozvoji mezinárodních politických, hospodářských, kulturních, sportovních a ostatních styků mezi lidmi.

V historii lze nalézt jen málo odvětví, která se vyvíjela a rostla tak rychle jako letectví. Zatímco rok 1903 přinesl první let člověka říditelným letadlem, těžším než vzduch a vybaveným vlastní hnací jednotkou, v roce 1914 již byla v USA otevřena první regulérní dopravní linka na světě.

Oficiálním rokem zrodu letecké dopravy se však označuje až rok 1919, kdy po první světové válce dochází ke vzniku leteckých společností i v Evropě. První oficiální mezinárodní letecká doprava na evropském kontinentu byla zahájena na trati Kodaň – Hamburg – Amsterdam – Paříž v roce 1920.

Po druhé světové válce byla celosvětově a především v Evropě poptávka po letecké dopravě okamžitě kryta nabídkou. Důvody byly jednoznačné. Na jedné straně zde totiž po válce docházelo k rychlé obnově hospodářských systémů jak v západní, tak i východní části Evropy, a proto se projevoval výrazný růst požadavků po letecké dopravě. Na druhé straně přebytek válečné letecké techniky, přebudované pro potřeby civilního letectví, poskytoval pro rostoucí leteckou dopravu dostatečnou nabídku. Podobnou nabídku pro civilní letecký provoz poskytovala během války vybudovaná a provozně dobře vybavená letiště, stejně jako technicky i organizačně se rozvíjející letové provozní služby.

Svět civilního letectví, který lze vzhledem k charakteru činnosti, existenci pravidel, zákonů, ekonomických sociálních, právních a mezinárodních vazeb a současně i jeho struktuře, označit jako průmysl letecké dopravy, se však po válce velmi rychle měnil. Docházelo postupně k významným změnám v technologii používaných projekčních a výrobních prostředků a zařízení, v organizaci činnosti podniků a na rozvoji průmyslu letecké dopravy se rovněž velmi výrazně projevoval z obecného hlediska negativní mezinárodní politický vliv.

1.1 Postavení letecké dopravy ve světě

Světová letecká doprava prošla na začátku devadesátých let minulého století obdobím poklesu poptávky v důsledku konfliktních politických situací v některých oblastech světa a také jako důsledek hospodářské recese. Ve Spojených státech amerických tuto situaci navíc ovlivnila tzv. tarifní válka mezi jednotlivými přepravci na vnitrostátních linkách. V důsledku nastupující integrace (sdružování leteckých dopravců do strategických aliancí), růstu světové ekonomiky a ekonomiky v regionech, větší deregulace a liberalizace mezinárodní a vnitřní letecké dopravy (rozvoj regionálních dopravců a vznik nízkonákladových leteckých společností) však již koncem devadesátých let došlo k opětovnému růstu poptávky.

Podle řady dlouhodobých prognóz významných leteckých firem a mezinárodních společností z konce devadesátých let by měla letecká doprava do roku 2010 zdvojnásobit počet přepravených cestujících ve srovnání s rokem 1996. Celosvětový růst objemu letecké přepravy cestujících v letech 1997-2001 měl dosahovat 6,6 % (pozdější odhady pro období 1998-2002 však již počítaly jen s růstem 5,5 %). Vzhledem k ekonomickému vývoji (zejména v jihovýchodní Asii), teroristickým útokům v USA, nemoci SARS, válce v Iráku a dalším událostem se však očekávané tempo růstu nenaplnilo a dokonce došlo v roce 2001 k jeho výraznému snížení, k obrovským ztrátám na tržbách leteckých podniků, které vedly v některých případech i k jejich zániku (např. švýcarské společnosti Swissair a belgické společnosti Sabena). [1]

Jak je z uvedené úvahy zřejmé, jedním ze základních faktorů ovlivňujících poptávku po letecké dopravě je kolísání požadavků v čase. Tyto výkyvy se uplatňují v různých podobách a pod vlivem různých, velmi často náhodných faktorů. Zpravidla jsou však změny v požadavcích dány různými sociálně ekonomickými aktivitami, hospodářskými cykly, ale také třeba i časem přepravy, dobou čekání, bezpečností, spolehlivostí, jakož i dalšími kvalitativními prvky.

V roce 2005 zaznamenala světová letecká doprava rekordní počet 4 miliardy přepravených cestujících a přepravu 38 miliónů tun zboží 188 leteckými společnostmi členských států Mezinárodní organizace civilního letectví. Vnitrostátní lety zaznamenaly 1,6 miliardy cestujících, což představuje meziroční nárůst o 8 %. Tento stav potvrzuje, že se letecká doprava stala ve světě, i přes růst ceny leteckého paliva a hrozby teroristických útoků, základním druhem dopravy pro přepravu osob a nákladů na velké vzdálenosti. Letecká doprava však dnes hraje významnou roli i při probíhající globalizaci, díky schopnosti relativně

velmi jednoduchého mezinárodního pohybu osob, zboží, stejně i jako technických, kulturních i sportovních produktů. [2]

Trhy letecké dopravy se vzhledem k charakteru rozvoje průmyslu a objemu trhu vyskytují převážně na severní části zeměkoule. Při tom domácí trh osobní letecké dopravy představuje z celkového objemu letecké dopravy ve světě zhruba 55 %, mezinárodní trh osobní letecké dopravy pak zbývajících 45 %. Geografické rozdělení trhu letecké dopravy je naznačeno v tabulce č. 1.

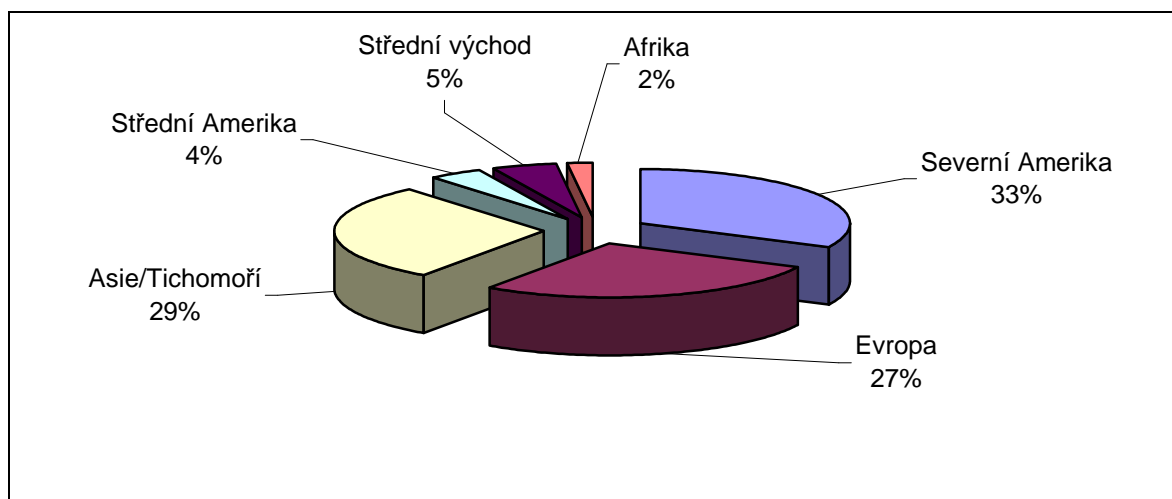
Tab. č. 1: Geografické rozdělení trhů letecké dopravy

Vnitřní trhy (domácí)		Mezinárodní trhy	
Severní Amerika	28,6 %	Evropa - Severní Amerika	12,6 %
Evropa	10,3 %	Evropa - Asie	7,4 %
Asie	10,3 %	Severní Amerika - Asie	6,2 %
Střední Amerika	1,9 %	Evropa - Afrika	2,6 %
Jižní Amerika	1,9 %	Evropa - Střední východ	1,5 %
Střední východ	0,9 %	Evropa - Střední Amerika	1,6 %
Tichomoří	0,7 %	Evropa - Jižní Amerika	1,3 %
Afrika	0,6 %	Evropa - Tichomoří	1,9 %

Zdroj: ICAO 2002.

Rozdělení objemu světové letecké dopravy na základě údajů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) z roku 2004 je uvedeno na obrázku č. 1. Procentuální hodnoty se mohou v jednotlivých letech měnit (např. rostoucí podíl letecké dopravy v Číně apod.), základní tendence však ještě určitou dobu zůstanou zachovány.

Obr. č. 1: Rozdělení objemu světové letecké dopravy



Zdroj: ICAO 2002.

Ekonomické, ale i jiné dopady na leteckou dopravu způsobily, že státy měly sklon udržovat leteckou dopravu pod svým dohledem co nejdéle. Tento dozor se projevoval formou zřizování státních společností, zajišťujících leteckým společnostem funkci vlajkového dopravce s možností získávat důležité dotace, udržovat monopol na domácím trhu a díky mezistátním bilaterálním smlouvám také získat ochranu na mezinárodním trhu. [1]

1.1.1 Deregulace letecké dopravy

Studie prováděné ve Spojených státech na základě růstu leteckých tarifů v polovině sedmdesátých let minulého století, ukázaly nedokonalost stávajícího systému. Předpisy vydávané Radou civilního letectví Spojených států CAB (Civil Aeronautics Board - nezávislá složka, která měla do roku 1984 za úkol vytvářet bezpečnostní pravidla pro leteckou dopravu, vyšetřování leteckých nehod a ekonomickou regulaci leteckých společností) vedly k negativnímu chování leteckých společností. Ty ve snaze získat dotace neúměrně zvyšovaly provozní náklady, nepodporovaly růst produktivity práce a nezajišťovaly nezbytný růst kvality služeb.

V roce 1978 byl v USA přijat zákon, který ukončil čtyřicetiletou nadvládu Rady civilního letectví (Civil Aeronautics Board) nad sektorem letecké dopravy v zemi a umožnil, aby si od počátku roku 1982 letecké podniky svobodně určovaly letové trasy a letové řády ve vnitrostátní síti. Od roku 1983 si dokonce svobodně určovaly vnitřní tarify a mohla tak probíhat volná soutěž v oblasti cen. Deregulace pak skutečně přinesla snížení nákladů, zvyšování produktivity a s tím spojené i snížení tarifů a lepší rozdělování zdrojů. Činnost Civil Aeronautics Board byla ukončena v roce 1984 a celé řízení letecké dopravy ve Spojených státech převzal Federal Aviation Administration (Federální letecký úřad). [1]

Na základě výsledků dosahovaných americkými leteckými dopravci nastoupil proces liberalizace civilní letecké dopravy postupně i v jiných regionech. V roce 1984 byla například vyhlášena nová letecká obchodní politika v Kanadě. I asijské státy v uvedeném období částečně privatizovaly letecké společnosti, ale současně si v největších z nich zachovaly významný díl kapitálu a dále prováděly kontrolu vnitřních tarifů. V Anglii došlo k deregulaci letecké dopravy v polovině osmdesátých let.

Proces deregulace letecké dopravy nastoupil i v Evropské unii. V souladu s předpisy EU může od roku 1993 kterýkoliv letecký dopravce členského státu EU provozovat lety mezi členskými státy bez restrikcí, ovšem s podmínkou, že bude respektovat pravidla týkající se

tarifů a kapacit. Od roku 1997 je povolena kabotáž (doprava s obchodními právy mezi dvěma různými body jedné cizí země) a jsou deregulovány tarify.

Nevyhnutelným faktem liberalizace se stala restrukturalizace sítí, opuštění nerentabilních linek a otevírání nových, perspektivních linek. Proces liberalizace letecké dopravy pokračuje i v mnoha dalších zemích za přispění ICAO. Deregulace ovšem znamenaly pro tradiční evropské letecké dopravce nejen nové příležitosti, ale také v řadě případů hrozbu a strach z budoucnosti. Zděděný stav leteckých dopravců byl totiž funkcí různých parametrů spojených se státem (ekonomická úroveň země, velikost země a rozsah populace, postavení země na mezinárodní scéně, atd.). [2]

1.1.2 Evropský trh letecké dopravy

Trh letecké dopravy v Evropském společenství byl až do počátku 90. let charakterizován vysokou mírou uzavřenosti a striktně regulovaným režimem pomocí dvoustranných mezinárodních leteckých dohod.

V oblastech, které nespádaly do pravomoci společenství, byla letecká doprava upravena vnitrostátním právem a mezinárodními vícestrannými smlouvami. Tento systém založený na ochraně národních dopravců však představoval zásadní překážku dalšího rozvoje evropského civilního letectví. Vzhledem k této situaci byla v letecké dopravě v Evropě realizovaná opatření, která vedla k liberalizaci trhu a otevření pro dopravce z členských zemí Evropského společenství. Při realizaci liberalizačních opatření sledovala Evropská komise řadu cílů, které měly změnit podstatu a fungování evropského trhu, co se týče služeb letecké dopravy a zajistit rozvoj podnikání v letecké dopravě.

Mezi nejdůležitější opatření se řadily především inovace a vznik soutěže mezi dopravci, zvýšení počtu leteckých dopravců v Evropě a také regulace kritérií vlastnictví leteckých společností a jejich kontroly státem. Základem jsou následující liberalizační opatření Rady EU:

- taxativně stanovené požadavky na udělování a zachování licencí leteckým dopravcům,
- přístup leteckých dopravců Společenství na letecké linky uvnitř společenství a dělba kapacity pro cestující mezi dopravci při pravidelných leteckých službách mezi členskými státy,
- liberalizace cen za přepravu na všech leteckých linkách v rámci Evropského společenství. [1]

Výsledky liberalizace letecké dopravy v Evropě významně přispěly k podnikání v letecké dopravě. Dokazuje to vznik velkého množství nových leteckých dopravců v Evropě. Došlo k vysokému nárůstu mezinárodních linek a ztrojnásobil se počet tratí obsluhovaných třemi a více dopravci, což umožňuje širokou volbu pro cestující.

Evropský letecký trh lze rozdělit podle počtu leteckých společností působících na trhu vzájemně leteckými linkami spojených dvojic měst na tři části:

- první skupinu tvoří dvojice leteckými linkami spojených měst, kde působí jen jedna letecká společnost, což znamená letecký provoz bez konkurence (jejich počet stoupl z 2 525 v roce 2001 na 2 704 v roce 2003),
- druhou skupinu tvoří trh dvojice leteckými linkami spojených měst, kde působí dvě letecké společnosti, tj. dvě tradiční, nebo jedna tradiční a jedna low-cost, případně dvě low-cost (jejich počet stoupl z 858 v roce 2001 na 889 v roce 2003). Působí-li na jedné lince dvě tradiční společnosti, je často tarifní konkurence vyloučena (společnosti většinou mají dohodu o spolupráci). V případě přítomnosti low-cost společnosti je však tarifní konkurence nevyhnutelná.

Tab. č. 2: Nejvýznamnější trhy dvojic měst spojených leteckými linkami za r. 2004 v Evropě

Pořadí	Dvojice měst	Přepravené osoby	Pořadí	Dvojice měst	Přepravené osoby
1	Amsterdam-Londýn	3 260 613	6	Londýn-Milán	1 147 570
2	Londýn-Paříž	2 202 714	7	Barcelona-Paříž	1 064 671
3	Frankfurt-Londýn	1 657 484	8	Londýn-Curych	1 050 972
4	Madrid-Paříž	1 274 705	9	Londýn-Mnichov	1 038 385
5	Londýn-Madrid	1 147 570	10	Paříž-Řím	1 003 617

Zdroj: AEA 2004.

- třetí skupina reprezentuje trhy dvojic měst spojených leteckými linkami (přibližně kolem 420), kde působí tři nebo více leteckých společností. Tato skupina představuje objemově největší trh letecké dopravy, který tvoří přibližně 39 % z kalkulovaného počtu přepravených osobokilometrů. [1]

1.2 Očekávaný vývoj v oboru letecké dopravy

V souvislosti s celosvětovým rozvojem letecké dopravy se v současné době začíná objevovat vedle parku velkokapacitních osobních a nákladních letadel i stále početnější park menších letadel pro služby různého charakteru. Každoročně se zvětšuje počet letecky přepravovaných osob a objemu přepravovaného zboží, a to nejen na pravidelných, ale i na nově vytvořených tratích. S rozšiřováním požadavků na leteckou dopravu dochází k výraznému růstu počtu letových hodin a to zejména na ekonomicky výhodných letových tratích. S tímto růstem požadavků souvisí v řadě letových oblastí obtížně zvladatelná hustota leteckého provozu a zajišťování jejího řízení s bezpečností na požadované úrovni. Úměrně pak narůstají i požadavky na rozsah, kapacitu a zejména rychlost a kvalitu obsluhy letadel, letecké techniky, letišť, leteckých terminálů, pozemních leteckých služeb a všech dalších služeb svázaných s leteckou dopravou. Mezi problémy letecké dopravy lze také v současné době zařadit omezenou kapacitu některých letišť v nejžádanějších oblastech Severní Ameriky, Evropy a Dálného východu.

Letecká doprava představuje zásadní hnací sílu globalizace a mezinárodní spolupráce, ale sama není nijak výhodnou investiční příležitostí. Hlavními problémy letecké dopravy jsou vysoká citlivost na mezinárodní politickou a vojenskou situaci, nepředvídatelnost vývoje cen paliva, často nezdravě vysoká konkurence, vysoká sezónnost, celkový převis nabídky nad poptávkou atd. Ale i tak letecká doprava zaznamenává zvyšování své produktivity, která umožňuje trvale snižovat reálné ceny leteckých služeb. V současné době je zřejmě na špičce svého technického rozvoje, pokud jde o rychlost a bezpečnost. Další rozvoj se proto bude soustřeďovat především do oblasti pohodlí cestujících, doplňkových služeb, zjednodušeného prodeje služeb dopravců, délky doletu bez mezipřistání, zvýšení využití kapacitně omezené infrastruktury a do změn technologie navigace letů. Snaha bude zvýšit konkurenceschopnost jednotlivých dopravců s cílem převzít klientelu z jiných druhů přepravy, vytvořit novou poptávku nabídkou přímých spojení a převzít podíl na trhu konkurence. Další rozvoj letecké dopravy tedy přinese cestujícím další zvýšení pohodlí a snížení cen. [2]

V posledních letech se vytváří dva hlavní proudy v přístupu k otázce kvality a ceny letecké přepravy. Klasičtí dopravci se snaží průběžně nacházet optimální rovnováhu mezi kvalitou nabízených služeb a jejich cenou. Konkurentem klasických dopravců je skupina tzv. nízko-nákladových aerolinií (low-cost airlines), které se soustředí na minimalizaci cen za přepravu, omezují jakékoliv doplňkové služby a minimalizují tak své náklady.

Do budoucna budeme svědky zápasu těchto dvou koncepcí nabídky letecké přepravy. Cestující pravděpodobně z této soutěže získají zlevnění leteckých přepravních služeb včetně zlepšení doplňkových služeb nabízených klasickými dopravci jako protiváhu nižších cen nízko-nákladových dopravců.

Další cestou používanou leteckými dopravci ke zlepšení kvality služeb je vytváření společné nabídky v rámci alianční spolupráce skupin leteckých dopravců. Dnešní hlavní seskupení – Sky Team, Star Alliance a One World nabízejí spojení kombinující nabídku všech jejich členů, čímž dosahují značného rozšíření své sítě a současně možnosti nabídky nižších cen kombinující slevy všech aliančních dopravců. Alianční spolupráce bude i nadále důležitou cestou ke snižování nákladů leteckých společností a zatraktivnění nabídky zákazníkům. [2]

Významní výrobci dopravních letadel publikují již několik let analýzu očekávaného vývoje letecké dopravy. Rozbory publikované v posledních letech předkládají závěr, že současné období přináší změny pro leteckou dopravu. Pokračuje globalizace, růst světového obchodu a letečtí výrobci produkují nové typy letadel, které budou létat dále a s nižšími provozními náklady. V nastupující dekádě se očekávají silnější vliv globalizace a také rostoucí potřeba obyvatelstva planety stále více cestovat. Vlády celé řady zemí pokračují v podpoře obchodu odstraňováním překážek pro přepravce ve vlastních zemích a stále více umožňují rozšiřování podmínek pro volnější podnikání ve světě. Liberalizace tak přináší mnoho nových možností pro rozvoj obchodní soutěže mezi leteckými společnostmi. Tato soutěž vede k poklesu tarifů, růstu frekvence leteckých spojů, zvyšování počtu nových letových tratí a dalších aktivit. [1]

1.2.1 Z analýzy společnosti Airbus

V roce 2006 provedla pracovní skupina společnosti Airbus obchodní analýzu trhu světové letecké dopravy. Skupina analyzovala 140 různých domácích, regionálních a mezinárodních podskupin trhu osobní letecké dopravy a 145 přímých trhů letecké přepravy nákladu. Vycházela při tom z nejnovějších plánů růstu ekonomiky s uvážením možných rušivých znaků (např. růst cen leteckého paliva apod.). Výrazný důraz byl položen na proces možného vývoje nízko nákladové letecké dopravy v USA, Evropě a asijsko – pacifické oblasti.

V následující tabulce je znázorněn předpovídaný roční růst leteckého provozu v letech 2006 - 2025 v jednotlivých světových oblastech.

Tab. č. 3: Předpovídaný růst leteckého provozu

Světová oblast	2006 - 2015	2016 - 2025	období 20 let
Severní Amerika	4,3 %	3,6 %	4,0 %
Latinská Amerika	6,3 %	5,2 %	5,8 %
Evropa	5,0 %	4,2 %	4,6 %
Střední východ	8,1 %	4,8 %	6,4 %
Afrika	6,0 %	4,6 %	5,3 %
oblast Ruska	6,1 %	5,1 %	5,6 %
Asie	7,4 %	5,0 %	6,2 %
Svět celkem	5,3 %	4,4 %	4,8 %

Zdroj: [9]

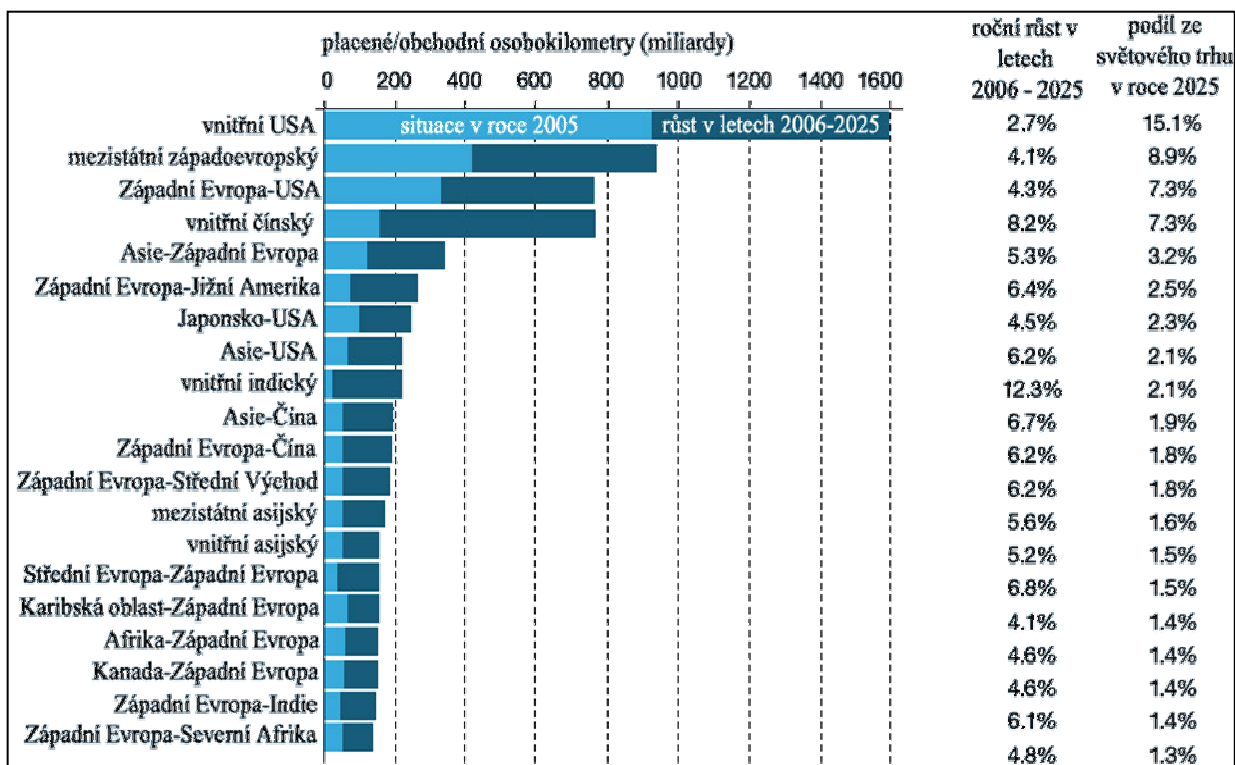
Analýza provedená společností Airbus tedy tvrdí, že v případě, kdy nedojde k nějakým významným vnějším vlivům mimo normální obchodní nebo ekonomický cyklus, má letecká doprava předpoklad ročního růstu během příštích dvaceti let průměrně o 4,8 %.

Poměr růstu letecké dopravy se však bude velmi výrazně lišit v závislosti na budoucím vývoji jednotlivých geografických oblastí. Pro vnitrostátní dopravu v USA provedená předpověď předkládá průměrný roční růst pro příštích dvacet let přibližně 3,8 %, zatímco pro vnitrostátní dopravu v Číně je odhadován růst v rozsahu 8,7 %. Pro Střední východ se rovněž očekává vyšší růst v hodnotě 6,2 % (vzhledem ke geografickým podmínkám, rozvoji turistických cest do a ze zemí Středního východu). [9]

Podle analýzy společnosti Airbus významně porostou zejména nové obchodní letecké trhy. Například cesty do Číny budou představovat vrcholek deseti nejvíce rostoucích dopravních toků. Výkony domácích čínských aerolinií porostou prvních 10 let o přibližně 10 % ročně, zatím co výkony severoamerických a evropských aerolinií porostou za stejnou dobu jen o 4,3 %, resp. 5,0 %. Z opačného pohledu si však severoamerické a západoevropské aerolinie zachovají největší tržní podíl. [9]

Z tohoto pohledu je rovněž zajímavá předpověď rozvoje hlavních 20 trhů osobní letecké dopravy do roku 2025 ve srovnání s výsledky roku 2005 (obr. č. 2).

Obr. č. 2: Předpověď rozvoje hlavních 20 trhů osobní letecké dopravy do roku 2025



Zdroj: [9]

Airbus předpokládá, že růst leteckého provozu společně s nutnou obnovou leteckých flotil si vyžádá dodání 21 860 nových letadel pro přepravu osob s více než 100 sedadly. Počet letadel pro přepravu osob se více jak zdvojnásobí z 12 676 na konci roku 2005 na 27 307 v roce 2025. Airbus dále předpovídá, že aerolinie v tomto období vymění 12 071 letadel. Z těchto bude 4 842 letadel zařazeno zpět do provozu, 2 777 bude přestavěno na nákladní letadla a zbylých 4 452 bude staženo z provozu.

Podle této analýzy bude také potřeba téměř 4 000 malých proudových letadel se sedačkovou kapacitou mezi 30 až 100 místy pro potřeby regionální dopravy hlavně v Evropě a Spojených státech amerických. [9]

1.2.2 Z analýzy společnosti Boeing

Výchozí předpoklady pro zpracování analýzy jsou podle použitých materiálů podobné jako u společnosti Airbus. Výsledná prognóza předpokládá pro léta 2007 – 2026 průměrný roční růst osobní letecké dopravy ve světě o 5,0 % a průměrný roční růst letecké nákladní přepravy 6,1 %. Světová letecká flotila by se za dvacet let měla zdvojnásobit vzhledem

k dnešnímu stavu, to je na 36 420 dopravních letadel. Kolem 63 % světové flotily budou tvořit úzkotrupé letouny (s jednou uličkou mezi sedadly) a 22 % budou tvořit střední letouny se dvěma uličkami mezi sedadly. Zbytek flotily budou tvořit v rozsahu 11 % letouny pro regionální tratě (především v USA) a 4% letouny odpovídající rozměrům letounů Boeing 747 a větší. Složení flotil leteckých dopravců v roce 2006 a 2026 je na obrázku č. 3. [10]

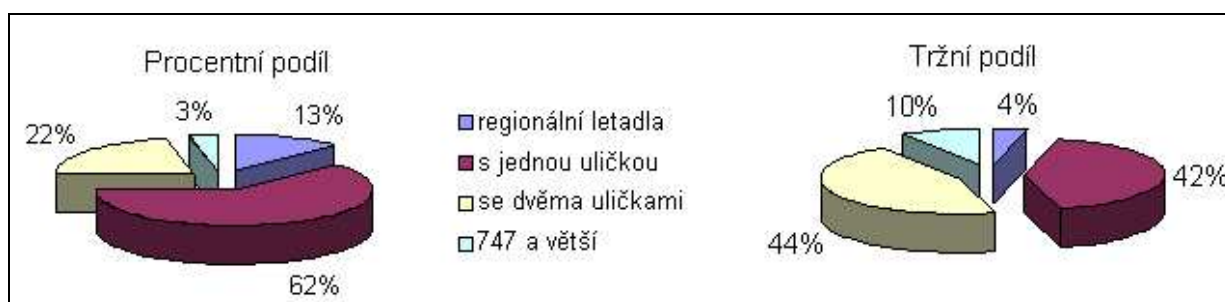
Obr. č. 3: Složení flotil leteckých dopravců v roce 2006 a 2026



Zdroj: [10]

Boeing předpokládá v příštích 20 letech potřebu 28 600 nových letadel, což představuje přibližně tržní hodnotu 2 800 miliard amerických dolarů. Tyto letouny by měly tvořit 80 % podíl všech letadel, které budou v provozu v roce 2026. Z těchto 28 600 nových letadel by měly být zastoupeny regionální letadla počtem 3 700, letadla s jednou uličkou počtem 17 650, s dvěma uličkami počtem 6 290 a letadla odpovídající rozměrům letounů Boeing 747 a větší počtem 960. Procentní podíl a tržní podíl (z předpokládané tržní hodnoty) nových 28 600 letadel v závislosti na jejich velikosti je na obrázku č. 4. [10]

Obr. č. 4: Procentní a tržní podíl nových letadel dodaných v následujících 20 letech



Zdroj: [10]

Odhad rozvoje hlavních leteckých trhů je u společnosti Boeing podobný, jako u společnosti Airbus (viz. obr. č. 2). Roční růst světové letecké dopravy ve světě se předpokládá o dvě procenta vyšší než bude růst hrubého domácího produktu. Asie a Latinská Amerika však vykazují větší procentuální růst letecké dopravy. V Asii je to důsledek pozitivních vlivů postupující liberalizace, v Latinské Americe zase rostoucího mezinárodního obchodu a rozvoje turistiky. Japonsko a Korea vytváří v současné době menší rozsah letecké dopravy, než umožňuje jejich ekonomický vývoj. V budoucnosti však i zde lze očekávat významný růst. Růst letecké dopravy v zemích Afriky a Středního východu se předpokládá mírně nad stanoveným celosvětovým průměrem tak, jak bude docházet k růstu jejich ekonomiky a modernizaci letecké flotily.

1.3 Nové trendy v letecké dopravě

Letečtí dopravci, kteří se musí vyrovnávat s poklesem poptávky na některých tratích své letecké sítě a současně vykazovat co nejlepší obchodní výsledky, jsou nuceni k důslednějšímu uplatňování principu přizpůsobení velikosti nasazeného letadla skutečné poptávce.

Nejde o zcela novou manažerskou techniku, již dříve byla uplatňována v případě technické závady či jiného vážného zdržení letadla (například kvůli počasí). V současnosti se ovšem jedná o programové uplatnění tohoto postupu. Letecká společnost při dodržení časů letového řádu používá letadlo odpovídající očekávanému počtu cestujících, což se označuje jako „demand - driven dispatch“ (zkráceně D3). Flexibilní nasazování jiných typů letadel, než předpokládá letový řád, ovlivňuje oblast rotace letadel, rotace posádek a plánování údržby.

Při systematickém uplatňování tohoto postupu je nutné přihlížet k vnitřnímu (počítačovému) informačnímu systému letecké společnosti a tomuto postupu jej uzpůsobit. Využívání D3 má dopad i na zaměstnance letecké společnosti. Například, když se člen posádky připravuje na let do Dubaje a nakonec místo toho odletí do Berlína. [2]

Používání systému D3 má nevýhodu i vůči cestujícím. Cestující nemusí nakonec letět typem letadla, který si vybral, může dostat přidělené jiné místo, než si zarezervoval a podobně. Uplatňování postupu D3 má vliv i na organizační vztahy podnikových složek, jelikož letové řády, posádky a údržbařská pracoviště musí svou činnost přizpůsobovat skutečné poptávce a vzdát se zaběhlé rytmičnosti.

Hlavním smyslem tohoto postupu však není dosažení co nejvyššího využití sedačkové kapacity, ale co nejvyšších příjmů. Letecké společnosti musí počítat s tím, že také změna velikosti letadla – tedy narušení letového řádu příslušného typu letadla, rotace posádek a harmonogramů údržby – přináší určité náklady navíc. Podle odborných odhadů tyto náklady mohou dosáhnout až šesti procent standardních nákladů na konkrétní linku.

Informační technologie dnes poskytují dopravcům představu o měsíčních, týdenních, denních i hodinových výkyvech poptávky. Smyslem D3 je dynamicky předvídat tyto výkyvy. Donedávna se o záměnách typu letadla rozhodovalo asi ve čtrnáctidenním předstihu, dnes se dopravci snaží toto rozhodování posunout na dobu jen tři dny před plánovaným odletem. Nový postup se vyplatí uplatňovat především u linek, které mají velkou elasticitu poptávky, případně v období, kdy je tato zvýšená elasticita poptávky vykazována (např. na začátku či konci sezónního období nebo v době mimořádných obchodních, sportovních nebo společenských akcí). [2]

2. Faktory působící na závadovost letecké techniky a jejich vliv na leteckou dopravu

Pro efektivní využití hodnot vložených do jakéhokoliv provozovaného objektu je nutné především vytvořit podmínky a předpoklady pro jeho využívání. V podstatě to znamená, vytvořit vhodné formy péče o tento objekt. Platí-li toto o libovolném objektu, platí to v maximální míře i o letecké technice, protože zabezpečení bezpečného a plynulého létání je prvořadým úkolem každé letecké dopravní společnosti.

Faktorů působících na závadovost letecké techniky (LT) je velké množství. Cílem letecké společnosti je udržovat závadovost LT na co možná nejnižší úrovni tak, aby docházelo k jejímu maximálnímu využívání a nedocházelo ke snižování disponibility letadlového parku. Tímto úkolem je pověřen technický úsek leteckých společností.

Problematika technického zabezpečení provozu je značně složitá, její řešení se proto provádí za zjednodušujících předpokladů a podmínek, charakteristické procesy jsou diferencovaně popisovány, provádí se izolovaně jejich kvantifikace, analýza, případně modelování. Je třeba připomenout, že každý z těchto izolovaných procesů je nutno sledovat jak z hlediska organizačního, technického a ekonomického, tak i z hlediska jejich spolupůsobení. Modernizace LT vyžaduje i změny technického zabezpečení, především jeho zlepšování na základě poznatků z provozu soudobé LT a vzniku nových poznatků, uplatňovaných a aplikovaných z jiných vědních oborů a odvětví, a to nejen z letectví.

2.1 Vymezení pojmů

Dále je vymezeno několik základních pojmů, které se týkají faktorů působících na závadovost letecké techniky a jejich vlivu na leteckou dopravu.

Letadlo – zařízení těžší vzduchu způsobilé létat v atmosféře nezávisle na zemském povrchu, nést na palubě osoby nebo jiný náklad, schopné bezpečného vzletu a přistání a alespoň částečně říditelné.

Letecká technika – souhrnný název pro pilotované i bezpilotní prostředky, jejich motory, vybavení a výstroje.

Provozoschopné letadlo – letadlo, které má potřebnou zálohu technického resursu (technického života), jsou na něm provedeny práce podle příslušného předpisu pro ošetřování a odstranění závady zjištěné za letu a při prohlídkách.

Letový provoz – technicky správné a racionální využití letecké techniky (LT) za letu. Fáze od vzletu do přistání. Předpokládá se, že osádka dodrží předepsané provozní režimy při všech etapách letu podle předepsaných technických podmínek pro daný typ letadla.

Technický provoz letecké techniky (provoz LT) – základní úkol technického úseku leteckých společností. Cílem je zabezpečit nejefektivnější využití LT a její udržení v provozuschopném stavu. Pojem zahrnuje:

- technicky správné používání LT,
- přípravu LT k létání,
- předepsané práce na LT a její opravy,
- systematickou kontrolu stavu LT,
- uložení a konzervaci LT,
- udržování a správné používání prostředků pro obsluhu, údržbu a opravy.

Letecký personál – podílí se na provozu LT, tvoří ho fyzické osoby vykonávající činnosti pro zajištění bezpečného a plynulého letového provozu. Do létajícího personálu patří výkonní letci, obsluhující personál a pozemní letecký personál.

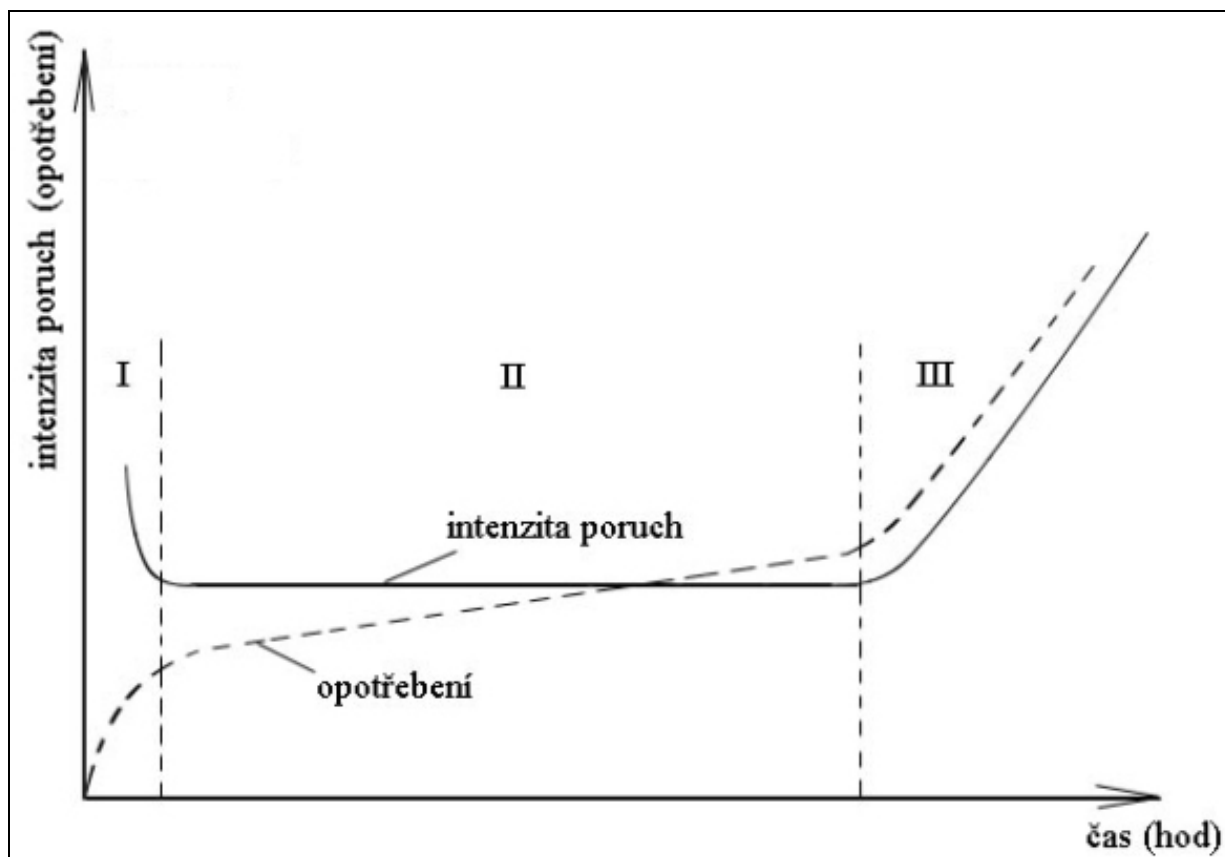
Technický život – přípustná doba provozu (počet nalétaných hodin, počet cyklů nebo roků), po jejímž vyčerpání musí být LT vyřazena z provozu, bez ohledu na její technický stav.

Technický resurs – přípustná doba provozu LT do předepsané práce, generální opravy apod. Provoz LT je povolen pouze v rozmezí technického resursu. Pokud není technický resurs stanoven, je provoz LT povolen pouze v mezích technického života. Do spotřeby technického resursu se započítává doba letu letadla.

Záruční doba – stanovená doba provozu výrobcem (opravárenským podnikem), ve které se při dodržování pravidel provozu zaručuje spolehlivá činnost LT.

Provozní doby a charakteristická období provozu (graficky znázorněno na obr. č. 5).

Obr. č. 5: Charakteristická období provozu



Zdroj: [4]

I. fáze na obrázku vyjadřuje období provozu LT, které je charakterizováno počátečními závadami („dětské nemoci“), které se většinou vyvinuly ze skrytých vad. Proto se v této době provádí tzv. záběh.

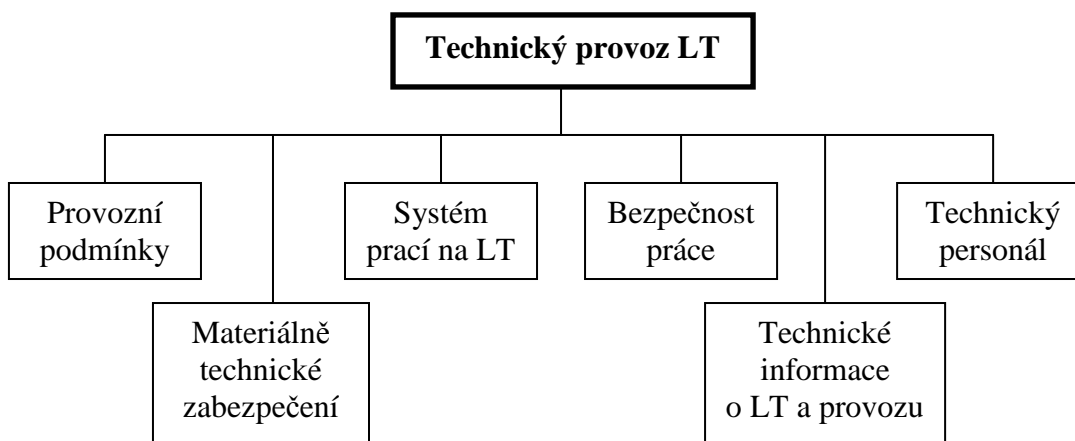
II. fáze je charakterizována konstantní úrovní závad nebo rovnoměrným opotřebením. Intenzita závad je nezávislá na čase. Je to období normálního provozního využití s možností výskytu náhlých závad. Konec tohoto období je totožný s technickým životem nebo resursem.

III. fáze je typická postupnými závadami, jejichž četnost stoupá s dobou provozu letecké techniky. Dochází ke změně jejího stavu v důsledku opotřebování, stárnutí, ale i z jiných příčin provozních vlivů. [4]

2.2 Technický provoz letecké techniky

Z hlediska zabezpečení provozu letecké techniky (LT) je vhodné rozčlenit technický provoz LT na jednotlivé oblasti zkoumání. Jednotlivé oblasti mají specifické vlastnosti a postavení ve struktuře provozu a je vhodné je zkoumat izolovaně. Jde o rozdělení víceméně metodického významu především proto, aby se zvýraznila složitost, významnost a interakce jednotlivých oblastí. V praxi však tyto oblasti působí v jednotě, aniž by byly vzájemně izolovány. Rozdělení technického provozu LT do jednotlivých oblastí je znázorněno na obrázku č. 6.

Obr. č. 6: Rozdělení oblastí technického provozu LT

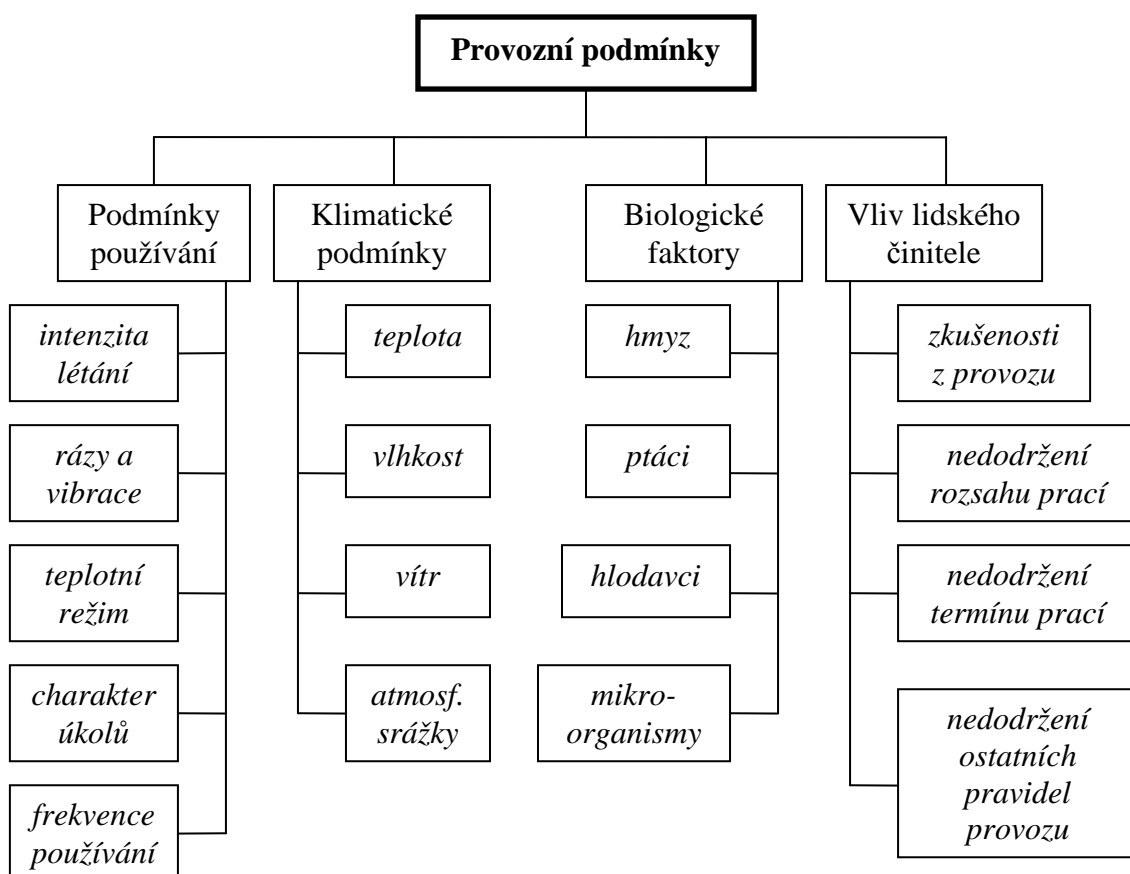


Zdroj: [4]

2.2.1 Provozní podmínky

Během provozu podléhá letecká technika různým vnějším vlivům. Mezi tyto vlivy patří klimatické podmínky, biologické faktory, vliv lidského činitele a v neposlední řadě podmínky používání LT. Graficky jsou tyto provozní podmínky znázorněny na obrázku č. 7.

Obr. č. 7: Základní faktory provozního prostředí



Zdroj: [4]

Podmínky používání:

- *let ve velkých výškách* – zhoršené chlazení vlivem nižší měrné hmotnosti vzduchu, snížení dielektrické konstanty, závady hermetizace a závady spojené s výškovostí (zabezpečení správné funkce systému v závislosti na měnící se výšce) systému, způsobené nízkým tlakem.
- *let v malých výškách* – velký dynamický tlak způsobující vznik deformací a trhlin, velké přetížení a vznik únavového zatížení.

- *frekvence používání zařízení* – časté zapínání a vypínání způsobuje opalování kontaktů vlivem jiskření, zvýšená tepelná zatížení při spouštění motoru a zvýšené tření při jeho rozběhu, kdy není dostatečně mazán.
- *rázy a vibrace* – způsobují únavu materiálu, rázy při přistání, lety v turbulenci se přenáší na konstrukci i vybavení, vznikají závady potrubí, svárů, závitových spojů, uvolnění agregátů. U vrtulníků je úroveň vibrací vyšší, řeší se pružným uchycením přístrojů a palubní desky.
- *nadměrná změna zatížení* – po dlouhé přestávce létání dochází k růstu intenzity závad.
- *vliv vysoké teploty* – větší tepelné namáhání materiálů, snižování jejich pevnosti, snížení účinnosti brzdových materiálů.

Klimatické podmínky:

- *vysoké teploty* – zhoršené chlazení motoru, vysychání mazadel, urychlení koroze, stárnutí pryže.
- *nízké teploty* – snížení pružnosti pryžových elementů (těsnění, membrány), křehnutí plastických hmot, tuhnutí mazadel, zamrzání kondenzátů, vody v palivu, zamrzání pitot – statického systému, vznik námrazy na křídlech a vstupním ústrojí motoru.
- *střídání teplot* – tepelné namáhání, vznik trhlin, znehodnocení mazadel.
- *atmosférické srážky* – poškození potahu, skla kabiny, narušení drenážních systémů, zadírání pákových mechanismů, zhoršená izolace elektrických zařízení zvláště ve spojích, vznik koroze.
- *vysoká vlhkost* – urychluje stárnutí dielektrických materiálů, urychluje korozi, způsobuje růst plísní, u izolátorů vede ke snížení povrchového odporu – možnost výbojů, závady elektrolytických kondenzátorů.

- *malá vlhkost* – zvyšuje dehydrataci organických materiálů – křehnou a rozpadají se.
- *sluneční záření* – ultrafialové paprsky urychlují některé chemické procesy, stárnutí pryže, polyetylénu, epoxidových pryskyřic, organického skla, barev, laků a pod.
- *písek, prach a solný aerosol* – snižuje provozní spolehlivost především pohyblivých součástí, způsobuje obrušování a zdrsnění povrchů, nátěrů a leštěných povrchů, znečišťování mazadel, provozních kapalin, ucpávání potrubí a trysek, zvyšuje korozi, způsobuje zadírání.
- *průmyslová atmosféra* – obsahuje prach, popílek, kouřové plyny a chemické zplodiny, urychluje korozi především elektrochemickou, snižuje izolační odpor.
- *vítr* – přenáší nečistoty, prach, písek, popílek a vhání je do vnitřku letadla.

Biologické faktory:

- *mikroorganismy* – způsobují zahnívání, tlení, plísně a houby. Plísně znehodnocují optiku a urychlují korozi – tvoří se v teplém, vlhkém a nevětraném prostředí. Houby a především produkty jejich existence způsobují korozi některých systémů.
- *hmyz* – napadá vstupní ústrojí motorů, spoje a potrubí, kde způsobuje ucpávání, narušení kontaktů, způsobuje ucpávání potrubí, kanálků a narušuje součásti z textilu a gumotextilu.
- *hlodavci a ptáci* – hledají úkryty v letadlech při skladování, hlodavci narušují izolaci elektrických systémů, bandáže, pryžové a textilní části. Ptáci jsou především nebezpeční z hlediska nasátí do motoru za letu.

Vliv lidského činitele:

Zvyšování spolehlivosti letecké techniky nesnižuje význam lidského činitele, ale naopak klade vyšší nároky na odbornost obsluhujícího personálu.

Rozbory příčin leteckých nehod ukazují, že největší podíl na příčinách jejich vzniku má lidský činitel. Chyby osádky, obsluhy a údržby, sabotáže, chyby v řízení provozu se podílí na vzniku leteckých nehod až ze 60 %. Vnější vlivy způsobují 5 % příčin vzniku leteckých nehod a 35 % je způsobeno nespolehlivostí vlastní techniky. I zde jde však opět o nedostatky člověka v systému od zadavatele až po výrobce.

Ukazuje se, že rozhodující z hlediska spolehlivosti, je vzájemné působení systému člověk – stroj. Výrazněji se projevuje vliv člověka v podmínkách stresové situace.

Tři zásadní oblasti, které se vzájemně prolínají při řešení problematiky ovlivňování lidského činitele by šly popsat takto:

- výběr a kvalifikace pracovníků,
- řešení stroje tak, aby byl člověk co nejvíce odlehčen – omezení jeho činnosti na kontrolu a rozhodování a minimalizace nebezpečí omylů (odolnost proti omylům),
- vydávání předpisů, hájících celospolečenské zájmy a kontrola jejich plnění (vytvoření systému pro člověka vědomě nepřekročitelných mezí). [5]

2.2.2 Technický personál

Podle zákona o civilním letectví č. 49/1997 Sb. může vývoj, projektování, výrobu, zkoušky, údržbu, opravy, modifikace a konstrukční změny letadel, jejich součástí a výrobků letecké techniky (LT), provádět pouze právnická osoba, které dává oprávnění Úřad pro civilní letectví. Pro získání oprávnění musí však právnická osoba prokázat, že má technické vybavení k výrobě, opravám, zkoušení a údržbě letadel, jejich částí a výrobků LT a musí zajistit, aby tuto činnost prováděly pouze odborně způsobilé fyzické osoby – letecký personál.

Činnost leteckého personálu mohou vykonávat osoby bezúhonné, odborně a zdravotně způsobilé, které mají průkaz způsobilosti k výkonu příslušné činnosti. Průkaz způsobilosti vydává a platnost průkazu jiného státu uznává Úřad pro civilní letectví, který také vede evidenci leteckého personálu. Odbornou způsobilost získá žadatel složením zkoušky po dosažení potřebné kvalifikace. Před zkouškou musí žadatel absolvovat předepsanou výuku a výcvik. Prováděcí předpis stanoví kategorizaci leteckého personálu, potřebnou kvalifikaci, odborné znalosti potřebné pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, způsob provedení výuky a výcviku, provedení zkoušek, druhy průkazů a podmínky pro prodloužení způsobilosti. Zásady, stanovené zákonem, se vztahují i na vojenský letecký personál, působnost úřadu pro civilní letectví vykonává Ministerstvo obrany.

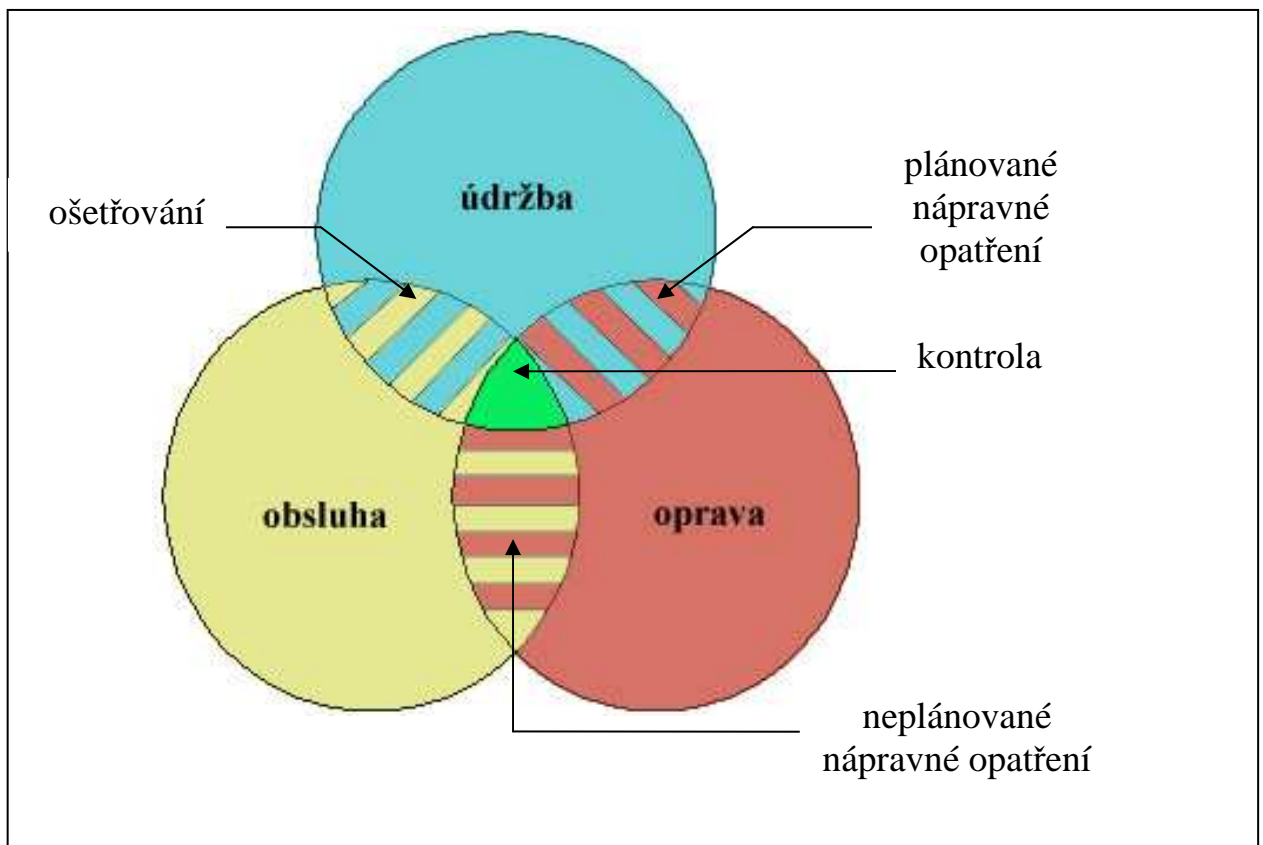
Technický personál se rozděluje podle odborností následovně:

- *Drak a motor* – odpovídá za letadlo jako celek, dále za vlastní drak, hnací jednotky, u vrtulníků také za reduktor a hnací rotor.
- *Elektrické a speciální vybavení* – odpovídá za přístrojové vybavení, elektrické vybavení, elektrické systémy a ovládací zařízení hnacích skupin, elektronickou automatiku elektrického a speciálního vybavení.
- *Radio a radiotechnické vybavení* – ošetřuje radiová zařízení spojovací, navigační, přistávací, rozpoznávací, výstražné a aktivní odpovědi, zařízení pro navádění, elektronické počítačící přístroje a palubní počítače. [4]

2.2.3 Systém prací na letecké technice

Obsah pracovních činností na letecké technice (LT) vytváří komplex prací, v němž se realizují hlavní formy činností – *obsluha, údržba a opravy* LT. Schématické znázornění je na obrázku č. 8.

Obr. č. 8: Systém prací na letecké technice



Zdroj: [4]

Organizace prací na letecké technice, vzhledem k charakteristickým činnostem, je poměrně komplikovaná, především co se týče rozsahu a rozmanitosti i vzájemného prolínání jednotlivých činností.

Z hlediska systémového pojetí práce na letecké technice (LT) lze za základní prvky tohoto systému považovat:

- prvky obsluhy LT,
- prvky údržby LT,
- prvky opravy LT.

Obsluha letecké techniky

Obsluha letecké techniky zahrnuje pracovní úkony, prováděné na letecké technice v rámci její přípravy k letu a obnově její provozuschopnosti, podle určených technologických postupů.

Tyto úkony zahrnují:

- kontrolu stavu letecké techniky,
- odstranění nedostatků zjištěných kontrolou (neplánovaná nápravná opatření),
- doplnění provozních hmot,
- provozní manipulace,
- vedení průvodní a pracovní dokumentace.

K zabezpečení vysoké spolehlivosti letecké techniky za letu, zajištění jejího bezvadného stavu a dosažení stanovených takticko – technických parametrů, odstranění závad, vyloučení možnosti přistavení a vzletu nepřipraveného letadla pro daný úkol, jsou prováděny následující druhy přípravy:

- *předběžná příprava* – základní příprava LT k létání, platnost předběžné přípravy je stanovená buď počtem kalendářních dnů nebo určitým počtem letů,
- *předletová příprava* – provádí se bezprostředně před zahájením letu,
- *příprava k opakovanému letu* – je realizována před každým dalším letem,
- *poletová příprava* – provádí se po ukončení letu.

Kontroly prováděné při přípravě k létání:

- kontrola draku, řízení a přistávacího zařízení,
- kontrola motoru, jeho vybavení a výstroje,

- kontrola instalací letadla,
- kontrola množství a jakosti leteckých pohonných hmot, kapalin a plynů,
- kontrola speciálního vybavení LT po jednotlivých odbornostech.

V rámci obsluhy se otevírají pouze kontrolní kryty a plnicí otvory. Kontrolní činnost se provádí podle stanovené technologie a postupů, zpracovaných ve formě harmonogramu. [5]

Údržba letecké techniky

Údržba představuje širokou náplň prací prováděných na letecké technice za účelem udržování provozuschopnosti a vysoké spolehlivosti za letu. Údržba má profylaktický charakter (*profylaxe* = opatření, které má zabránit jevu, aby nastal).

Podle různých norem je údržba definována takto:

„*Údržba letadel a letových celků*“ – podle ČSN 310001, je to „souhrn ošetření a oprav, jejichž účelem je udržování provozuschopnosti letadla“.

„*Údržba*“ – podle ČSN 010102, je to „činnost, konaná za účelem udržení objektu v provozuschopném stavu po dobu stanovenou technickými podmínkami“.

Údržbu letecké techniky (LT) je třeba chápat jako soubor organizačně technických opatření prováděných ve stanovené posloupnosti při provozu LT s cílem zabezpečení její provozovatelnosti při určené předem stanovené efektivnosti. Pod pojmem „organizačně technické opatření“ se rozumí činnost prováděná příslušníky technického oddělení (úseku) pro zajištění úspěšného provozu LT. Patří sem údržba i opravy prováděné profylakticky a rovněž i prohlídky prováděné za účelem zjištění závad a jejich odstranění a také práce spojené s odstraňováním nahodilých závad nebo případných poškození. Objem prováděných prací v rámci údržby je závislý na typu letadla, charakteristik jeho bezzavadovosti, životnosti a provozní technologičnosti. Profylaktické práce představují největší část prací prováděných při údržbě a opravách LT. Soubor základních pravidel, na jejichž základě se vypracovává systém plánové údržby, případně oprav LT, s přihlédnutím ke konkrétním provozním podmínkám tvoří strategii údržby LT. Strategie údržby LT se mění v závislosti na určení letadla, požadované úrovni provozní spolehlivosti a provozní technologičnosti (tzv. provozních charakteristikách letadla), provozních podmínkách, vybavenosti provozními prostředky a kontrolně měřícími zařízeními.

Pro dosahování co nejlepších výsledků v údržbě letecké techniky (LT) jsou vytýčeny následující **hlavní cíle údržby LT**:

1. Zabezpečit vysokou spolehlivost LT (a tím její bezpečnost) za letu.
2. Udržovat stav LT na požadované úrovni (zdokonalováním metod údržby).
3. Dosáhnout stanovených parametrů letadla a jeho systémů podle předepsaných technických podmínek pro provoz LT.
4. Přijímat opatření pro zabránění vzniku závad nebo poruch za letu. [5]

System údržby tvoří komplex otázek organizačního, technického i ekonomického charakteru. Technickou stránku tvoří programy údržby, na kterých se podílí výrobce i uživatel. Program je jedním z nutných předpokladů pro získání letové způsobilosti. Určuje intervaly, rozsah a nezbytnou kvalitu prací, které je třeba vykonat u letadla a jeho systémů, aby splňovaly podmínky pro zachování letové způsobilosti letadla po celou dobu technického života v konkrétních provozních podmínkách.

Charakter a rozsah údržby ovlivňuje především výrobce. Zkušenosti z provozu a stále vyšší úroveň spolehlivosti letecké techniky však vedou k zavádění progresivních metod údržby.

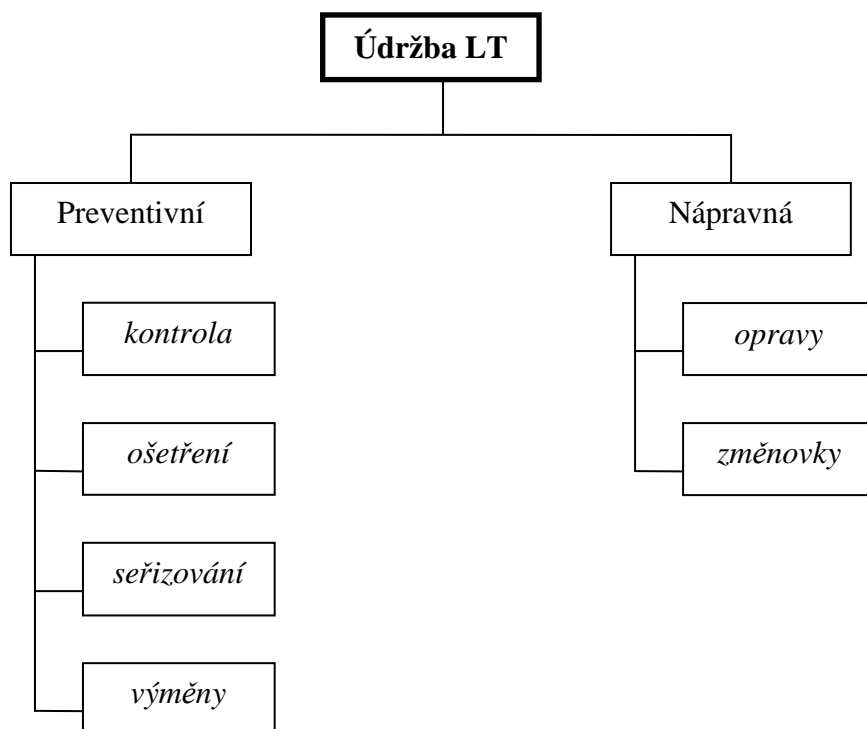
Při údržbě LT existují tři základní přístupy, které se uplatňují:

- Předepsané výměny agregátů se provádějí po určitém, stanoveném počtu nalétaných hodin.
- Výměna se provádí v závislosti na skutečném technickém stavu – údržba podle stavu.
- Sleduje se stav agregátů a provádí se jejich zdůvodněná výměna.

Kritériem pro výběr metody údržby je:

- Konstrukce letadla a jeho technologičnost a spolehlivost.
- Provozní podmínky.
- Prostředky pozemního vybavení pro provoz letecké techniky.

Obr. č. 9: Druhy a složky údržby LT



Zdroj: [5]

Preventivní údržba je prováděna s cílem předcházet vzniku závad, zjišťovat tendenci zhoršování stavu techniky a změn jejich parametrů mimo přípustné tolerance a udržovat LT v provozuschopném stavu. Do preventivní údržby zahrnujeme veškeré plánované profylaktické práce a práce spojené s odhalením a odstraněním nepředvídaných závad.

Hlavním obsahem *kontroly* je zjišťování stavu LT z hlediska bezzávadovosti a odpověď na otázku, zda LT je nebo není schopna provozu.

Ošetření LT je jednou z forem prací na LT, které provádějí příslušníci skupiny ošetřování LT. Charakter těchto prací je prováděn v rámci jednotlivých druhů příprav LT k letu. Do těchto prací můžeme zahrnout promazávání, doplňování leteckých pohonných hmot, kapalin a plynů, čištění apod.

Seřizování LT se řadí mezi náročné operace vyžadující vysoce kvalifikovaného pracovníka, řadu speciálních přípravků, náradí, kontrolní a měřící techniky. Seřizování se provádí buď přímo na letadle, nebo na sejmutých agregátech na zkušebně.

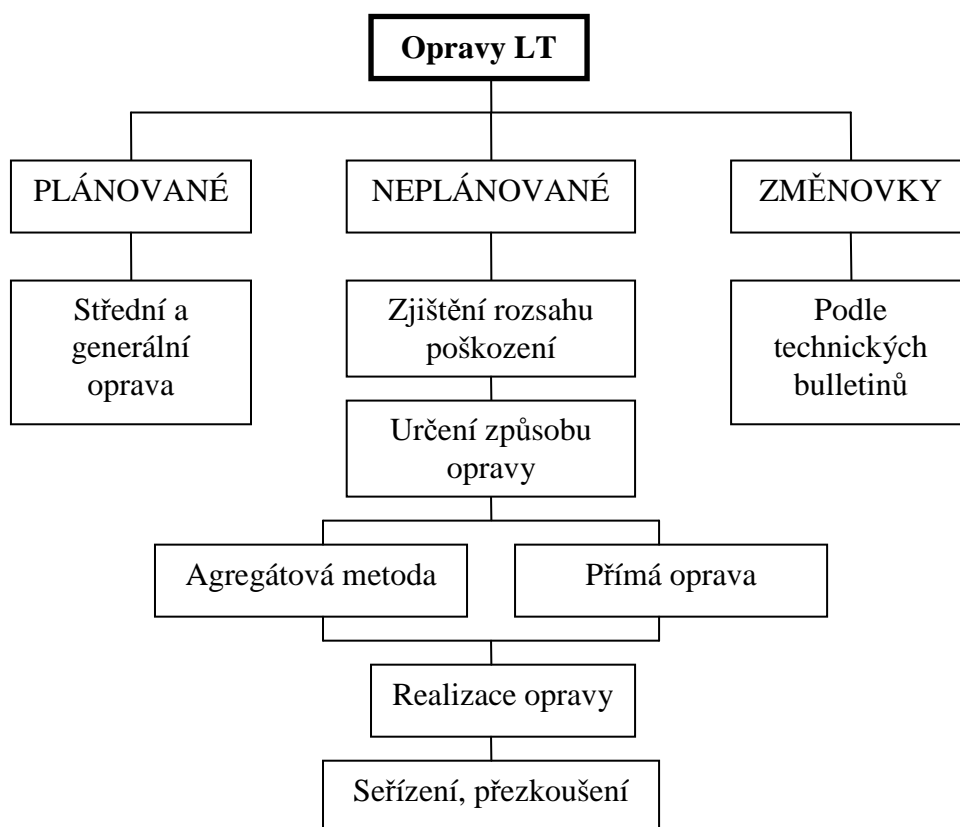
Různé agregáty, uzly a komponenty letadla podléhají během provozu různým zatížením a tím i různému opotřebení. *Výměny* agregátů, uzlů, bloků se provádějí po uplynutí stanovené provozní doby nebo podle stavu, případně při náhlém selhání.

Požadavek **nápravné údržby** vzniká v důsledku nesprávné funkce letadlového systému (charakteristické parametry nejsou v přípustných tolerancích). Závadám, které mohou významně ovlivňovat bezpečnost letu je třeba věnovat zvýšenou pozornost. Podle charakteru závady následuje nápravná údržba, která se realizuje formou opravy. Podle rozsahu se opravy LT dělí na generální, střední, běžné a drobné. [4]

Opravy letecké techniky

K zahájení **opravy** se přistupuje teprve po zjištění závady. Oprava zahrnuje práce spojené s odhalením a odstraněním nepředvídaných závad letecké techniky. Způsob opravy je závislý na charakteru závady.

Obr. č. 10: Rozdělení oprav LT



Zdroj: [4]

Prováděné **změnovky** na LT zařazujeme mezi neplánované práce. Zdokonalování LT, odstranění konstrukčních nedostatků (výrobních vad) apod., se provádí změnami podle bulletinů, které jsou zaváděny v platnost podle příslušných nařízení. Zpracování bulletinů a provedení změn na LT se provádí podle schválené průmyslové technické dokumentace. [4]

2.2.4 Bezpečnost práce

Bezpečnost práce na letecké technice (LT) zajišťuje celá řada opatření ve formě nařízení, zákazů a ochran, které je nutno znát a důsledně dodržovat při provozu a práci na letecké technice.

Bezpečnostní opatření se dělí na:

- *pasivní*: - bezpečnostní předpisy, pravidla, školení, přezkušování,
- výstražné tabulky a signalizátory (světelné, zvukové),
- činnost kontrolních orgánů,
- *aktivní*: - mechanické zábrany okolo letadla,
- zajišťovač,
- protihlukové přilby a ostatní ochranné pomůcky,
- kotvení a kotvení letadla.

Cílem bezpečnostních opatření je zabránit poškození LT, úrazům nebo jiné újmě na zdraví osob obsluhujících LT, zamezit i jiným škodám, které by mohly vzniknout v souvislosti s nesprávným provozem.

2.2.5 Materiálně technické zabezpečení provozu

Materiálně technické zabezpečení zahrnuje všechno potřebné po materiální stránce pro provoz letecké techniky (LT). Od souprav náradí, složitých zařízení pro kontrolu letecké techniky, prostředků pro plnění provozními hmotami, přes různé provozní objekty (dílnské objekty, sklady, apod.), a po zabezpečení palivem a ostatními provozními hmotami, náhradními díly a spotřebním materiálem.

Materiálně technické zabezpečení provozu lze rozdělit na:

- prostředky pozemního provozního vybavení LT (prostředky pro kontrolu funkce, pomocné prostředky, ochranné prostředky, apod.),
- prostředky pro zabezpečení létání a přípravy LT k letu (prostředky pro plnění, prostředky pro ošetřování, protipožární prostředky apod.). [5]

2.3 Údržba a spolehlivost letecké techniky

Jedním ze základních úkolů letecké společnosti je dosahování vysoké spolehlivosti letecké techniky (LT), udržování a případné zvyšování její úrovně.

Spolehlivost je definována obecně jako vlastnost výrobku - letecké techniky. Vyjadřuje schopnost výrobku plnit požadované funkce při zachování stanovených provozních parametrů v daných mezích, v daném provozním prostředí a čase.

Obvykle je spolehlivost vyjadřována kvantitativně pravděpodobností bezzávadového provozu v daném časovém intervalu, nebo také intenzitou závad, popřípadě střední dobou bezzávadové činnosti, což je převrácená hodnota intenzity závad.

Technickou spolehlivostí se rozumí spolehlivost daná pouze technickými (konstrukčními) vlastnostmi výrobku, zatím co termín provozní spolehlivost vyjadřuje, jak vliv konstrukčních vlastností, tak i vlivy skutečného provozního zatížení i kvality obsluhy, údržby a oprav.

Zabezpečení spolehlivého provozu LT je vyjádřeno určitými technickými podmínkami, které zahrnují:

- konstrukční a funkční vlastnosti LT,
- provozní zatížení LT,
- vliv provozního prostředí,
- systém a kvalitu obsluhy, údržby a oprav po celý technický život LT.

Je tedy zřejmé, že pro kvalitu LT bude rozhodující především provozní spolehlivost, která by měla zabezpečovat požadovanou pohotovost LT i odpovídající ekonomičnost provozu. [4]

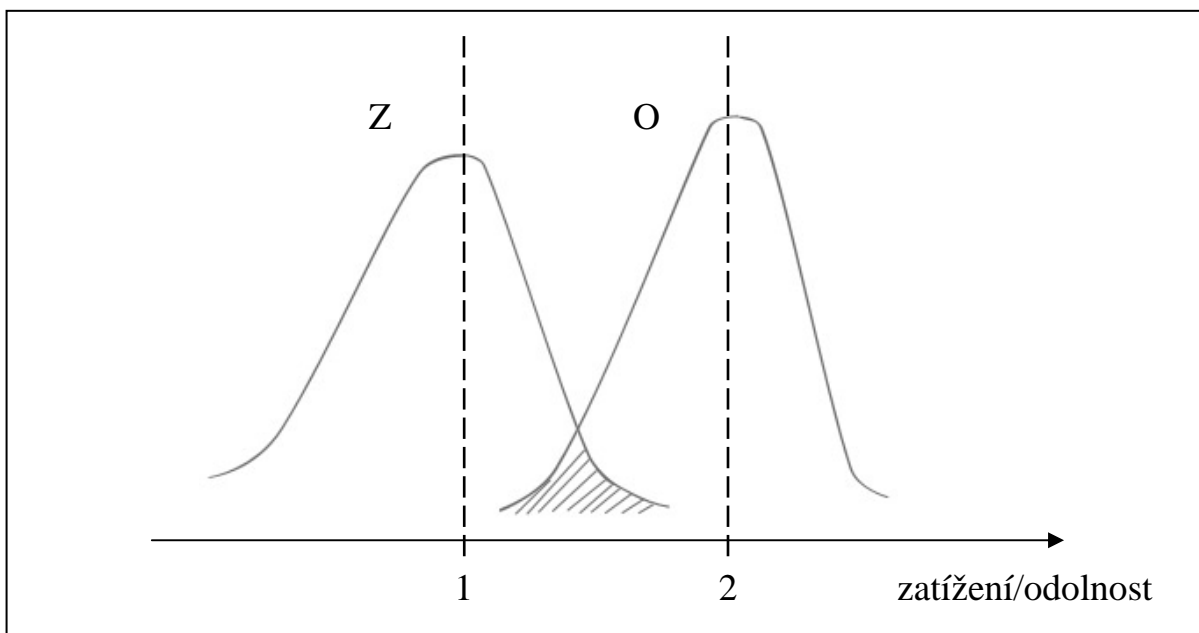
2.3.1 Vztah zatížení letadla, jeho odolnost a závad

Zatížení, které působí na letadlo během jeho provozu, se neustále mění. Tyto změny jsou ovlivňovány celou řadou faktorů provozního prostředí, ve kterém je provoz letecké techniky (LT) uskutečňován. I přes tyto velmi variabilní podmínky lze však pro daný typ letadla a daný charakter provozu (provozního prostředí) určit typické rozdělení pravděpodobnosti zatížení daného typu letadla.

Podobně ani odolnost konstrukce, vyjádřená například pevností, tuhostí apod. nebude identická u všech výrobků stejného typu. I zde však existuje určité rozdělení

pravděpodobnosti odolnosti, které je dáno závislostí na materiálu, výrobě i montáži. Lze tedy dokázat, že spolehlivost LT (závadovost), vystavené určitému zatížení, je možno vyjádřit z průběhu rozdělení pravděpodobnosti zatížení a odolnosti.

Obr. č. 11: Vztah zatížení a odolnosti konstrukce



Zdroj: [4]

Na obrázku č. 11 vyjadřuje křivka **Z** pravděpodobnost rozdělení zatížení dané konstrukce, kde bod **1** je její nejpravděpodobnější hodnota. Křivka **O** vyjadřuje pravděpodobnost rozdělení odolnosti této konstrukce a bod **2** je bodem nejpravděpodobnější odolnosti. Místo, kde dochází k překrytí obou křivek, je místem velkého zatížení a naopak nízké odolnosti, tedy znázorňuje oblast pravděpodobného vzniku závady. Tato pravděpodobnost je úměrná velikosti vyšrafované plochy.

Z uvedeného plyne:

- Pokud se obě křivky vzájemně protínají, vzniká pravděpodobnost závady, která by měla být co nejmenší a pokud možno nevýznamná ve srovnání s pravděpodobností jiných nebezpečí (chyba pilota apod.).
- Pravděpodobnost vzniku závady závisí jednak na vzdálenosti nejpravděpodobnějších hodnot zatížení a odolnosti, ale také na tvaru jejich rozdělení.
- Kritickou oblastí je šrafovaná plocha, kde se obě křivky překrývají. Stanovit pravděpodobnost závady s potřebnou přesností je však velmi obtížné pro nutnost provedení velkého počtu zkoušek odolnosti. Zvláště je to nemožné u složitějších

mechanických celků LT a proto při stanovení spolehlivosti složitých mechanických komplexů se využívá kombinace pravděpodobnostních a fyzikálních metod. [4]

Vzájemné působení zatížení konstrukce a její odolnosti vyvolává změny, které mohou být vratné či nevratné. **Vratné změny** nezpůsobují trvalé odchylky sledovaných vlastností a nemění funkční charakteristiky sledovaného objektu. **Nevratné změny** způsobují naopak trvalé odchylky požadovaných vlastností zařízení. Patří mezi ně *stárnutí*, *poškození*, *vady* a *závady*.

Stárnutí je proces, při kterém se s časem mění vlastnosti sledovaného objektu, aniž by byl přetěžován, případně vůbec zatěžován (např. stárnutí pryžových částí při skladování). Stárnutí tedy vede ke změnám vlastností zařízení nebo jeho částí.

Jako **poškození** se označuje narušení bezvadného stavu objektu vnějším zásahem, který vede k částečné nebo úplné ztrátě funkce. Zvláštním případem poškození jsou poškození únavová, způsobená proměnným zatěžováním částí v průběhu provozu.

Vady, jako odchylky stavu zařízení od požadavků daných technickými podmínkami, mohou být skryté nebo zjevné. Oba tyto druhy mohou být významné, tzn. že vedou k poruše objektu, nebo nevýznamné, které narušují sice bezvadnost zařízení, ale nezpůsobují ztrátu jeho provozuschopnosti.

Jako **závada** je označován stav zařízení (letecké techniky), kdy došlo ke ztrátě jeho provozuschopnosti bez ohledu na to, čím byla způsobena. Přitom může jít o stav od pouhého překročení povolených tolerancí až po úplnou destrukci zařízení.

Závady, které vedou bezprostředně k poškození, se dělí do dvou základních skupin:

1. *Závady vyvolané překročením mezního stavu.* Příkladem těchto závad je zatěžování konstrukce plynule narůstajícím zatížením, které způsobuje napětí a až do meze pevnosti materiálu vyvolává pouze určité poškození, nejvýše trvalou deformaci. Při překročení kritické hodnoty, kterou je v tomto případě mez pevnosti, dojde k porušení konstrukce.
2. *Závady způsobené kumulací poškození.* Působí-li na konstrukci proměnné zatížení, pak každá změna zatížení vyvolává v materiálu určitá dílčí vnitřní poškození. Tato se v materiálu kumulují a tím dochází k jeho degradaci. Toto poškození zůstává v materiálu i po zániku proměnného zatížení. Při dalším zatěžování je kumulace poškození tak velká, že dojde k destrukci konstrukce. [4]

Z uvedeného vyplývá, že při hodnocení spolehlivosti je nutno uvažovat i faktor času, zvláště v případech, kde působení stárnutí nebo únavy materiálu není zanedbatelné. V letectví má mimořádný význam pravděpodobnost vzniku závady vztažené na dobu jednoho letu nebo na období mezi pravidelnými prohlídkami LT. Stárnutí způsobuje zvýšení pravděpodobnosti vzniku závad. Teoreticky je možné stanovit mez vzniku závady s určitou pravděpodobností. Při dosažení této meze je nutno realizovat opatření k obnovení požadované úrovně spolehlivosti (výměna agregátu, preventivní údržba).

Nedílnou součástí problémů spojených s provozní spolehlivostí je tedy i její obnova. Obnova provozní spolehlivosti úzce souvisí s udržením požadované letové způsobilosti a tedy s problematikou údržby LT. Teorie spolehlivosti zatím neumožňuje v odpovídající míře řešení praktických úloh, které se týkají vztahu spolehlivosti a údržby. Proto jejich řešení vychází více či méně z úsudku a zkušeností, nebo-li ze sledování a vyhodnocování poznatků z provozu LT a z těsné spolupráce výrobce a uživatele.

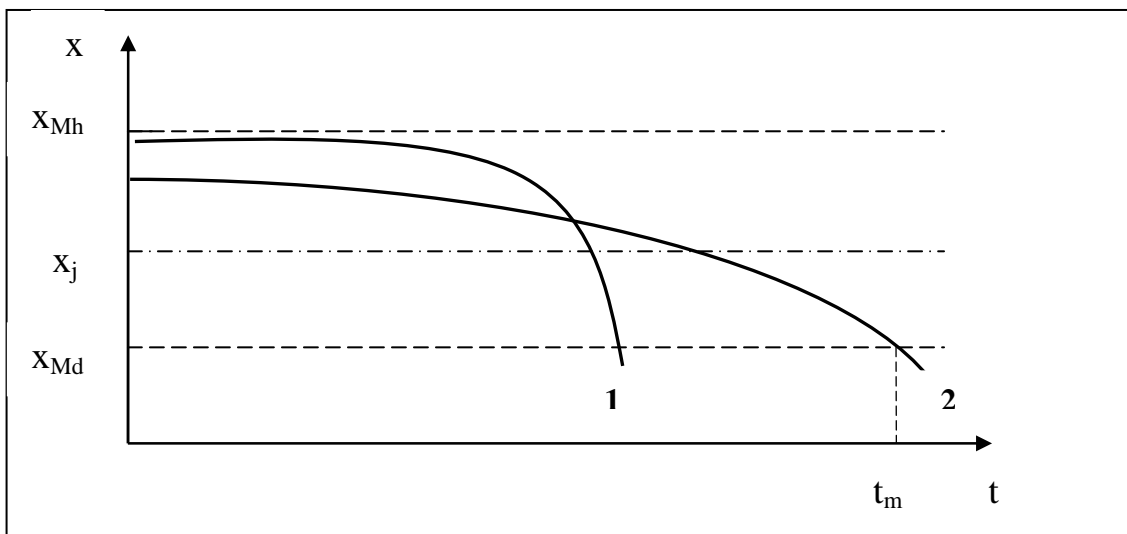
2.3.2 Údržba – součást spolehlivosti

Provozní spolehlivost je ovlivňována konstrukčními vlastnostmi letecké techniky (LT), působícím provozním zatížením, provozními podmínkami a kvalitou obsluhy, údržby a oprav LT.

Obsluha, údržba a opravy musí odpovídat charakteru i vlastnostem LT, jejímu zatížení v provozu i dalším podmínkám, ve kterých je provoz uskutečňován. S tím úzce souvisí i četnost prací prováděných na letecké technice, doba potřebná k jejich vykonání a v neposlední řadě i potřebné náklady. Je snahou, aby obnovení letové způsobilosti LT bylo dosahováno s pokud možno minimálními náklady.

Hlavní poslání obsluhy a údržby spočívá v předcházení závad (preventivní funkce údržby) a v odstraňování vzniklých závad (nápravná funkce údržby – opravy). Průběh vzniku závady v závislosti na době provozu je naznačen na obrázku č. 12.

Obr. č. 12: Průběh vzniku závady



Zdroj: [4]

Na obrázku č. 12 znázorňuje x charakteristický parametr, x_j jeho jmenovitou hodnotu, x_{Mh} horní mez parametru, x_{Md} dolní mez parametru a t_m mezní dobu provozu.

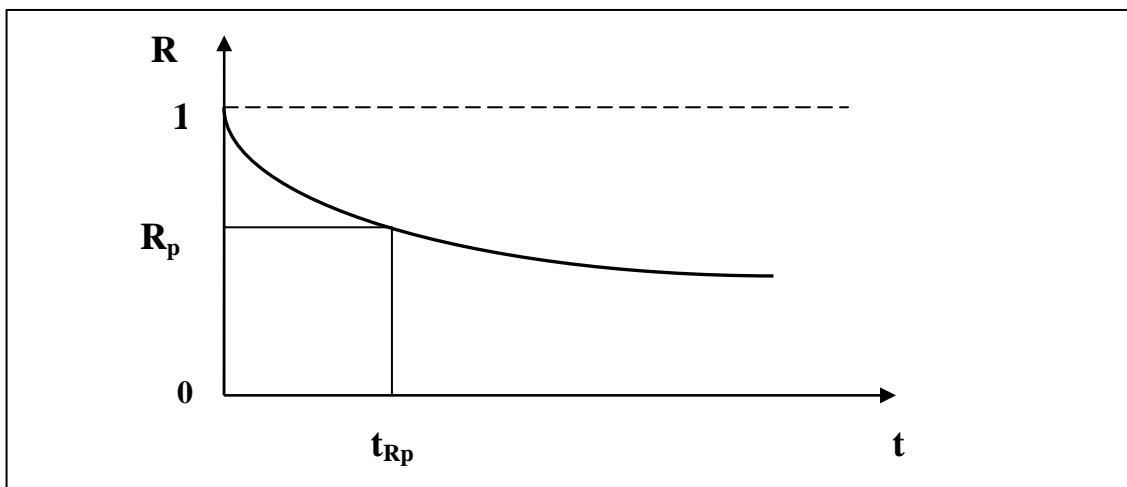
Křivka 1 znázorňuje *náhlou závadu* (závadu bez varování). Představuje skokový přechod ze stavu bezzávadového do stavu závady.

Křivka 2 představuje *postupnou závadu* (závadu s varováním). Závada vzniká překročením určité tolerance – meze. Její vývoj lze sledovat a předvídat okamžik, kdy dojde k překročení této meze. To umožňuje využití technické diagnostiky, což u náhlé závady není možné. [4]

2.3.3 Účinnost údržby řízené podle spolehlivosti

Sledování změn spolehlivosti v závislosti na době provozu (např. intenzity závad) poskytuje objektivní informace o jejím vývoji, změnách i nutnosti provádění údržby. Na obrázku č. 13 je znázorněno určení doby provedení údržby z průběhu pravděpodobnosti bezzávadové činnosti.

Obr. č. 13: Provedení údržby v závislosti na průběhu pravděpodobnosti bezzávadové činnosti

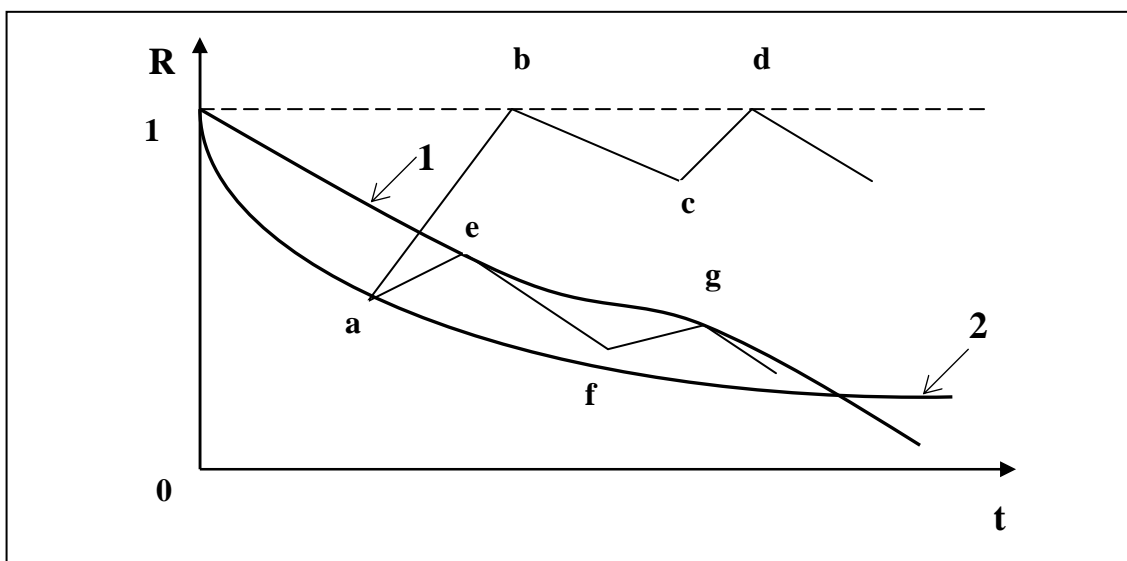


Zdroj: [4]

Obrázek ukazuje, že pravděpodobnost bezzávadové činnosti R zařízení s časem klesá. Pokles na požadovanou hodnotu pravděpodobnosti bezzávadové činnosti R_p určuje dobu t_{Rp} (doba provedení údržby při dosažení R_p), kdy je nutné přikročit k obnově spolehlivosti na předepsanou úroveň, tedy provést určité údržbové práce.

Účinnost údržby je dána rozsahem a kvalitou prováděných prací při obnově provozuschopnosti letecké techniky. Toto lze také vyjádřit rozdílem mezi *úplnou obnovou* (např. výměna vadného prvku za nový) a *částečnou obnovou* provozuschopnosti (např. seřízením prvku), přičemž systém jako celek stárne i nadále.

Obr. č. 14: Rozdíl mezi úplnou a částečnou obnovou provozuschopnosti systému



Zdroj: [4]

Údržba je realizována dvěma způsoby, což se projevuje i v jejím vlivu na spolehlivost. Tento vliv je znázorněn na obrázku č. 14, kde:

R – pravděpodobnost bezzávadové činnosti, **t** – doba provozu, **křivka 1** – stárnutí a opotřebení systému, **křivka 2** – náhodné závady, **a-b/c-d** – úplná obnova provozuschopnosti, **a-e/f-g** – částečná obnova provozuschopnosti.

Při *úplné obnově provozuschopnosti*, kdy vadný prvek je nahrazen novým, se stárnutím snížená spolehlivost plně obnoví. Na obrázku č. 14 je to naznačeno úseky *a-b* a *c-d*.

Částečná obnova provozuschopnosti provedená opravou prvku (např. seřízením), zvýší také spolehlivost, ale ne více, než odpovídá jeho stárnutí nebo opotřebení (jedná se o úseky *a-e* a *f-g*).

Změna pravděpodobnosti bezzávadové činnosti v dalším provozu mezi jednotlivými údržbovými pracemi (úseky *b-c* a *e-f*) je vyjádřena úseky exponenciály, průběh odpovídá křivce 2. Průběh změn pravděpodobnosti bezzávadového provozu na obr. č. 14 předpokládá, že všechny závadové prvky systému jsou zjištěny při plánovaných údržbových pracích. To znamená, že letadlo nevzlétne se skrytou vadou či poruchou. Předpokládá se pouze náhodný výskyt závad, nebo-li exponenciální pokles pravděpodobnosti bezzávadového provozu v letovém čase. [4]

2.3.4 Předpověď vzniku závad

Jednou ze základních podmínek zajištění provozní spolehlivosti je existence účinných opatření pro její udržení v požadovaných mezích. Existence těchto opatření vychází ze znalosti zákonitostí vzniku závad. Předpověď vzniku závad v praxi vyžaduje určení parametru charakteristického pro vznik závady, výběr vhodné měřicí a vyhodnocovací techniky a volbu metody předpovědi.

Parametry charakterizující vznik závad musí co nejvěrněji a nejpřesněji vyjadřovat nevratné změny vlastností sledovaných objektů. Současně musí umožňovat odhad přibližné doby vzniku závady.

Předpověď vzniku závad na letecké technice (LT) lze provést dvojím způsobem:

- na základě rozboru změn statistických charakteristik spolehlivosti (založena na analýze intenzity závad),
- na základě rozboru změny jednotlivých parametrů sledovaného systému (založena na sledování změny určujícího parametru nebo souboru parametrů). [5]

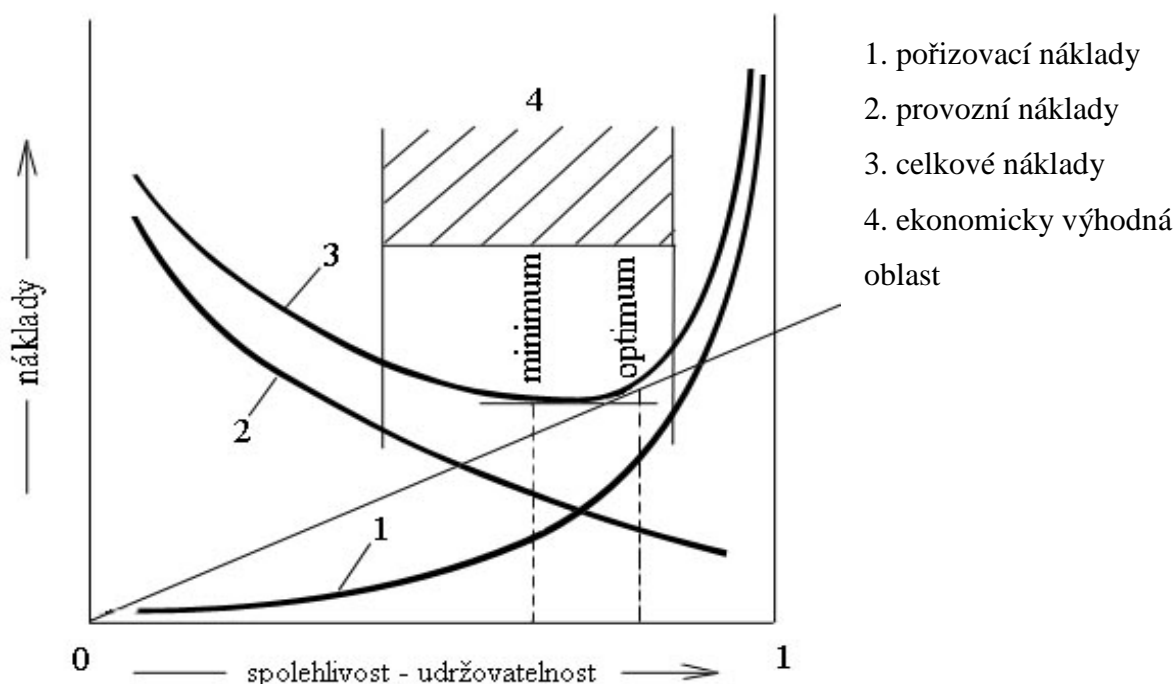
2.4 Metody údržby letecké techniky

Volba metod údržby letecké techniky je podmíněna dosažením vysoké spolehlivosti, bezpečnosti letu a vysoké efektivity provozu letecké techniky. Jde o požadavky, které jsou do určité míry v protikladu a v praxi se řeší kompromisem.

Obecně platí, že udržení vysoké spolehlivosti v provozu vytváří vysoké náklady na údržbu letecké techniky. Zvětšování rozsahu údržby při dané periodicitě vede k růstu nákladů na údržbu, což znamená, že se zvyšuje doba prostojů a snižuje se efektivnost provozu.

Dále požadavek vysoké spolehlivosti letecké techniky vede k nárůstu pořizovacích nákladů. Na obrázku č. 15 je vysvětlen vztah mezi pořizovacími náklady, provozními náklady a spolehlivostí letecké techniky.

Obr. č. 15: Závislost spolehlivosti – udržovatelnosti a nákladů



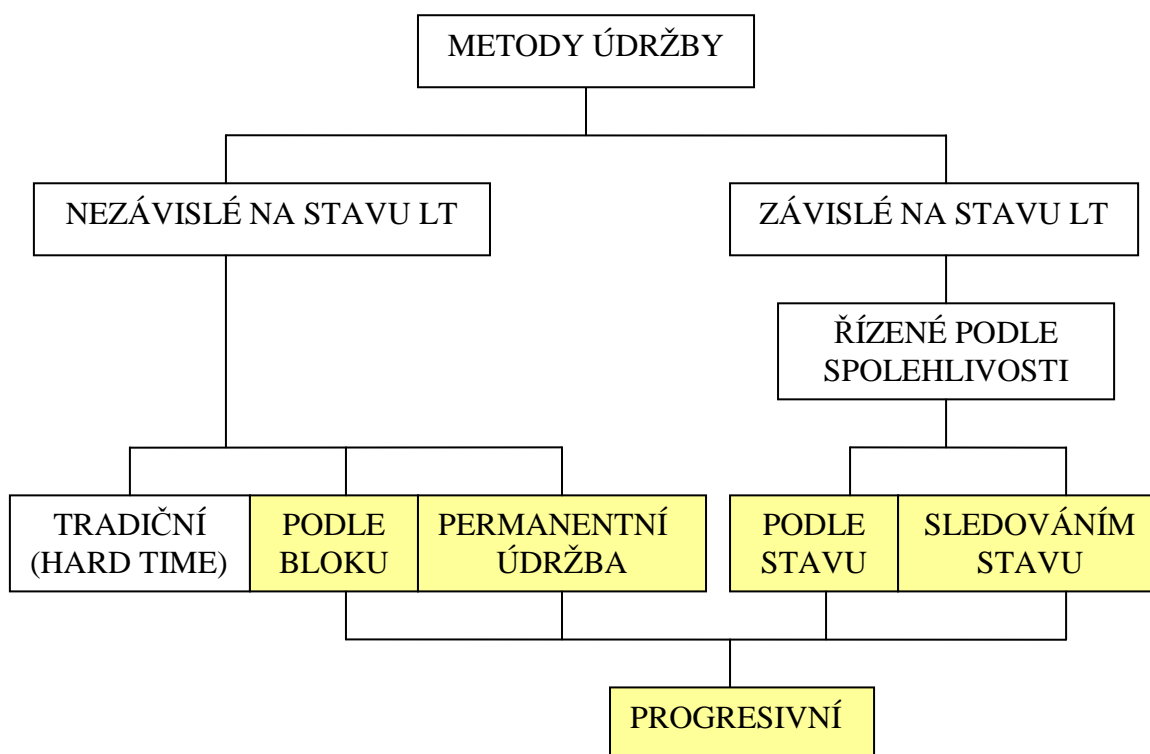
Zdroj: [4]

Pokud budeme od letecké techniky požadovat téměř stoprocentní spolehlivost, její pořizovací náklady (křivka 1) budou neúnosné. Provozní náklady jsou znázorněny křivkou 2 a klesají s rostoucí spolehlivostí (čím je letecká technika spolehlivější, tím nižší náklady na provoz a údržbu musí být vynakládány). V praxi se tedy přistupuje ke kompromisu, který je vymezen ekonomicky výhodnou oblastí (4). Ta je určena pomocí celkových nákladů (křivka 3). [4]

2.4.1 Rozdělení metod údržby

Údržba a její metody se vyvíjely v závislosti na nových technologiích používaných v letectví. Obrázek č. 16 znázorňuje základní rozdělení jednotlivých metod údržby.

Obr. č. 16: Základní rozdělení metod údržby



Zdroj: [4]

Metody nezávislé na stavu LT jsou charakterizovány:

- periodicky se opakujícími pracemi podle pevně stanovených intervalů,
- nízkou účinností prevence (nebere v úvahu skutečný stav, opotřebení, zatížení),
- subjektivností (klade požadavky na kvalifikaci pracovníků),
- vysokými náklady, značnou pracností a velkými prostoji.

Používají se především u částí, kde je opotřebení závislé na době provozu (hadice, lana, těsnění) a tam, kde nebyly vytvořeny podmínky, dovolující používat nové progresivní metody.

Obecně každá metoda údržby letecké techniky slouží k tomu, aby bylo preventivně zabráněno snížení spolehlivosti LT a bezpečnosti letu pod stanovenou mez. Vývoj metod

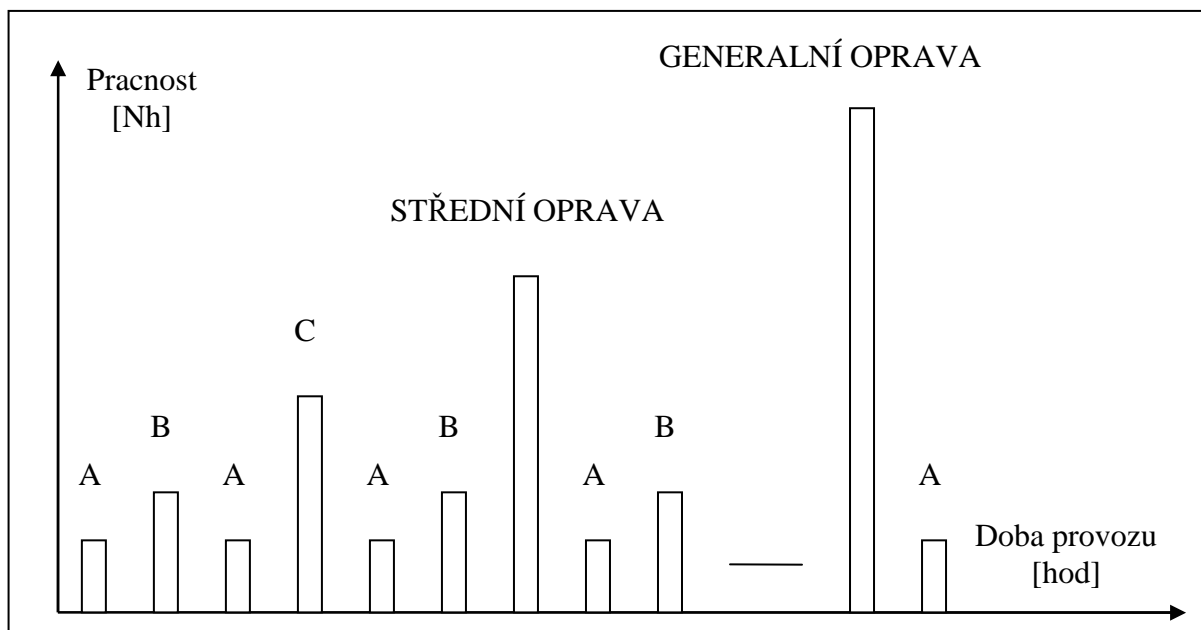
údržby je těsně svázán s vývojem letadla a jeho vybavení. Zdokonalování metod údržby předpokládá rozvíjení metod zajišťujících stále kvalitnější dosahování a udržování požadovaných charakteristik letecké techniky a zajišťujících v daných provozních podmínkách letovou způsobilost při maximální ekonomické účinnosti, tzn. dosáhnout požadovanou pohotovost letadel při vynaložení minimálních nákladů. [4]

2.4.2 Tradiční metoda údržby (HARD TIME)

Tato metoda údržby byla využívána v období, kdy ještě nebyly dostatečné znalosti v oboru teorie spolehlivosti. Nelze zde zaznamenat tendence k pokroku v údržbě.

Celý proces údržby je rozdělen do jednotlivých prací v pevně stanovených intervalech. Práce (A, B, C) se periodicky opakují. Vyšší obsah prací vždy obsahuje rozsah prací nižších. Grafické znázornění této metody je na obrázku č. 17.

Obr. č. 17: Časový průběh klasické – tradiční metody údržby LT



Zdroj: [4]

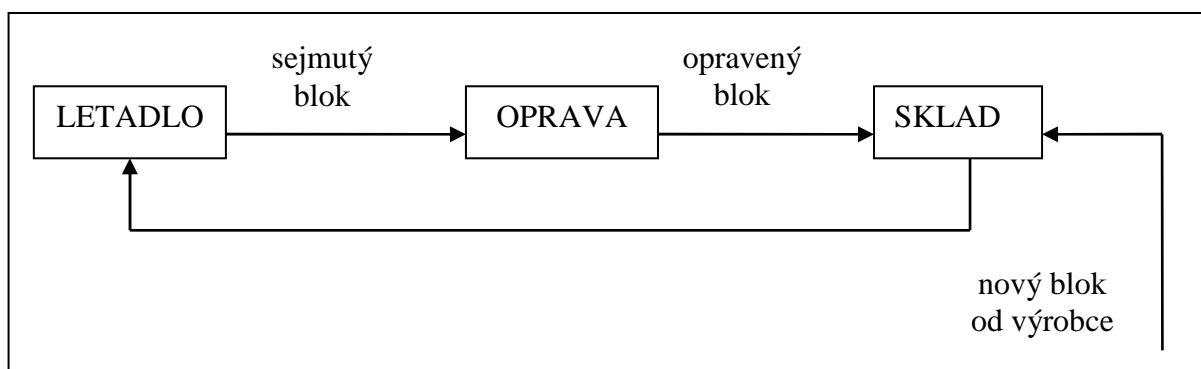
Nevýhodou této metody jsou velké prostoje letadel, narušené plánování provozu letadel a nedocenění zákonitostí vzniku závad. Jejich časové rozložení neodpovídá pevným intervalům prací, které jsou zde použity.

Metoda se využívá především pro nenáročnou kontrolní činnost (kde převažuje vizuální kontrola), výměnu agregátů a zařízení při dovršení technického resursu nebo po stanovené době (počtu letových hodin, počtu přistání). [4]

2.4.3 Metoda údržby podle bloků

Blokem se rozumí celistvý funkční celek, který lze z letadla demontovat a samostatně funkčně přezkoušet. Může být rozebíratelný na jednotlivé opravitelné nebo neopravitelné části. Podstata metody je založena na výměnném způsobu funkčních bloků, která se uskutečňuje po stanovené době provozu, vyhrazené k provádění údržby na letecké technice. Schéma postupu metody je na obrázku č. 18.

Obr. č. 18: Schéma metody údržby podle bloků



Zdroj: [4]

Mezi výhody metody patří podstatné snížení prostojů na příslušných stupních údržby, rychlá obnova provozuschopnosti a vytvoření předpokladů k prodloužení doby provozu mezi jednotlivými generálními opravami bez dopadu na spolehlivost.

Naopak nízká znalost charakteristik spolehlivosti a nízká úroveň bezdemontážní diagnostiky vede při provádění předepsaných prací k demontážním, funkčním kontrolám a zpětné montáži bloků, což je neefektivní. Praxe ukazuje, že většina sejmutých bloků (agregátů) je shledána jako bezzávadová. V důsledku možných chyb při montáži vznikají předpoklady pro vznik následných závad. [4]

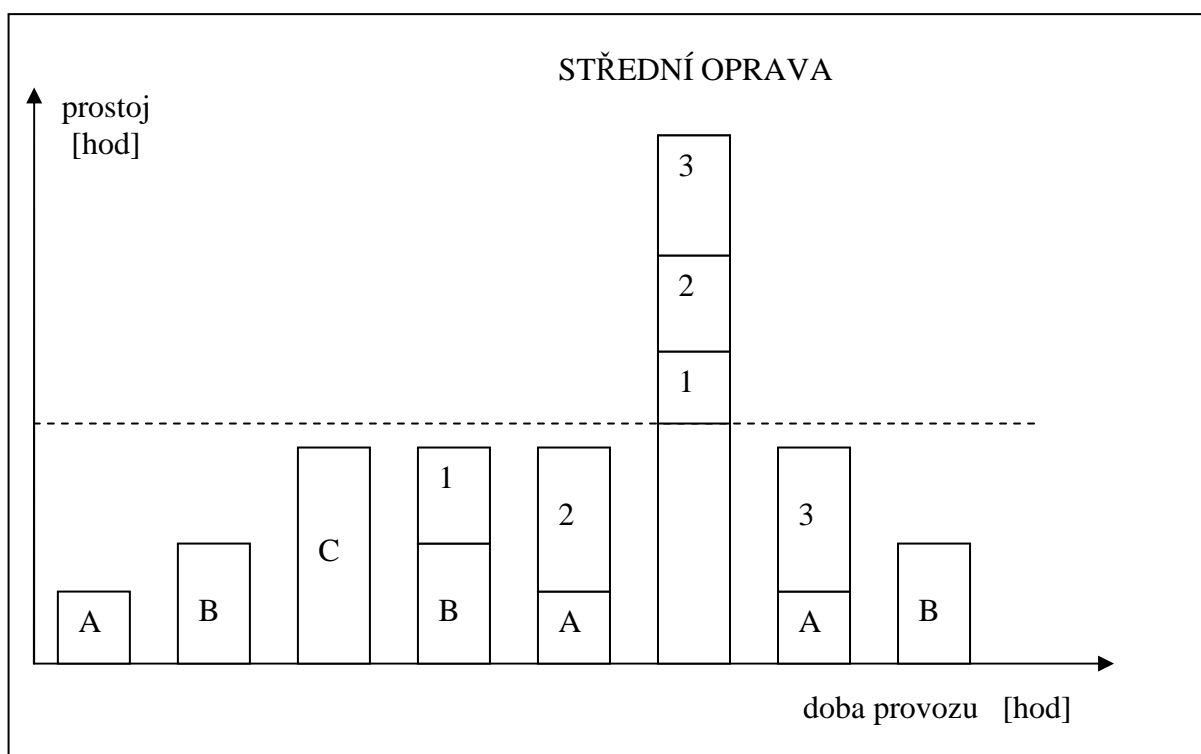
2.4.4 Metoda permanentní údržby

Při této metodě je proces generálních nebo středních oprav rozvržen do několika menších celků činnosti a tyto dílčí činnosti jsou uzavřeny a přiřazeny k pevně stanoveným pracím periodické údržby.

Výhodou metody je možnost zkracování prostojů tím, že rozsáhlé a přitom nezávislé údržbové práce se neprovádí průběžně. Tato metoda vytváří předpoklady pro rovnoměrné pracovní zatížení technického personálu a zvýšení efektivity vlastního provozu.

Nevýhodou je, že uživatel musí mít pro danou leteckou techniku kvalifikovaný personál, provozně technické prostředky a vybavení pro provádění generálních, případně středních oprav, přičemž vznikají problémy s nerovnoměrným využitím strojního parku a zkušebních zařízení. Snižuje se produktivita práce a rostou nároky na plánování činnosti technického personálu a jeho řízení. Metoda předpokládá vybudování těsných vazeb mezi uživatelem a leteckými opravami. [4]

Obr. č. 19: Schéma metody permanentní údržby



Zdroj: [4]

Základem metod závislých na stavu letecké techniky je poznání skutečných vlastností LT, možnost plynule kontrolovat stav systému za provozu a provádění zásahů s maximální účinností jen tam a tehdy, kdy je to nutné. Metody využívají závěry statistických rozborů provozních zkušeností. Metodologickým základem je teorie spolehlivosti a technická diagnostika.

Pro zavedení těchto metod je tedy třeba znát skutečné vlastnosti LT, dále znát vliv provozních podmínek a jejich působení na LT. Neméně důležitým je výběr provozních

parametrů s informacemi, které v maximální míře charakterizují okamžitý stav udržovaného objektu. Nezbytné je také zavedení sběru a zpracování informací o spolehlivosti a efektivnosti provozu.

Nedostatky metod údržby nezávislých na stavu LT si vynucují kvalitativní změny v metodách údržby, které by měly maximálně objektivní charakter, daný především využíváním systému pro registraci stavu LT, včetně zásad technické diagnostiky a prognostiky. Cílem těchto metod je v daných provozních podmínkách dosáhnout zajištění požadované letové způsobilosti s maximální ekonomickou účinností, tedy dosáhnout stanovené pohotovosti k letu při vynaložení minimálních prostředků na jejich provoz.

Získávání velkého množství objektivních údajů o LT vede zákonitě ke zvyšování letové nezpůsobilosti letadel a tím i ke snižování pohotovosti v důsledku oprav. Proto je nutné vzít v úvahu i skutečnost, že bezpečný let je možný i s určitými závadami. Zásadní je v těchto případech objektivní posouzení nebezpečí, které hrozí letadlu za letu s určitou porušenou částí, přičemž je nutno vzít v úvahu i možné způsoby zálohování. Při údržbě LT podle spolehlivosti se rozhoduje, které úkony oprav musí být provedeny okamžitě (před letem) a které je možno provést v příznivějších podmínkách (např. v leteckých opravnách).

Součástí progresivních metod údržby jsou *programy údržby LT*, které vyplývají z pravidel a norem údržby a zahrnují:

- Detailní rozbor konstrukce letadla a jeho systémů (z hlediska kvalifikace jednotlivých činností) a rozhodnutí o optimálním způsobu jejich údržby z hlediska zabezpečení požadované úrovně provozní spolehlivosti. Převážná část údržbových činností může být zařazena do údržby řízené podle spolehlivosti a jen menší část vyžaduje pevně stanovený interval provozní doby.
- Hodnocení, které vychází ze znalosti skutečných vlastností letecké techniky, z vymezení intervalů periodických forem údržby, kontrol funkce a kontrol prováděných speciálními diagnostickými zařízeními. Dále vychází ze zdůvodněného provádění jednotlivých operací údržby a ze závěrů statistických rozborů výsledků dosahovaných v provozu.

V současnosti se metody údržby řízené podle spolehlivosti dělí na:

1. Údržbu podle stavu (OC – On Condition).
2. Údržbu sledováním stavu (CM – Condition Monitoring).

Obě tyto metody řeší základní problém mezi spolehlivostí a dobou provozu. [4]

2.4.5 Metoda údržby letecké techniky (LT) podle stavu

Tato metoda je založena na plynulém nebo periodickém zjišťování technického stavu letadlových celků pomocí kontrolních přístrojů nebo zařízení.

Technický stav je charakterizován určitými příznaky, které lze vyjádřit kvalitativně nebo kvantitativně. Kvantitativní vyjádření představuje konkrétní parametry (otáčky, tlaky, teploty atd.). U této metody se provádí porovnání parametrů určujících stav s předepsanými hodnotami. Jsou-li skutečné parametry mimo předepsané tolerance, přijímají se nápravná opatření (oprava). Údržba se tedy provádí pouze při změně charakteristických parametrů nebo v případě závady. Metoda vyžaduje použití prostředků objektivní kontroly především na zemi, u vybraných celků, ale i za letu.

Mezi přednosti této metody patří její ekonomická výhodnost, menší pracnost, nižší nároky na kvalifikaci pracovníků či zkrácení prostojů LT. Nezanedbatelná je i úspora spotřebního materiálu a náhradních dílů. Ve výsledku tedy zvýšení efektivity provozu LT.

Nevýhodou metody je nutnost vybavení letadla poměrně drahou a hmotnou kontrolní a registrační technikou. Navíc i správně pracující celky jsou trvale podrobovány kontrole a registraci. [4]

2.4.6 Metoda údržby letecké techniky (LT) sledováním stavu

Metoda je někdy nazývána metodou „údržby v závislosti na závadách“ nebo je také známa pod názvem „létej do závady“.

Metoda je založena na kontrole technického stavu v pravidelných intervalech během provozu. Předpokládá se, že změny stavu bude možno včas podchytit a předejít tak možnosti vzniku kritické závady za letu. Klade vysoké nároky na kontrolně vyhodnocovací systém.

Aplikace metody předpokládá využívání znalostí o průběhu charakteristických změn parametrů u sledovaného objektu během provozu, kdy preventivní výměna by byla neekonomická, riziko závady je minimální a případný vznik náhlé závady se nevyklučuje, ale nezpůsobí katastrofu. V úvahu se bere i zálohování celků. Zařízení objektivní kontroly musí správně a včas upozornit posádku na místo i charakter změny stavu (závady). [4]

3. Zhodnocení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky

Ideálním stavem pro leteckou společnost by byla stoprocentně spolehlivá letecká flotila tvořená leteckou technikou (LT), která nepodléhá závadovosti a je stále a nepřetržitě provozuschopná. Jak již ale bylo uvedeno na obrázku č. 15, pořizovací náklady na leteckou flotilu by se v takovémto případě vyšplhaly na neúnosnou hladinu.

Ve skutečnosti letecká technika, stejně jako jakýkoliv jiný technický celek, závadovosti podléhá. Z toho plynou letecké společnosti ztráty. Mezi základní můžeme zařadit ztráty časové a finanční. Časové ztráty jsou způsobeny odstavením LT z důvodu její neprovozuschopnosti do doby, než dojde příslušnou údržbou (popřípadě opravou) k obnově provozuschopného stavu. Finanční ztráty vyplývají právě z těchto časových ztrát, kdy dojde ke snížení disponibility letadlového parku a letecká společnost tak přijde o plánovaný zisk. Dále je nutno počítat s finančními prostředky, které jsou vynakládány na údržbu (opravy) letecké techniky.

3.1 Bilance časového fondu letadla

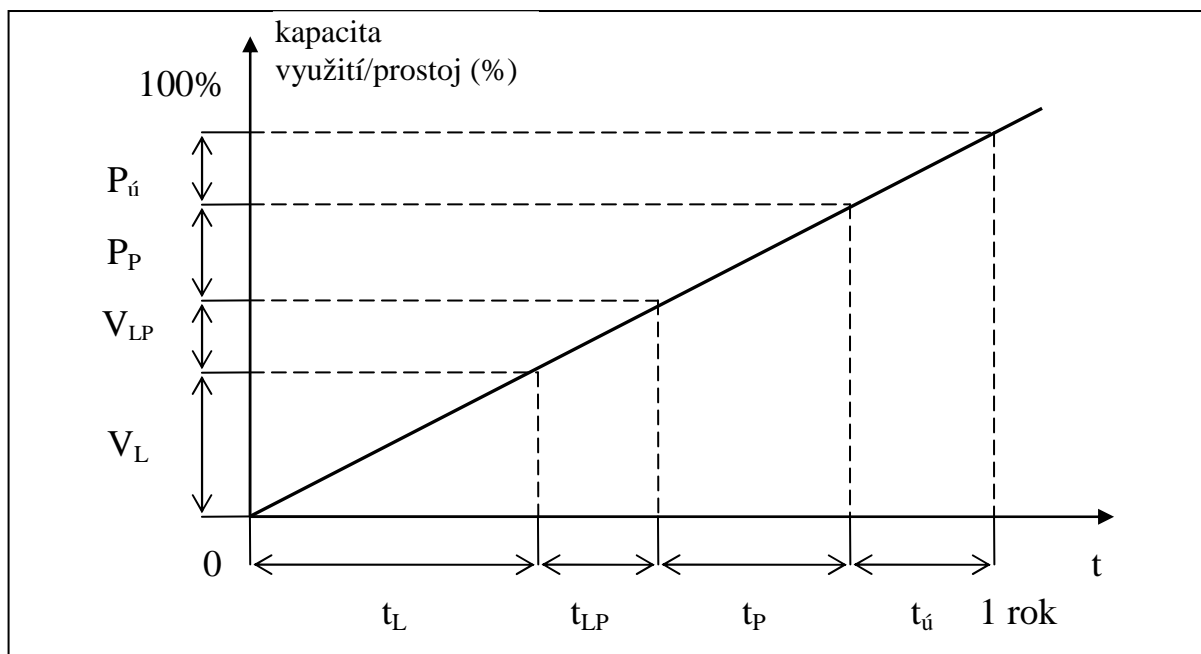
Letadla jsou po dobu technického života zařazeny do provozního cyklu, který zahrnuje řadu konfigurací (stavů), v nichž se mohou nacházet. Základní provozní konfigurace letadel jsou *let (provozuschopný stav)* a *prostož (neprovozuschopný stav)*. Cílem letecké společnosti je udržování letecké techniky (LT) po co nejdelší dobu v provozuschopném stavu.

Proces přípravy letadla k letu, obnovy provozuschopnosti a kvalifikovaných oprav zahrnuje značný rozsah prací, jejichž předpokládaná doba trvání bude podstatně záviset na technologičnosti letadla. Tento rozsah prací se kvantitativně vyjadřuje a určuje pomocí provozních charakteristik letadla.

Provozní charakteristiky jsou vlastnosti letadla, určující jeho přizpůsobivost provozu, ale také stanovení využitelnosti, spolehlivosti, obnovitelnosti a opravitelnosti.

Schéma bilance ročního časového fondu letadla je na obrázku č. 20.

Obr. č. 20: Bilance ročního časového fondu letadla



Zdroj: [5]

t_L - celkový počet nalétaných hodin letadla za rok, V_L - procentuální podíl využití letadla z celkové kapacity využití/prostoj, t_{LP} - doba prostojů letadla v provozuschopném stavu (doba přípravy k opakovanému letu), V_{LP} - podíl využití letadla připadající na prostoj letadla v provozuschopném stavu, t_P - doba prostojů při zaparkovaném letadle, P_P - podíl připadající na prostoj při zaparkovaném letadle, t_u - doba prostojů při údržbě (opravě) letadla, P_u - podíl připadající na prostoj při údržbě (opravě) letadla

Bilance ročního časového fondu letadla je vhodný nástroj pro posouzení efektivity využití letadlového parku leteckých dopravců. Letecké společnosti by se měly snažit maximalizovat úsek V_L (t_L), tedy úsek kdy je letadlo v provozu a letecké společnosti vydělává. Naopak snahou leteckého dopravce je vhodnými organizačními zásahy (sestavení efektivnějšího letového řádu, vhodnější přidělování letadel na jednotlivé linky) co nejvíce zmenšit úseky V_{LP} (t_{LP}) a P_P (t_P) tak, aby se snížily doby, kdy je letoun provozuschopný, ale nevyužívaný. Poslední nežádoucí úsek P_u (t_u) je způsoben závadovostí letecké techniky. Letoun je v tomto případě neprovozuschopný a musí na něm být provedena příslušná údržba či oprava. Tento úsek lze minimalizovat vhodným rozložením jednotlivých údržbových prací, popřípadě vhodnějším nasazením pracovních sil.

Pro posouzení efektivity využití LT lze ještě použít následující dva vztahy:

- *Koeficient využití:*
$$k_v = \frac{t_L}{t_L + t_{ob}},$$
 kde t_{ob} je celkový průměrný čas k obnovitelnosti provozuschopnosti a vypočte se jako $t_{ob} = t_{LP} + t_u + t_p$.

- *Koeficient prostoje:*
$$k_p = \frac{t_{pr}}{t_{pr} + t_L},$$
 kde t_{pr} je celková doba prostoje LT.

Z uvedených vztahů vyplývá, že čím je menší čas prostoje, popřípadě čas potřebný na obnovitelnost provozuschopnosti, tím více je LT využitelná pro plnění daných úkolů. Dané koeficienty také svědčí o kvalitě obsluhy, údržby a prováděných oprav na LT. [5]

3.2 Náklady na údržbu letecké techniky

Náklady na údržbu tvoří z celkových provozních nákladů leteckých společností přibližně 10 - 20 %. Jsou závislé především na tom, zda si letecký podnik provádí údržbu vlastními silami a prostředky, nebo využívá služeb jiných leteckých dopravců.

Pokud je údržba prováděna vlastními silami, je nutné zvažovat optimalizaci nákladů na údržbu již při výběru LT. Rozmanitost letadlového parku vyžaduje velký počet specializovaných dílen, početný kvalifikovaný personál a rozsáhlé sklady náhradních dílů. Tím jsou samozřejmě náklady na údržbu a opravy zvyšovány. V takovém případě se pro snížení vlastních nákladů hledají další letecké společnosti, které požadují podobné služby údržby daných typů LT. Je také možné využít služeb údržby od jiných leteckých dopravců, nebo specializovaných firem, což však může být dražší než vlastní servis.

Při optimalizaci nákladů údržby je třeba splnit požadavek, aby prostředky vynakládané na údržbu byly v souladu s přínosy, které údržba přináší. Jde o jednoduché ekonomické zhodnocení, zda roční náklady na preventivní údržbu jsou v rozumném poměru k riziku, kterému by údržba zabránila. Riziko je spojeno se vznikem nežádoucí události bez ohledu na to, zda hodnotíme její následky z hlediska bezpečnosti, ekologie nebo finančních ztrát.

Prostředky vynakládané na údržbu by tedy měly být úměrné riziku spojenému s poruchou letadel a letadlových systémů. Vnější vlivy (přírodní jevy, lidský zásah a jiný charakter vlivů) nejsou při tom uvažovány. Při optimalizaci musí být vždy zvažovány všechny kategorie následků spojených s provozem a poruchami letadel a letadlových systémů

(ekonomické, zdravotní, bezpečnostní, ekologické a podobně). Tyto kategorie následků jsou pak převáděny do finančního ocenění pro účely porovnání s náklady na údržbu. [1]

Údržba se může pohybovat mezi dvěma krajními polohami:

- tzv. *nulová (žádná) údržba*, kdy je letadlo provozováno až do závady,
- tzv. *maximalistická údržba*, kdy je letadlo provozováno (teoreticky) bez závad.

V prvním případě jsou náklady na údržbu nulové a finanční ztráty dopravci plynou pouze následkem závad. Při *maximalistické údržbě* jsou naopak ztráty v důsledku závad nulové, ale jsou vynakládány značné prostředky na monitorování stavu LT a preventivní údržbu.

Ve skutečnosti se však údržba pohybuje mezi uvedenými polohami. Efektivnost údržby lze vyjádřit tzv. *indexem efektivnosti údržby I*.

$$I = \frac{R_{NO} - R_{UO}}{N_{PU}} \quad , \text{ kde } R_{NO} - \text{riziko neudržovaného letadla (bez preventivní údržby),}$$
$$R_{UO} - \text{riziko udržovaného letadla (s preventivní údržbou),}$$
$$N_{PU} - \text{náklady na preventivní údržbu.}$$

Je zřejmé, že riziko letadla, na kterém není prováděna preventivní údržba, je dáno velikostí následků závady a pravděpodobností vzniku závady neudržovaného letadla:

$$R_{NO} = \frac{N_F}{T_{NO}} \quad , \text{ kde } N_F - \text{následky závad ve finančním ocenění v Kč za rok,}$$
$$T_{NO} - \text{střední doba mezi závadami neudržovaného letadla.}$$

Pro riziko preventivně udržované LT platí vztah:

$$R_{UO} = \frac{N_F}{T_{UO}} \quad , \text{ kde } T_{UO} - \text{střední doba mezi závadami udržovaného letadla.}$$

Z uvedeného vyplývá, aby měla preventivní údržba ekonomické opodstatnění, index efektivnosti údržby musí být větší než 1, tedy:

$$I = \frac{R_{NO} - R_{UO}}{N_{PU}} = \frac{\frac{N_F}{T_{NO}} - \frac{N_F}{T_{UO}}}{N_{PU}} > 1$$

Pro posouzení efektivnosti prováděné údržby je tedy třeba znát čtyři parametry. Nejméně problematické je získání hodnoty N_{PU} , jelikož náklady na údržbu jsou evidovány ekonomickým úsekem letecké společnosti. Ostatní hodnoty se získávají v rámci analýzy rizik. Parametry T_{NO} a T_{UO} jsou získávány statistickými metodami a z údajů naměřených v provozu a hodnota N_F formou odhadů či výpočtu ztrát.

Optimalizace údržby poté probíhá volbou vhodných metod preventivní údržby, kterými je u jednotlivých závad dosaženo prodloužení střední doby mezi závadami nebo snížením nákladů na údržbu tak, aby byla efektivní. [1]

3.3 Zhodnocení finančních ztrát v závislosti na zpoždění letu

Vyčíslit finanční ztráty způsobené zpožděním letu není snadnou úlohou. Do této kalkulace vstupuje mnoho parametrů. Je třeba započítat náklady na palivo, údržbu, posádku a dále letištní poplatky a náklady provozovatele na cestující, které jsou v závislosti na zpoždění navýšeny. Dále je třeba uvažovat, v jaké fázi letu toto zpoždění nastane. Zda je letadlo opožděno za letu po trati, za letu při vyčkávání, případně při pojiždění nebo je zpožděno na stojánce. Tím je ovlivněno procentní zastoupení jednotlivých druhů nákladů. Pokud je například let zpožděn na stojánce, vyšší měrou se podílejí na finančních ztrátách dopravce letištní poplatky, než náklady na palivo, které budou v tomto případě zanedbatelné. Při zdržení letadla při letu po trati bude rozložení těchto finančních ztrát opačné.

V tabulkách č. 4 a č. 5 je uvedeno několik typových příkladů procentního rozložení jednotlivých nákladů tak, jak se podílí na tvorbě celkových finančních ztrát leteckého dopravce při zpoždění letu. Příklady jsou namodelovány na 15, respektive 65 minutové zpoždění letu, a to jak na zemi, tak za letu pro širokotrupé letouny.

Tab. č. 4: Procentní rozložení nákladů podílejících se na tvorbě finančních ztrát leteckého dopravce při zpoždění širokotrupého letadla

Zpoždění	Palivo	Údržba	Posádka	Let. poplatky	Cestující
15 min. na zemi	4 %	3 %	41 %	12 %	40 %
65 min. na zemi	1 %	1 %	13 %	1 %	84 %
15 min. za letu	55 %	3 %	21 %	0 %	21 %
65 min. za letu	16 %	1 %	11 %	0 %	72 %

Zdroj: [6]

V tabulce č. 5 je uvedeno totéž procentní rozložení jednotlivých nákladů, ale pro úzkotrupé letouny.

Tab. č. 5: Procentní rozložení nákladů podílejících se na tvorbě finančních ztrát leteckého dopravce při zpoždění úzkotrupého letadla

Zpoždění	Palivo	Údržba	Posádka	Let. poplatky	Cestující
15 min. na zemi	3 %	4 %	42 %	7 %	44 %
65 min. na zemi	1 %	1 %	14 %	1 %	83 %
15 min. za letu	52 %	4 %	22 %	0 %	22 %
65 min. za letu	13 %	1 %	11 %	0 %	75 %

Zdroj: [6]

Letecké společnosti vycházejí při vyhodnocování finančních ztrát v důsledku zpoždění letu ze zprávy *Evaluating the true cost to airlines of one minute of airborne or ground delay*. Tato zpráva byla zpracována Skupinou dopravních studií (Transport Studies Group) Westminsterské univerzity v roce 2004 pro bruselský Eurocontrol (Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu). Studie se snaží vyhodnotit skutečné náklady leteckých dopravců na jednu minutu zpoždění letu (na zemi nebo ve vzduchu).

Příklad použití této studie při vyčíslení finančních ztrát v závislosti na zpoždění letu je na obrázku č. 21.

Obr. č. 21: Vyčíslení finančních ztrát v důsledku zpoždění letu

typ letounu	celkové zpoždění (min)	celkové náklady zpoždění (€)	zpoždění 0-15 min	zpoždění 16-65 min	zpoždění > 66 min	náklady na zpoždění 0-15 min	náklady na zpoždění 16-65 min	náklady na zpoždění >66 min	náklady na min. zpoždění (€)		
									0 - 15 min	16 - 65 min	> 66 min
A310	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	1,2198	19,3808	120,7710
A320	25	354,22	0	25	0	0,00	354,22	0,00	0,9954	14,1686	91,4970
A321	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	1,0438	15,2928	97,8110
B734 charter	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	1,0262	14,8840	95,5150
B734	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,9470	13,0444	85,1830
B735	10	7,89	10	0	0	7,89	0,00	0,00	0,7886	9,3652	64,5190
AT72	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,5950	4,8684	39,2630
AT42	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,5158	3,0288	28,9310
flotila celkem	35	362,10									

Zdroj: ČSA

3.4 Vyhodnocení závadovosti letecké techniky u leteckého dopravce

Metodika vyhodnocení závadovosti letecké techniky u leteckého dopravce spočívá ve vyčíslení *střední doby bezzávadové činnosti za letu*, resp. *střední doby bezzávadové činnosti celkem*. Jednotlivé ukazatele se získají následovně:

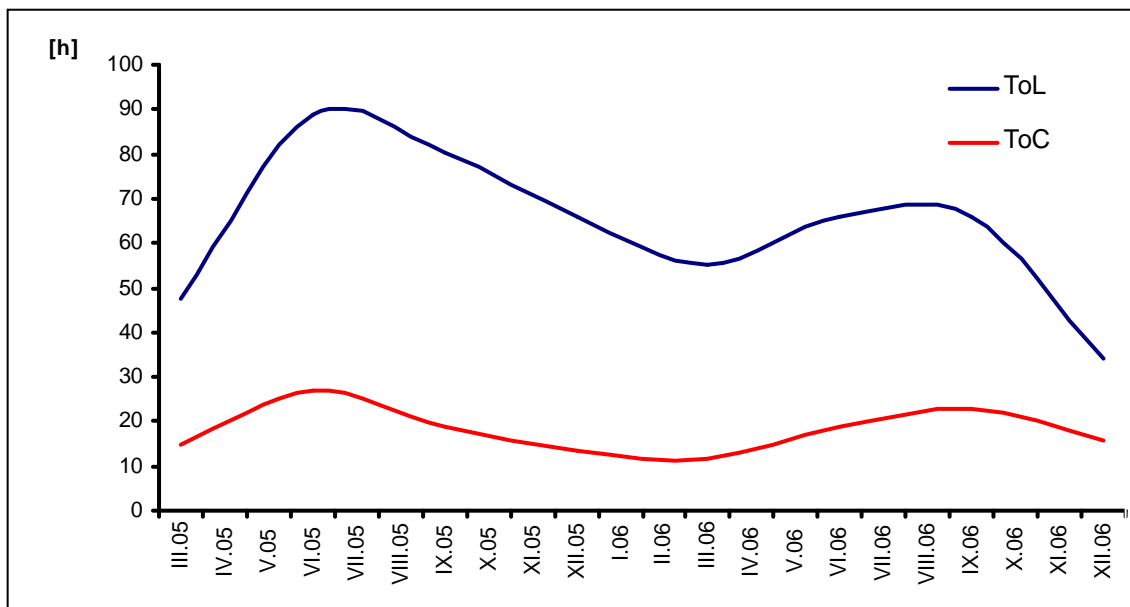
- střední doba bezzávadové činnosti za letu $ToL = \frac{\text{technický nálet}}{\text{závady za letu}}$ [h],
- střední doba bezzávadové činnosti celkem $ToC = \frac{\text{technický nálet}}{\text{závady celkem}}$ [h].

Hodnoty potřebné pro výpočet, tedy technické nálety, závady na zemi a závady celkem, které se vypočítají jako součet závad za letu a závad na zemi, si každý letecký dopravce eviduje pro svoji potřebu. Jednotlivé střední doby bezzávadové činnosti lze vypočítat jak pro jednotlivé typy, tak pro letecký park celkem.

Tyto ukazatele vypovídají o využití letecké techniky a efektivitě prováděné údržby a oprav. Čím ukazatelé dosahují vyšších hodnot, tím lépe dokáže letecká společnost využívat svůj letadlový park. Letecký dopravce by měl zavádět takové standardy údržby a provozu, při kterých mají střední doby bezzávadové činnosti v dlouhodobější perspektivě rostoucí tendenci.

Na obrázku č. 22 jsou znázorněny průběhy středních dob bezzávadové činnosti ToC a ToL celého leteckého parku v průběhu dvou let.

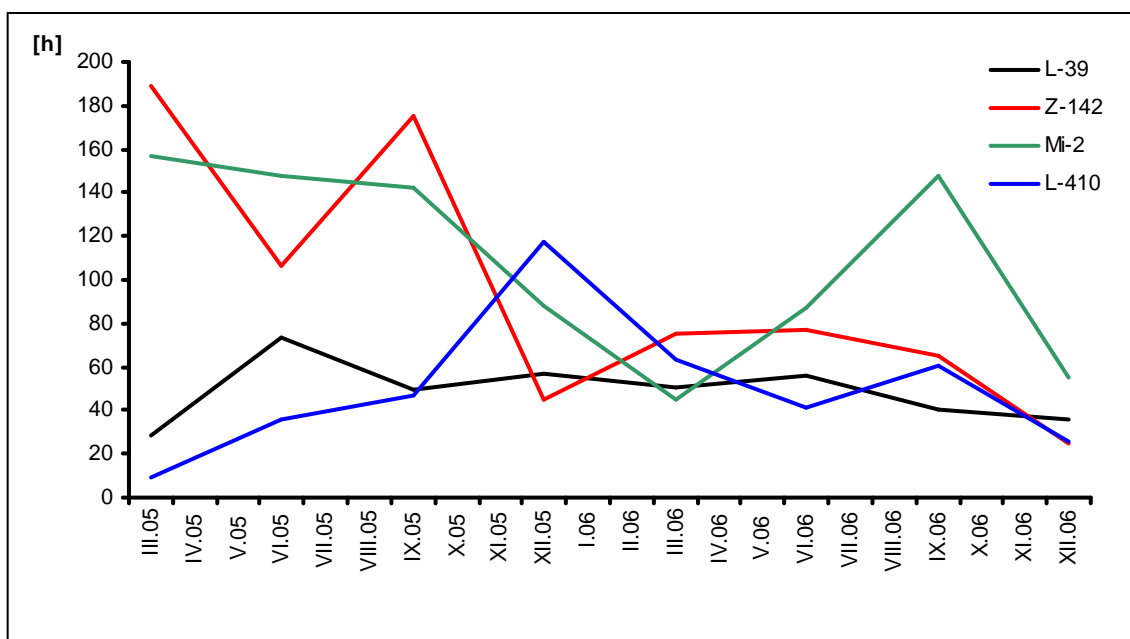
Obr. č. 22: Průběhy ukazatelů ToL a ToC během období dvou let



Zdroj: AČR

Na obrázku č. 23 jsou střední doby bezzávadové činnosti za letu ToL pro jednotlivé typy letounů za stejné dvouleté období.

Obr. č. 23: Průběh ToL jednotlivých typů letounů během období dvou let



Zdroj: AČR

Výpočtové tabulky pro obrázky č. 22 a č. 23 jsou uvedeny v příloze č. 1.

4. Návrh opatření na snížení ztrát způsobených závadovostí letecké techniky

Pokud se na letounu vyskytne závada, je letoun odstaven z provozu a leteckému dopravci vzniká problém se zpožděním letu. Letecký dopravce má v tento okamžik několik možných způsobů řešení tohoto problému.

První možností je okamžité nasazení rezervního letadla, které převezme cestující a provede let místo odstaveného letounu. Takovéto pohotové řešení problému je pro cestující nejpříjemnější, avšak pro leteckou společnost je vydržování takovéto rezervní flotily letadel velmi drahé a ne každý letecký dopravce si ji může dovolit.

Druhým řešením, nejextrémnějším, je takovýto let zrušit. Letecký dopravce se však tomuto řešení vyhýbá, neboť by přišel o zisk, byl by nucen vyplatit náhrady (viz. Příloha č. 3) a rozhodně by nezvýšil svoji oblíbenost mezi cestujícími, což by mohlo vést až ke snížení poptávky u tohoto dopravce.

Třetí možností je využít služeb jiného leteckého dopravce. Z hlediska cestujících je řešení přijatelné, avšak původní letecká společnost přijde o zisk a navíc vhodný náhradní spoj jiného leteckého dopravce nemusí být k dispozici (je třeba, aby náhradní spoj odpovídal aspoň přibližně časem odletu, počtem volných míst a určenou destinací).

Dále bude navrhnout způsob, jak správně určit, zda se ještě vyplatí čekat na opravu daného letadla se závadou, nebo vypravit jiný (rezervní) letoun, který převezme cestující a dopraví je do dané destinace. Určující je samozřejmě ekonomická stránka věci, tedy to, co bude pro leteckého dopravce méně nákladné. Aktuálnost tohoto tématu potvrzuje zpráva *Evaluating the true cost to airlines of one minute of airborne or ground delay* (viz kapitola 3.3), v níž se odhad celkových nákladů vzniklých v důsledku zpoždění letů v Evropě za rok 2002 pohybuje mezi 840 a 1 200 miliony Euro.

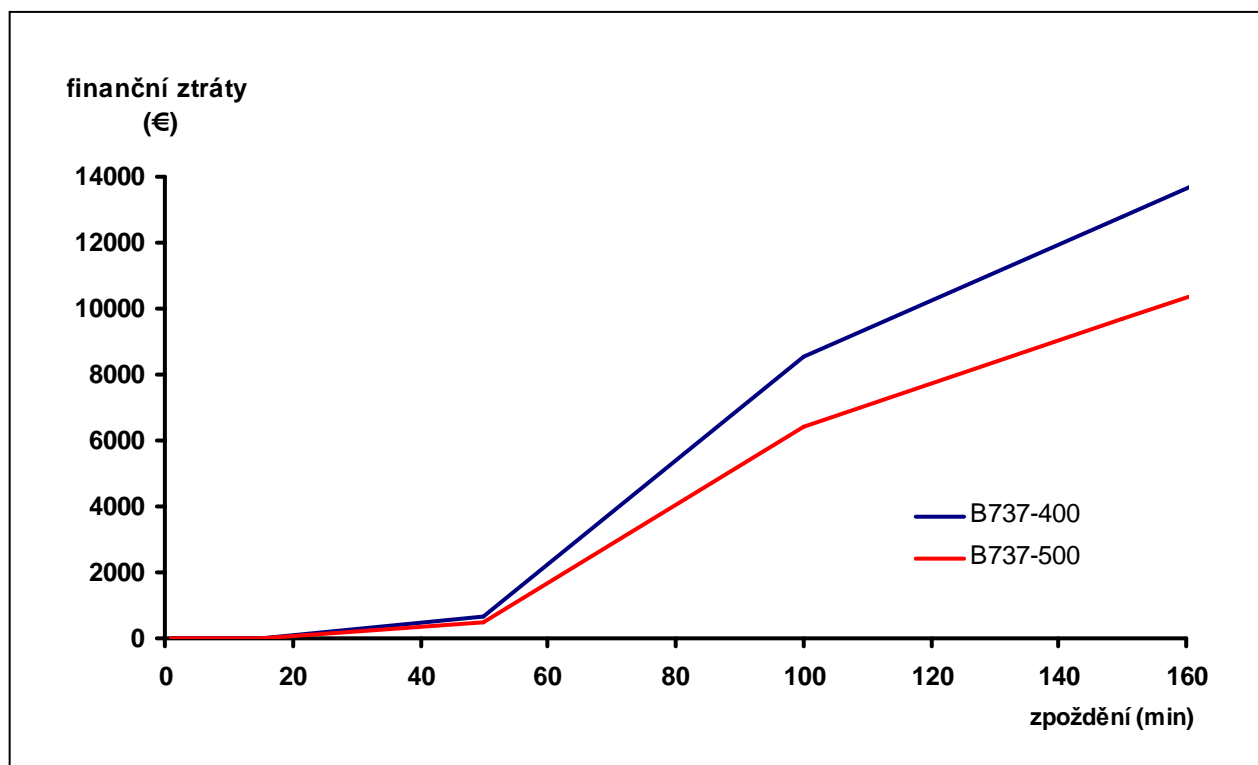
Pro daný návrh opatření je třeba vyčíslit finanční ztráty způsobené zpožděním letu, náklady na jednotlivé letecké linky a tyto pak vzájemně porovnat.

4.1 Vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu

Vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu není snadnou úlohou. Do takovéto kalkulace vstupuje mnoho parametrů (náklady na palivo, posádku, údržbu, atd.). V současnosti nejvíce propracovanou a leteckými dopravci uznávanou metodou pro vyhodnocování finančních ztrát v důsledku zpoždění letu je zpráva *Evaluating the true cost to airlines of one minute of airborne or ground delay* (viz.kapitola 3.3).

Pro vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu byly vybrány dva letouny typické pro středně velké letecké dopravce (např. ČSA), Boeing 737-400 a Boeing 737-500 (charakteristika těchto letounů je v příloze č. 4 a č. 5). Pomocí výše uvedené zprávy byly pro tyto dva letouny vyčísleny finanční ztráty leteckého dopravce v závislosti na zpoždění letu. Tato závislost je zobrazena na obrázku č. 24.

Obr. č. 24: Finanční ztráty leteckého dopravce v závislosti na zpoždění letu



Zdroj: autor

4.2 Vyčíslení nákladů na jednotlivé letecké linky

Následné vyčíslování nákladů na leteckou linku vychází z kalkulačního vzorce nákladů společnosti ČSA. Tento kalkulační vzorec obsahuje kalkulační prvky podle vzorce IATA. Jednotlivé náklady na leteckou linku jsou znázorněny v tabulce č. 6.

Tab. č. 6: Náklady na leteckou linku

Přímé závislé náklady	Přímé náklady	Provozní náklady	Celkové náklady
Přímé stálé náklady			
Režijní náklady			
Úrok z leasingu			

Zdroj: ČSA

4.2.1 Přímé závislé náklady

Přímé závislé náklady jsou náklady, které vznikají samotným letem. Tyto náklady jsou přehledně uspořádány podle jejich původu vzniku v tabulce č. 7.

Tab. č. 7: Přímé závislé náklady na leteckou linku

Náklady závislé na typu letadla	na stanicích	letecké pohonné hmoty
		olej
		odbavení
		odmrazování
		přibližovací poplatky
		přistávací poplatky
	traťové	navigační poplatky
		údržba
	na posádce	mzdy leteckého personálu
stravné		
ubytování		
Náklady závislé na počtu cestujících		občerstvení cestujících
		pojištění cestujících
		poplatky za cestující

Zdroj: ČSA

4.2.2 Přímé stálé náklady, režijní náklady a úrok z leasingu

Do *přímých stálých nákladů* patří náklady na odpisy a náklady na pojištění letounu.

Náklady na odpisy jsou stanovovány jako součin odpisové sazby daného typu letadla a doby letu.

Náklady na pojištění letadla jsou určovány součinem pojistné sazby daného typu letadla a příslušné doby letu.

Režijní náklady nejsou přímo závislé na dopravním výkonu. Do nákladové kalkulace jsou zahrnuty podle sazby určené pro daný typ letadla.

Náklady na *úrok z leasingu* se vypočítávají vynásobením stanovené sazby za jednu hodinu letu a dobou letu.

4.2.3 Vyčíslení nákladů na linku Praha - Sofie

Pro ilustraci jsou níže, dle předchozího kalkulačního vzorce, vyčísleny náklady na linku Praha - Sofie pro letouny B737-400 a B737-500 z letadlového parku ČSA.

Tab. č. 8: Vyčíslení nákladů na linku Praha - Sofia pro B737-400 a B737-500 (v CZK)

Typ letadla	B737-400	B737-500
Přímé závislé náklady	158 037	154 189
letecké pohonné hmoty	52 674	48 298
olej	48	47
odbavení	17 823	17 839
odmrazování	0	0
přibližovací poplatky	8 445	7 026
přistávací poplatky	17 377	17 665
náklady na stanicích	96 367	90 875
navigační poplatky	17 599	15 927
údržba	14 067	16 451
traťové náklady	31 666	32 378
mzdy leteckého personálu	17 743	17 462
stravné	1 106	2 215
ubytování	250	1 532

	náklady na posádku	19 099	21 209
	občerstvení cestujících	4 666	5 017
	pojištění cestujících	3 358	2 490
	poplatky za cestující	2 881	2 220
	náklady na cestující	10 905	9 727
Přímé stálé náklady		2 595	3 152
	odpisy	1 580	2 268
	pojištění letadla	1 015	884
Přímé náklady celkem		160 632	157 341
Režijní náklady celkem		80 596	64 222
Provozní náklady celkem		241 228	221 563
Úrok z leasingu		23 752	19 795
Celkové náklady		264 980	241 358

Zdroj: ČSA

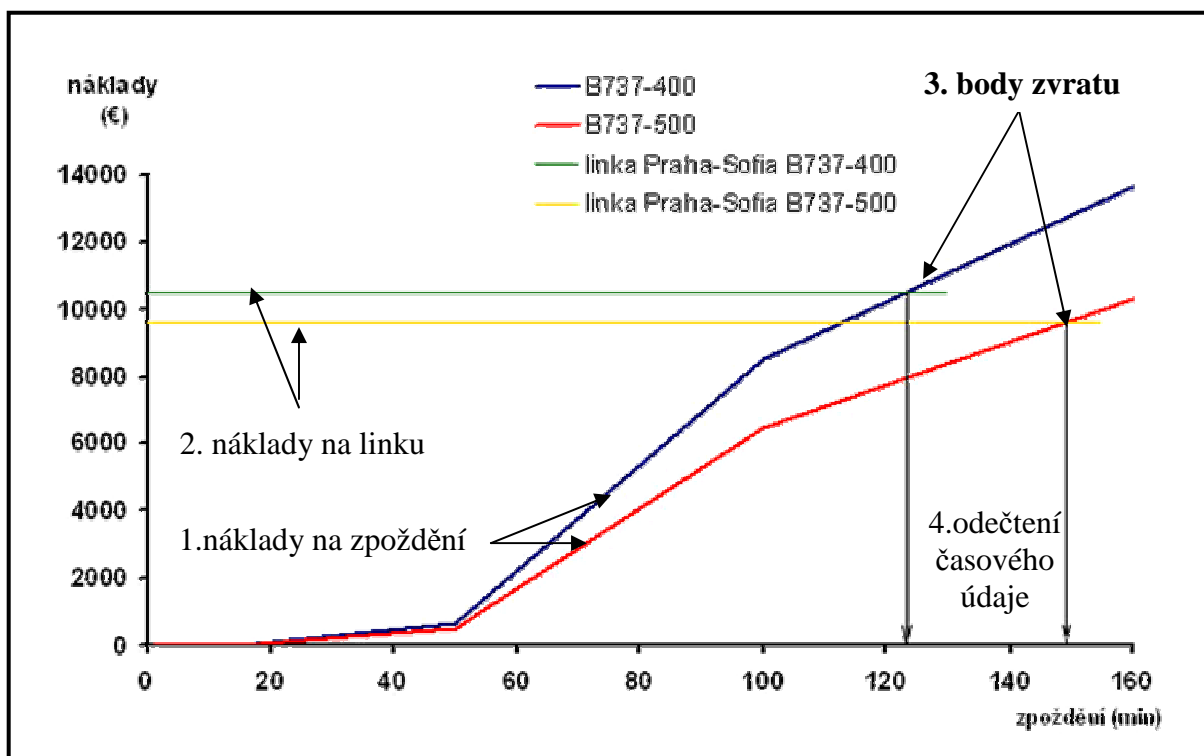
Vyčíslení linek *Praha - Brusel* a *Praha - Paříž Charles De Gaulle* je podle stejného kalkulačního vzorce uvedeno v Přílohách č. 6 a č. 7.

4.3 Metoda určení bodu zvratu

Dále je řešeno porovnání finančních ztrát způsobených zpožděním letu s náklady na jednotlivé letecké linky. Výstupem by měla být metodika určování bodu, od kterého se již vyplatí (z ekonomického hlediska) nasadit na danou zpožděnou leteckou linku rezervní letoun, než čekat na odstranění závady, která původní letoun zneschopnila.

Finanční ztráty způsobené zpožděním letu a náklady na jednotlivé letecké linky byly již vyčísleny. Jejich porovnání tedy nebude velkým problémem. Vezmeme závislost finančních ztrát způsobených zpožděním letu (1) a do této závislosti vyneseme náklady na zpožděné linky (2). Bod, kde dojde k protnutí závislosti finančních ztrát způsobených zpožděním letu s náklady na leteckou linku, nazveme bodem zvratu (3). Pro bod zvratu pak odečteme z osy x příslušný časový údaj v minutách (4). Postup je znázorněn na obrázku č. 25.

Obr. č. 25: Určení bodu zvratu



Zdroj: autor

Získané výsledky pro jednotlivé letouny a letecké linky jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tab. č. 9: Výsledková tabulka s body zvratu (v minutách)

Typ letounu/letecká linka	Praha - Sofia	Praha - Brusel	Praha - Paříž
B737-400	124	107	162
B737-500	149	123	181

Zdroj: autor

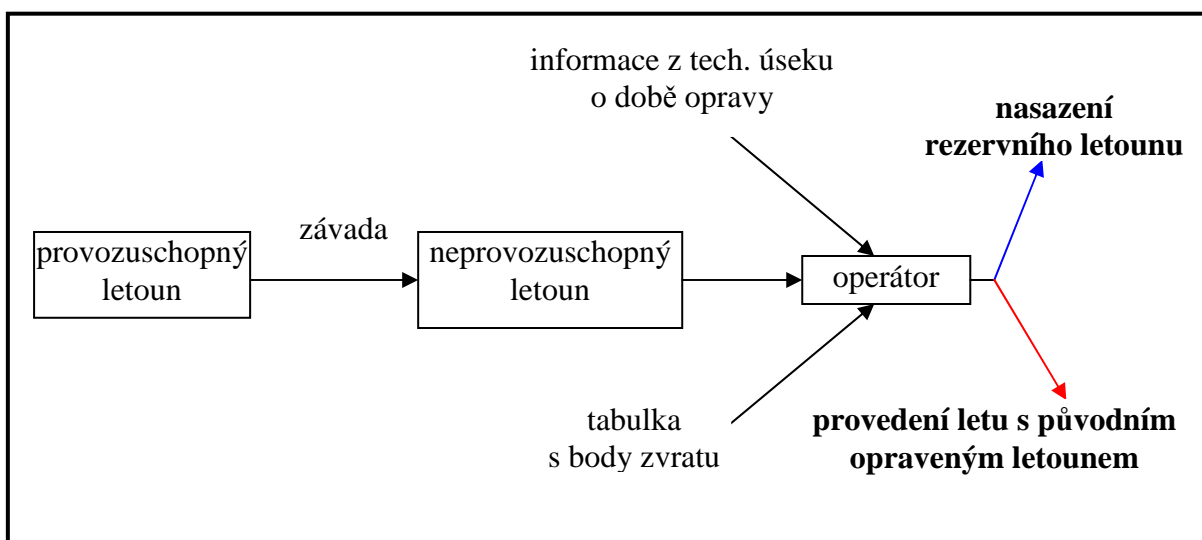
Tato tabulka může být pochopitelně podle výše uvedeného postupu zpracována pro různé druhy letounů a pro různé letecké linky v závislosti na letadlovém parku a létaných destinacích jednotlivých leteckých přepravců.

Cílem těchto výsledků je usnadnit rozhodovací proces pracovníků leteckých společností, kteří mají zodpovědnost za rozhodování o zpožděných leteckých linkách. Výsledky mají dopomoci k rozhodnutí, zda čekat na opravu daného letadla, nebo vypravit letadlo náhradní, které cestující převezme a dopraví je do dané destinace.

4.4 Modelový příklad

Modelový příklad využití tohoto postupu by vypadal následovně. Letoun B737-400 má dopravit cestující z Prahy do Sofie. Těsně před odletem z Prahy dojde k závadě na letounu a letoun je vyřazen z provozuschopného stavu. V tuto chvíli operátor daného leteckého dopravce musí rozhodnout o dalším postupu, zda se bude čekat na opravu letounu, nebo dojde k nasazení letounu rezervního, který cestující převezme a dopraví je do dané destinace, v tomto případě do Sofie. Operátor obdrží z technického úseku informaci o době trvání opravy a uvedení letounu zpět do provozuschopného stavu. Na základě výsledkové tabulky s body zvratu (tab. č. 9) rozhodne o dalším postupu. Pokud by byl letoun se závadou uveden do provozuschopného stavu za dobu delší, než odpovídá bodu zvratu pro danou leteckou linku a daný typ letounu, je z ekonomického hlediska správné, nasadit ihned letoun rezervní. A opačně, pokud bude letoun opraven v době kratší, než odpovídá bodu zvratu, je ekonomicky výhodné počkat na uvedení letounu do provozuschopného stavu a rezervní letoun nenasazovat. Tento rozhodovací proces je schematicky znázorněn na obrázku č. 26.

Obr. č. 26: Schematické znázornění rozhodovacího procesu operátora



Zdroj: autor

Závěr

Letecká doprava je nedílnou součástí současného způsobu života, podporuje rozvoj široké mezinárodní spolupráce a dopomáhá ke globalizaci světa. Avšak sama není zvláště výhodnou investiční příležitostí. Mezi hlavní problémy letecké dopravy patří vysoká citlivost na mezinárodní politickou a vojenskou situaci, vysoká konkurence, vysoká sezónnost a celkový převis nabídky nad poptávkou.

Co se týká rychlosti a bezpečnosti, je zřejmě letecká doprava na vrcholu svého technického rozvoje. Další inovace proto lze očekávat především v oblasti pohodlí cestujících, doplňkových služeb a délky doletu bez mezipřistání. Cílem bude převzít klientelu z jiných druhů přepravy, vytvořit novou poptávku nabídkou přímých spojení a převzít podíl na trhu konkurence. Lze tedy očekávat, že další rozvoj letecké dopravy přinese cestujícím zlepšení nabízených služeb a snížení cen.

Avšak tak jako každý technický celek, tak i letecká technika podléhá závadovosti. Cílem této práce bylo přiblížit dopad závadovosti na leteckou dopravu, poukázat na faktory způsobující tuto závadovost a rozebrat údržbu a její jednotlivé metody, které se používají k předcházení závad na letecké technice. Dále byla práce zaměřena na ztráty vzniklé leteckému dopravci způsobené závadovostí a na metody vyhodnocování těchto ztrát. Dalším důležitým faktorem pro leteckého dopravce je zpoždění letů. V této práci byly vyhodnoceny finanční ztráty způsobené zpožděním letů a navržena opatření ke snížení takto vzniklých ztrát.

Vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu nebylo snadnou úlohou. Tato kalkulace zahrnuje mnoho vstupů. Je třeba zvažovat veškeré náklady, které jsou v závislosti na zpoždění navýšeny. Mezi tyto náklady patří náklady na palivo, údržbu letecké techniky, posádku, letištní poplatky a náklady provozovatele na cestující. Dále je důležité si uvědomit, v jaké fázi letu zpoždění nastalo. Zda je letadlo zdrženo za letu po trati, za letu při vyčkávání, případně při pojíždění nebo na stojánce. Tím dojde k ovlivnění procentního zastoupení jednotlivých druhů nákladů. Pokud byl letoun zdržen na stojánce, vyšší měrou se budou podílet na finančních ztrátách dopravce letištní poplatky, než náklady na palivo, které budou v tomto případě zanedbatelné. Při zdržení letadla za letu po trati bude rozložení těchto finančních ztrát opačné. V současnosti je zřejmě nejpropracovanější a leteckými dopravci nejuznávanější metodou pro vyčíslení finančních ztrát způsobených zpožděním letu metoda, která byla zpracována Skupinou dopravních studií Westminsterské univerzity v roce 2004 pro bruselský Eurocontrol.

Výsledkem této diplomové práce je návrh metody, která by mohla leteckým společností usnadnit rozhodování, jak naložit s opožděnými lety v důsledku závad na letecké technice. Návrh metody je zpracován tak, aby minimalizoval ekonomické ztráty pro letecké dopravce plynoucí z takto zpožděných letů.

POUŽITÁ LITERATURA

1. ŽIHLA, Zdeněk. *Technologie a řízení letecké dopravy*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-291-X.
2. BÍNA, Ladislav; ŠOUREK, David; ŽIHLA, Zdeněk. *Provoz a řízení letecké dopravy I*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. 148 s. ISBN 80-86530-17-5.
3. SEDLÁČEK, Bohuslav. *Letecká doprava*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 189 s. ISBN 80-7100-674-2.
4. JURÁNEK, Miloslav. *Provoz a údržba letecké techniky*. 1. vyd. Brno: VA Brno, 1999. 108 s.
5. KRÁL, Miroslav. *Provoz a údržba letecké techniky (Základní pojmy)*. 1. vyd. Brno: VA Brno, 1995. 68 s.
6. COOK, Andrew; TANNER, Graham; ANDERSON, Stephen. *Evaluating the true cost to airlines of one minute of airborne or ground delay*. 5. vyd. London: University of Westminster, 2004. 103 s.
7. PRUŠA, Jiří a kolektiv. *Svět letecké dopravy*. 1. vyd. Praha: Galileo CEE Service ČR s. r. o., 2007. 315 s. ISBN 978-80-239-9206-9.
8. PROCHÁZKA, Vlastimil. *Hodnocení rentability linek ČSA provozovaných letouny Boeing 737: diplomová práce*. Pardubice: Univerzita Pardubice, DFJP, 2006. 75 s.

Elektronické dokumenty:

9. *Global market forecast, The future of flying 2006 - 2025*. [online]. [2007-11-11]. Dostupný na WWW: <<http://www.airbus.com/en/corporate/gmf/index.html>>
10. *Current Market Outlook 2007*. [online]. [2007-11-11]. Dostupný na WWW: <<http://www.boeing.com/commercial/cmo/index.html>>

SEZNAM TABULEK

	strana
Tabulka č. 1 - Geografické rozdělení trhů letecké dopravy	10
Tabulka č. 2 - Nejvýznamnější trhy dvojic leteckými linkami spojených měst.....	13
Tabulka č. 3 - Předpovídaný růst leteckého provozu	16
Tabulka č. 4 - Procentní rozložení nákladů podílejících se na tvorbě finančních ztrát leteckého dopravce při zpoždění širokotrupého letadla	55
Tabulka č. 5 - Procentní rozložení nákladů podílejících se na tvorbě finančních ztrát leteckého dopravce při zpoždění úzkotrupého letadla.....	55
Tabulka č. 6 - Náklady na leteckou linku	60
Tabulka č. 7 - Přímé závislé náklady na leteckou linku	60
Tabulka č. 8 - Vyčíslení nákladů na linku Praha - Sofia pro B737-400 a B737-500.....	61
Tabulka č. 9 - Výsledková tabulka s body zvratu (v minutách).....	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

	strana
Obrázek č. 1 - Rozdělení objemu světové letecké dopravy.....	10
Obrázek č. 2 - Předpověď rozvoje hlavních 20 trhů osobní letecké dopravy do roku 2025	17
Obrázek č. 3 - Složení flotil leteckých dopravců v roce 2006 a 2026.....	18
Obrázek č. 4 - Procentní a tržní podíl nových letadel dodaných v následujících 20 letech	18
Obrázek č. 5 - Charakteristická období provozu	23
Obrázek č. 6 - Rozdělení oblastí technického provozu LT	24
Obrázek č. 7 - Základní faktory provozního prostředí	25
Obrázek č. 8 - Systém prací na letecké technice	29
Obrázek č. 9 - Druhy a složky údržby LT	33
Obrázek č. 10 - Rozdělení oprav LT	34
Obrázek č. 11 - Vztah zatížení a odolnosti konstrukce	37
Obrázek č. 12 - Průběh vzniku závady	40
Obrázek č. 13 - Údržba v závislosti na průběhu pravděpodobnosti bezzávadové činnosti.....	41
Obrázek č. 14 - Rozdíl mezi úplnou a částečnou obnovou provozuschopnosti systému	41
Obrázek č. 15 - Závislost spolehlivosti – udržovatelnosti a nákladů	43
Obrázek č. 16 - Základní rozdělení metod údržby	44
Obrázek č. 17 - Časový průběh klasické – tradiční metody údržby LT	45
Obrázek č. 18 - Schéma metody údržby podle bloků.....	46
Obrázek č. 19 - Schéma metody permanentní údržby.....	47
Obrázek č. 20 - Bilance ročního časového fondu letadla	51
Obrázek č. 21 - Vyčíslení finančních ztrát v důsledku zpoždění letu	56
Obrázek č. 22 - Průběhy ukazatelů ToL a ToC během období dvou let	57
Obrázek č. 23 - Průběh ToL jednotlivých typů letounů během období dvou let	57
Obrázek č. 24 - Finanční ztráty leteckého dopravce v závislosti na zpoždění letu	59
Obrázek č. 25 - Určení bodu zvratu.....	63
Obrázek č. 26 - Schematické znázornění rozhodovacího procesu operátora	64

SEZNAM ZKRATEK

ACRO.. Aircraft Crashes Record Office - Úřad pro záznamy o leteckých neštěstích

AČR..... Armáda České republiky

AEA Association of European Airlines - Asociace evropských aerolinií

CAB Civil Aeronautics Board - Rada civilního letectví Spojených států

CM..... Condition Monitoring - Údržba sledováním stavu

ČSA České aerolinie

EU..... Evropská unie

EUROCONTROL ..

European Organisation for the Safety of Air Navigation

Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu

FAA Federal Aviation Administration - Federální úřad pro civilní letectví

IATA.... International Air Transport Association - Mezinárodní asociace leteckých dopravců

ICAO International Civil Aviation Organization - Mezinárodní organizace pro civilní letectví

LT letecká technika

OC..... On Condition - Údržba podle stavu letecké techniky

ToC střední doba bezzávadové činnosti celkem

ToL střední doba bezzávadové činnosti za letu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Výpočet ukazatelů ToL a ToC

Příloha č. 2 - Počet nehod a mrtvých cestujících v letecké dopravě od roku 1946 do roku 2007

Příloha č. 3 - Přehled náhrad cestujícím při nepravidelnostech v letecké dopravě

Příloha č. 4 - Charakteristika letounu Boeing 737-400 společnosti ČSA

Příloha č. 5 - Charakteristika letounu Boeing 737-500 společnosti ČSA

Příloha č. 6 - Vyčíslení nákladů na linku Praha - Brusel pro B737-400 a B737-500 v CZK

Příloha č. 7 - Vyčíslení nákladů na linku Praha - Paříž Charles De Gaulle pro B737-400 a B737-500 v CZK

Výpočet ukazatelů ToL a ToC

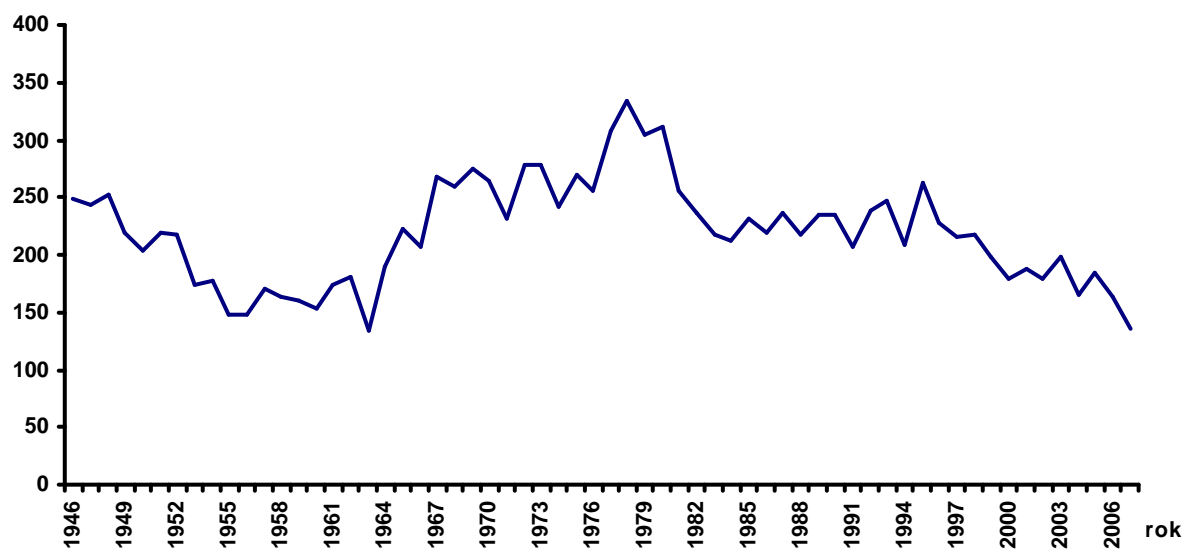
rok	kvartál	typ letadla	technický nálet [h]	počet přistání	závady na zemi	závady za letu	závady celkem	ToL [h]	ToC [h]
2005	1. čtvrtletí	L-39	256	440	14	9	23	28,44	11,13
		Z-142	189	296	11	1	12	189,00	15,75
		Mi-2	157	572	2	1	3	157,00	52,33
		L-410	18	53	2	2	4	9,00	4,50
		celkem	620	1361	29	13	42	47,69	14,76
	2. čtvrtletí	L-39	292	637	19	4	23	73,00	12,70
		Z-142	1272	2222	26	12	38	106,00	33,47
		Mi-2	442	1415	7	3	10	147,33	44,20
		L-410	213	351	6	6	12	35,50	17,75
		celkem	2219	4625	58	25	83	88,76	26,73
	3. čtvrtletí	L-39	299	602	17	6	23	49,83	13,00
		Z-142	351	435	12	2	14	175,50	25,07
		Mi-2	285	742	12	2	14	142,50	20,36
		L-410	188	273	5	4	9	47,00	20,89
		celkem	1123	2052	46	14	60	80,21	18,72
	4. čtvrtletí	L-39	343	651	30	6	36	57,17	9,53
		Z-142	90	117	1	2	3	45,00	30,00
		Mi-2	177	465	5	2	7	88,50	25,29
		L-410	117	140	7	1	8	117,00	14,63
		celkem	727	1373	43	11	54	66,09	13,46
2006	1. čtvrtletí	L-39	305	509	25	6	31	50,83	9,84
		Z-142	75	93	3	1	4	75,00	18,75
		Mi-2	45	162	3	1	4	45,00	11,25
		L-410	126	165	7	2	9	63,00	14,00
		celkem	551	929	38	10	48	55,10	11,48
	2. čtvrtletí	L-39	449	874	23	8	31	56,13	14,48
		Z-142	462	689	9	6	15	77,00	30,80
		Mi-2	348	1505	9	4	13	87,00	26,77
		L-410	124	251	12	3	15	41,33	8,27
		celkem	1383	3319	53	21	74	65,86	18,69
	3. čtvrtletí	L-39	365	601	13	9	22	40,56	16,59
		Z-142	392	462	12	6	18	65,33	21,78
		Mi-2	444	1242	9	3	12	148,00	37,00
		L-410	181	277	5	3	8	60,33	22,63
		celkem	1382	2582	39	21	60	65,81	23,03
	4. čtvrtletí	L-39	215	332	7	6	13	35,83	16,54
		Z-142	151	193	2	6	8	25,17	18,88
		Mi-2	220	524	6	4	10	55,00	22,00
		L-410	128	196	9	5	14	25,60	9,14
		celkem	714	1245	24	21	45	34,00	15,87

Zdroj: AČR, vlastní kalkulace

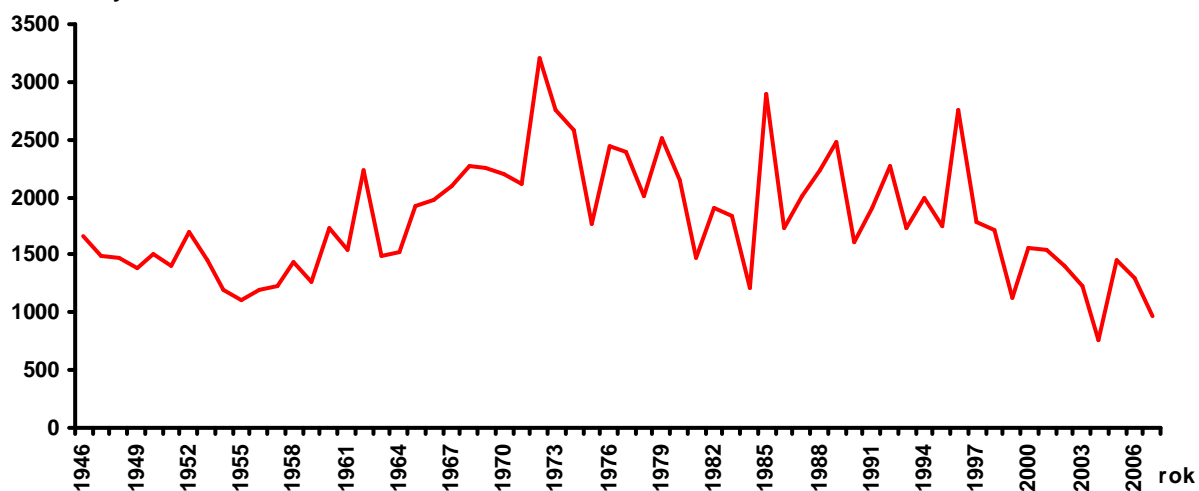
Počet nehod a mrtvých cestujících v letecké dopravě od roku 1946 do roku 2007

Informace jsou převzaty ze zveřejněných statistik ženevského Úřadu pro záznamy o leteckých neštěstích (Aircraft Crashes Record Office - ACRO). ACRO zaznamenává vážnější havárie větších letadel, která převážejí nejméně šest lidí.

počet nehod



počet mrtvých



Zdroj: ACRO

Přehled náhrad cestujícím při nepravidelnostech v letecké dopravě

S cílem zavést transparentní podmínky v případech nepravidelnosti v letecké dopravě vypracovala EK nařízení č. 261/2004, které stanovuje tyto podmínky taxativním způsobem. Letecké společnosti jsou nyní povinné při zpoždění, zrušení nebo překnihování leteckých spojů poskytnout cestujícím odškodnění nebo asistenci v souladu s následujícími podmínkami.

Letové zóny:

zóna A: lety kratší než 1500 km

zóna B: lety mezi 1500 - 3000 km a všechny lety v rámci EU delší než 1500 km

zóna C: všechny ostatní lety

Odškodnění nebo asistence			nařízení č. 261/2004
Druh		Letová zóna	
Odepření přepravy	Finanční odškodnění	A	250 EUR
		B	400 EUR
		C	600 EUR
	Snížení odškodnění až o 50 %, neliší-li se doba příletu náhradním letem od původního plánu o více než	A	2 hodiny
		B	3 hodiny
		C	4 hodiny
	Omezení výše odškodnění cenou letenky	A, B, C	-
	Proplacení letenky nebo náhradní let	A, B, C	•
	Strava a občerstvení	A, B, C	•
	Ubytování a související doprava	A, B, C	•
Přístup ke komunikačním prostředkům	A, B, C	dva telefony, telexy, faxy nebo emaily (kamkoliv)	

Zdroj: [7]

Odškodnění nebo asistence		nařízení č. 261/2004	
Druh		Letová zóna	
Zrušení letu	Finanční odškodnění	A	250 EUR
		B	400 EUR
		C	600 EUR
	Snížení odškodnění až o 50 %, doletí-li náhradní let do [viz kolonka] od plánu	A	2 hodin
		B	3 hodin
		C	4 hodin
	Omezení výše odškodnění cenou letenky	A, B, C	-
	Finanční odškodnění se neposkytne z následujících důvodů	A, B, C	<i>a)</i> oznámení o zrušení nejméně 2 týdny předem <i>b)</i> oznámení o zrušení v období 2 týdny až 7 dní + náhradní let (odchylka od plánu-odlet ne dříve než 2 hodiny před a přílet ne později než 4 hodiny) <i>c)</i> oznámení o zrušení méně než 7 dní + náhradní let (odchylka od plánu-odlet ne dříve než 1 hod. před a přílet ne později než 2 hod.) <i>d)</i> mimořádné okolnosti
	Proplacení letenky nebo náhradní let	A, B, C	•
	Strava a občerstvení	A, B, C	•
	Ubytování a související doprava	A, B, C	jen je-li náhradní let nejdříve další den
	Přístup ke komunikačním prostředkům	A, B, C	dva telefony, telexy, faxy nebo emaily (kamkoliv)

Zdroj: [7]

Odškodnění nebo asistence			nařízení č. 261/2004
Druh		Letová zóna	
Zpoždění	Zpoždění zakládající právo na odškodnění a asistenci	A	2 hodiny
		B	3 hodiny
		C	4 hodiny
	Finanční odškodnění	A, B, C	-
	Proplacení letenky nebo náhradní let	A, B, C	jen proplacení a jen tehdy, je-li zpoždění více než 5 hodin
	Strava a občerstvení	A, B, C	•
	Ubytování a související doprava	A, B, C	jen je-li nový čas odletu nejdříve další den
	Přístup ke komunikačním prostředkům	A, B, C	dva telefony, telexy, faxy nebo emaily (kamkoliv)

Zdroj: [7]

Odškodnění nebo asistence			nařízení č. 261/2004
Druh		Letová zóna	
Změna cestovní třídy	Vrácení části přepravného při snížení	A	30 % ceny letenky
		B	50 % ceny letenky
		C	75 % ceny letenky
	Doplatek k přepravnému při zvýšení třídy	A, B, C	nesmí být účtován
	Proplacení letenky nebo náhradní let	A, B, C	-
	Strava a občerstvení	A, B, C	-
	Ubytování a související doprava	A, B, C	-
	Přístup ke komunikačním prostředkům	A, B, C	-

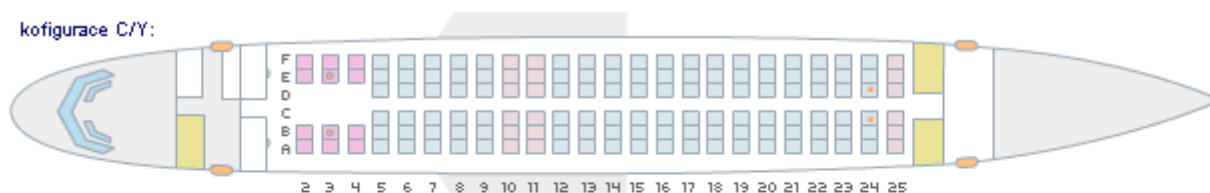
Zdroj: [7]

Charakteristika letadla Boeing 737-400 společnosti ČSA

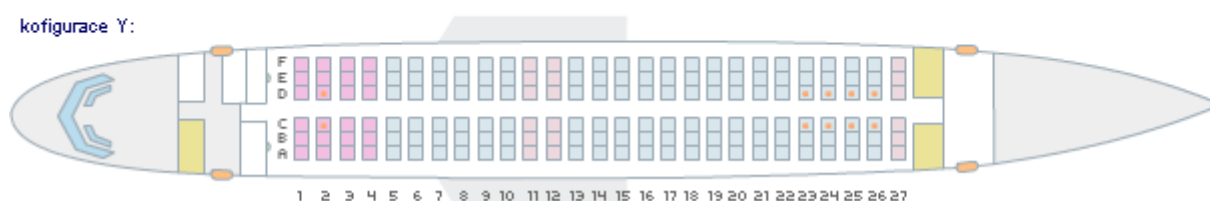


Půdorys:

konfigurace C/Y:



konfigurace Y:



- Třída Business
- Třída Travel
- Toaleta
- Částečně sklopná opěrka
- Nepohybliví cestující
- Koš pro dítě

Technická specifikace:

V provozu od: 1992

Osádka: 2

Počet sedadel: C/Y: 144, Y: 162

Rozpětí: 28,89 m; Délka: 36,40 m; Šířka trupu: 3,78 m

Dolet s max.počtem pasažérů: 3 632 km

Max. vzletová hmotnost: 62 820 kg

Motory: 2 x CFM56 s tahem po 84,6 - 89,0 kN

Max. cestovní rychlost: 790 km.h⁻¹

Užitečný náklad: 16 300 kg

Charakteristika letadla Boeing 737-500 společnosti ČSA



Půdorys:



- Třída Business
- Třída Travel
- Toaleta
- Částečně sklopná opěrka
- Nepohybliví cestující
- Koš pro dítě

Technická specifikace:

V provozu od: 1992

Osádka: 2

Počet sedadel: 108

Rozpětí: 28,89 m; Délka: 29,79 m; Šířka trupu: 3,76 m

Dolet s max.počtem pasažérů: 2 600 km

Max. vzletová hmotnost: 52 390 kg

Motory: 2 x CFM56 s tahem po 84,6 - 89,0 kN

Max. cestovní rychlost: 790 km.h⁻¹

Užitečný náklad: 7 200 kg

Vyčíslení nákladů na linku Praha - Brusel pro B737-400 a B737-500 (v CZK)

Typ letadla	B737-400	B737-500
Přímé závislé náklady	132 314	120 551
letecké pohonné hmoty	39 517	33 977
olej	36	36
odbavení	23 143	20 579
přiblížovací poplatky	6 852	5 727
přistávací poplatky	13 301	12 180
náklady na stanicích	82 849	72 499
navigační poplatky	19 014	17 417
údržba	11 196	12 499
traťové náklady	30 210	29 916
mzdy leteckého personálu	13 463	13 463
stravné	669	669
ubytování	0	0
náklady na posádku	14 132	14 132
občerstvení cestujících	2 871	2 232
pojištění cestujících	1 656	1 308
poplatky za cestující	596	464
náklady na cestující	5 123	4 004
Přímé stálé náklady	1 929	2 396
odpisy	1 192	1 723
pojištění letadla	737	673
Přímé náklady celkem	134 243	122 947
Režijní náklady celkem	75 403	60 310
Provozní náklady celkem	209 646	183 257
Úrok z leasingu	17 872	15 066
Celkové náklady	227 518	198 323

Zdroj: ČSA

**Vyčíslení nákladů na linku Praha - Paříž Charles De Gaulle pro B737-400 a B737-500
(v CZK)**

Typ letadla	B737-400	B737-500
Přímé závislé náklady	168 455	153 549
letecké pohonné hmoty	44 219	40 754
olej	44	44
odbavení	42 107	36 577
přiblížovací poplatky	10 867	8 937
přistávací poplatky	12 764	10 153
náklady na stanicích	110 001	96 465
navigační poplatky	21 958	19 838
údržba	12 746	15 258
traťové náklady	34 704	35 096
mzdy leteckého personálu	16 709	16 693
stravné	914	915
ubytování	0	0
náklady na posádce	17 623	17 608
občerstvení cestujících	3 898	2 801
pojištění cestujících	2 229	1 579
poplatky za cestující	0	0
náklady na cestující	6 127	4 380
Přímé stálé náklady	2 400	2 919
odpisy	1 456	2 103
pojištění letadla	944	816
Přímé náklady celkem	170 855	156 468
Režijní náklady celkem	151 597	116 419
Provozní náklady celkem	322 452	272 887
Úrok z leasingu	21 862	18 287
Celkové náklady	344 314	291 174

Zdroj: ČSA