



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy

**Měření výkonnosti v bezpečnosti provozovatelů "Business
Aviation"
Safety Performance Measurement of Business Aviation Operators**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Bc. Jakub Jiříčka

Praha 2023

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621.....Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Jakub Jiříčka

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Měření výkonnosti v bezpečnosti provozovatelů
"Business Aviation"**

Název tématu (anglicky): Safety Performance Measurement of Business Aviation
Operators

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je navrhnout systém měření dosahované výkonnosti v bezpečnosti pro provozovatele "Business Aviation" s pomocí systémového přístupu k bezpečnosti.
- Analyzujte dostupnou legislativu a nástroje z pohledu měření výkonnosti v bezpečnosti letecké dopravy.
- Analyzujte systémový přístup k bezpečnosti a související metodiky.
- Identifikujte a popište provozní aspekty provozovatelů "Business Aviation" včetně zdrojů dat o bezpečnosti.
- Navrhněte systém měření dosahované výkonnosti v bezpečnosti pro provozovatele "Business Aviation" s pomocí systémového přístupu k bezpečnosti.
- Navržené řešení ověřte a vyhodnoťte.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Leveson, Nancy. Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety. MIT Press, 2012.
Leveson, Nancy, Thomas, John. STPA Handbook, 2018.
Leveson, Nancy. CAST Handbook, 2019.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **16. července 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Jakub Jiříčka
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 1. prosince 2022

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem systému měření výkonnosti v bezpečnosti pro business aviation společnost s využitím systémových metod. V práci jsou představena specifika business aviation provozu. Tento popis se zaměřuje na výskyt nepravidelností, letadla používána v tomto typu provozu a další specifika. Indikátory bezpečnosti, které se k měření výkonnosti v bezpečnosti používají v současné době tato specifika nezohledňují, zaměřují se na koncové události, které často ve vyhodnocovaném období nic nezaznamenají. Navržené řešení vychází z metody funkční rezonanční analýzy (FRAM). Metoda byla aplikovaná na provoz business aviation. Na základě výsledků z této metody jsou vytvořeny indikátory bezpečnosti sloužící k jejímu měření. Řešení obsahuje dvě sady indikátorů, kvantitativní a kvalitativní. Validace výsledků práce proběhla měřením v praktickém provozu.

Klíčová slova: business aviation, FRAM, indikátory bezpečnosti, měření výkonnosti v bezpečnosti

Abstract

The thesis deals with the design of a safety performance measurement system for a business aviation company using total system approach. The specifics of business aviation operation are defined. This description includes occurrence of irregularities, aircraft used in this type of operation and other specifics. The safety performance indicators currently used to measure safety performance do not take these specifics into account, they focus on end events that often do not record anything in the period under evaluation. The proposed solution is based on the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). The method was applied to business aviation operations. Based on the results from this method, safety indicators are defined to measure safety. The solution contains two sets of indicators, quantitative and qualitative. Validation of the results of the work was done by measuring in practical operation.

Keywords: business aviation, FRAM, safety performance indicators, safety performance measurement

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval vedoucímu práce panu doc. Ing. Andreji Lališovi, Ph.D za vedení práce, ochotu a prokázanou trpělivost. Dále bych rád poděkoval paní PhDr. Sarah Komarové, Ph.D. za cenné rady při konzultacích podoby rozhovoru. Poděkování patří i všem respondentům. V neposlední řadě děkuji celé rodině za veškerou podporu během celé délky studia.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Měření výkonnosti v bezpečnosti provozovatelů "Business Aviation" vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

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

Praze dne 15. května 2023

.....
Jiříčka
Podpis

Obsah

Úvod	12
1. Současný stav	13
1.1 Specifika Business Aviation.....	13
1.1.1 Provoz Business Aviation	14
1.2 Safety Management Systém	16
1.2.1 Měření výkonnosti v bezpečnosti	17
1.2.2 Bezpečnostní kultura	20
1.3 Současný stav měření výkonnosti v bezpečnosti BA	20
1.4 Přehled vědecké literatury	22
1.5 Limitace současného stavu	23
2. Metodika	24
2.1 Metoda FRAM.....	24
2.2 Tvorba modelu FRAM	28
2.2.1 Funkce reprezentující jednotlivá oddělení společnosti:	29
2.2.2 Funkce externích subjektů:	34
2.2.3 Funkce reprezentující činnosti posádky:	36
2.3 Určení indikátorů	48
3. Výsledky	54
3.1 Kvantitativní indikátory	54
3.1.1. Výsledky praktického měření	55
3.2 Kvalitativní indikátory.....	61
3.2.1 Výsledky praktického měření	63
3.3 Systém měření výkonnosti v bezpečnosti.....	64
4. Diskuze výsledků	66
5. Závěr	68
Seznam použité literatury	70

Seznam obrázků

Obrázek 1: Variabilita výstupů a výsledná rezonance, upraveno [18]	26
Obrázek 2: Funkce modelu FRAM	27
Obrázek 3: Základní model FRAM	30
Obrázek 4: Detailní model FRAM	39
Obrázek 5: Procentuální vývoj počtu LMC (last minute change).....	55
Obrázek 6: Vývoj počtu změn v programu po zahájení služby.....	56
Obrázek 7: Vývoj výskytu letů se zrušením záložního letiště za letu.....	56
Obrázek 8: Vývoj počtu letů se zvýšenou spotřebou paliva	57
Obrázek 9: Vývoj výskytu letů s výskytem nové závady	58
Obrázek 10: Vývoj výskytu zahájených letů s defektem dle MEL.....	59
Obrázek 11: Vývoj výskytu překročení maximální délky služby	59
Obrázek 12: Průměrná délka služby.....	60
Obrázek 13: Průměrný počet dní služby za měsíc.....	60
Obrázek 14: Výstup z rozhovorů	64

Seznam tabulek

Tabulka 1: Komunikace s technickým oddělením	31
Tabulka 2: Komunikace s obchodním oddělením	32
Tabulka 3: Komunikace s OCC	33
Tabulka 4: Odbavení letu	34
Tabulka 5: Plnění paliva	35
Tabulka 6: ATFCM	35
Tabulka 7: ŘLP	36
Tabulka 8: Příprava letového dne	36
Tabulka 9: Předletová příprava.....	37
Tabulka 10: Vyzvednutí cestujících	38
Tabulka 11: Bezpečnostní instruktáž	40
Tabulka 12: Spouštění motorů.....	41
Tabulka 13: Pojíždění k odletu	42
Tabulka 14: Vzlet.....	42
Tabulka 15: Let po trati.....	43
Tabulka 16: Management letu	44
Tabulka 17: Klesání.....	44
Tabulka 18: Přistání	45
Tabulka 19: Pojíždění na stojánku.....	45
Tabulka 20: Ukončení letu	46
Tabulka 21: Odpočinek během služby.....	47

Tabulka 22: Ukončení služby.....	47
Tabulka 23: Nástup do služby	48

Seznam symbolů a zkratek

AOG	Aircraft on Ground
ATM	Air Traffic Management
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management
BA	Business Aviation
CAA	Civil aviation authority
CTOT	Calculated Take-Off Time
CVR	Cockpit Voice Recorder
FDM	Flight Data Monitoring
FDR	Flight Data Recored
FRAM	Functional Resonance Analysis Method
ICAO	International Civil Aviation Organisation
MEL	Minimum Equipment List
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NOTAM	Notice to Airmen
OCC	Operations Control Center
OFP	Operational Flight Plan
ŘLP	Řízení letového provozu
SAFA	Safety Assessment of Foreign Aircraft
SARPs	Standards and Recommended Practices
SMM	Safety Management Manual
SMS	Safety Management System
SPI	Safety Performnce Indicator
STAMP	Systems Theoretic Accident Model and Process



Úvod

Bezpečnost by měla být prioritou každé letecké společnosti. K efektivnímu řízení bezpečnosti je zapotřebí vědět, v jakém stavu se bezpečnost nachází. K tomu se zavádí měření výkonnosti v bezpečnosti. Jedná se o jeden z elementů SMS (Safety Management System) [1]. Organizace s povinností zavést SMS tak mimo jiné musí zajistit systém měření výkonnosti v bezpečnosti. Do této skupiny spadají i letecké společnosti, bez ohledu na to, zda provozují pravidelnou či nepravidelnou dopravu. Společnosti, které se zaměřují na nepravidelnou soukromou dopravu se označují jako business aviation (BA) společnosti. Provozují letadla vyrobená či uzpůsobená pro náročnou klientelu, která soukromou leteckou dopravu používá.

Provoz společností BA má určitá specifika a rozdíly od pravidelné dopravy. Nejde pouze o přístup k zákazníkovi, který je samozřejmě zcela odlišný. Používají se zpravidla menší letadla, která mají v porovnání s letadly používanými pro pravidelné lety méně prvků výbavy umožňující zaznamenání údajů o letu. Vzhledem k menším nárokům na vybavení používaných letišť a potřeby kratší vzletové a přistávací dráhy se rozšiřují možnosti výběru letišť, na které lze létat. Seznam letišť se tak rozrůstá převážně o menší letiště, která nejsou pro pravidelnou dopravu dostatečně vybavená. Posádky se na letadle nestřídají po jednotlivých letech, ale zajišťují lety konkrétního letadla po delší časový úsek, může se jednat o dobu jednoho týdne i více. Posádka mezi jednotlivými letovými dny musí dodržet dobu minimálního odpočinku. Rozpis letů se vytváří dle objednávek jednotlivých letů klienty, doba mezi jednotlivými lety může být delší než doba vyžadovaná pro minimální odpočinek posádky. Letadlo tak nalétá výrazně méně hodin i letových cyklů. Obchodní oddělení BA společnosti optimalizuje rozvrh letů konkrétních letadel na základě prodaných letů tak, aby byl provoz společnosti co nejekonomičtější. Vzhledem k povaze provozu a nabízeným službám, kdy si klient objednává konkrétní čas letu a letiště odletu a příletu, někdy s velmi malým časovým předstihem, se však letový rozvrh jednotlivých letadel často mění. Aby bylo možno zajistit požadované lety, vzniká často potřeba přeletu mezi jednotlivými letišti bez cestujících.

Na základě těchto faktorů má provoz BA společnosti celou řadu specifik. Současné regulace a předpisy, ale i dostupná literatura a vědecké práce se však měření výkonnosti v bezpečnosti BA nijak specificky nezabývají. Výsledkem je, že se používají pouze základní sady indikátorů bezpečnosti, které nijak nerepresentují specifika provozu BA. Cílem práce je tedy pojmenovat tato specifika a za pomoci systémového přístupu navrhnout efektivní systém měření výkonnosti v bezpečnosti, který je bude zohledňovat a výsledný návrh ověřit.



1. Současný stav

Tato kapitola popisuje základní pojmy a definice, z kterých se následně vychází v dalších částech práce. Mezi to se řadí popis business aviation (BA) a jejich specifik a rozdílů od jiných druhů letecké dopravy, zejména té pravidelné. Dále je popsán současný stav měření výkonnosti v bezpečnosti, a to jak obecně, tak specificky pro BA. Kapitola též obsahuje legislativní požadavky kladené na měření výkonnosti v bezpečnosti a také přehled literatury, která se touto problematikou zabývá. Nechybí ani limitace současného stavu, z které vychází motivace pro vznik této práce.

1.1 Specifika Business Aviation

„Business Aviation“ je oblast leteckého provozu využívající širokou škálu kategorií a typů letadel, od jednomotorových, přes vrtulníky k proudovým letounům. Soukromá letecká doprava se provozuje ve dvou režimech. Je to režim privátní letecké dopravy, což zahrnuje nekomerční lety majitelů konkrétních letadel a režim komerční soukromé letecké dopravy, která je vykonávána za úplatu a pro jejíž provozování je potřeba oprávnění k provozu obchodní letecké dopravy (AOC – Air Operator Certificate). Tento režim provozu je také často zjednodušeně a neodborně nazýván „aero taxi“. Pro potřeby analýzy bezpečnosti se provoz v obou režimech ve většině parametrů neliší, oba režimy mají společná specifika při porovnání s pravidelnou dopravou. Významné rozdíly mezi těmito režimy jsou v legislativních požadavcích a předpisech. Pro potřeby měření výkonnosti v bezpečnosti a popisu specifik soukromé letecké dopravy budou privátní i komerční soukromé lety posuzovány společně a dále v této práci označovány pojmem „Business Aviation“. Výsledek bude aplikovatelný pro oba režimy provozu. V praxi může BA společnost kombinovat oba režimy provozu. Legislativní požadavky budou vztaženy k režimu komerčních letů. [2] [3]

Soukromá komerční letecká doprava je prováděna společnostmi operujícími letadla vhodná pro tento typ provozu. Tyto společnosti nemají stanovený letový řád, operují nepravidelné lety dle objednávky zákazníků, kteří využívají jejich služby. Letiště odletu, příletu i čas letu se řídí požadavkem zákazníka, který si let objednává. Společnost let dále neprodává, celé letadlo je vyhrazeno pro klienta, a to i v případě, že není plně využita kapacita letadla. Z pohledu legislativy se jedná o komerční leteckou dopravu (Commercial Air Transport – CAT) a platí pro ni stejná pravidla a regulace, jako pro lety dopravců operujících pravidelné lety. ICAO (International Civil Aviation Organization) rozlišuje tři druhy provozu, a to je komerční letecká doprava, všeobecné letectví a letecké práce. Komerční BA lety se řadí do první kategorie, stejně jako pravidelná doprava. Nekomerční privátní lety se zařazují do druhé skupiny – všeobecné letectví. Pravidelná doprava a BA se však v určitých aspektech výrazně



odlišují. To má vliv na bezpečnost provozu a její měření. V následujícím textu jsou představeny základní prvky tohoto typu provozu, odlišnosti od dopravců provozujících pravidelné lety a jejich možný vliv na bezpečnost. Tyto informace jsou následně využity v praktické části práce.[2][3]

1.1.1 Provoz Business Aviation

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, BA společnosti nelétají podle pevně stanovených letových řádů, provádějí nepravidelné lety, čas a datum letu stejně jako letiště odletu a příletu se řídí poptávkou od konkrétního zájemce o let. Obchodní oddělení zpracovává poptávky jednotlivých klientů a naceňuje jednotlivé lety. Je-li let prodán, je celý zarezervován pro konkrétního zákazníka.[3][5]

Společnosti BA jsou zpravidla menší společnosti, s menším zázemím, nižším počtem zaměstnanců na všech odděleních. Některá oddělení, která známe z provozu velkých společností, mohou být sloučena dohromady nebo nemusí být zřízena vůbec a daný typ služeb je zajišťován externími společnostmi. Služby některých oddělení nemusí být dostupné nepřetržitě (24/7), což může přinést v provozu jistá omezení. Příkladem může být oddělení OCC (Operations Control Centre), které nemusí zařizovat záležitosti ohledně plánování letu. Tato povinnost pak zůstává na posádce, která si musí zajistit trať letu, výpočet navigační přípravy, podání letového plánu apod. BA dopravci často operují menší počet letadel. Flotila nemusí být unifikovaná tak jako je tomu často u velkých dopravců (např. Ryanair, Boeing 737). Výběr modelu se totiž řídí požadavky a možnostmi majitele letadla. Majitelem může být samotná společnost nebo soukromá osoba. Výběr může také ovlivnit dostupnost typu na trhu. Výběr se samozřejmě řídí zaměřením dané společnosti tak, aby typ vyhovoval provozu, ke kterému bude určen. [4] [5] [10]

Letadlo i posádka zpravidla nalétají menší počet letů a letových hodin v porovnání s provozem na pravidelných letech. Na letadle se posádky nestřídají během dne po jednotlivých sériích letů, ale posádka vykonává službu na konkrétním letadle souvisle několik dní. Nálet letadla během jednoho dne je tak zpravidla omezen limitem délky služby konkrétní posádky, která je na letadlo nasazena. Maximální délka služby není vždy naplněna, je běžné, že letadlo vykoná pouze jeden let za den, anebo s posádkou čeká v dané destinaci několik dní, během kterých nelétá vůbec. S tím je spojeno i další specifikum, a to jsou změny programu a urgentní lety. Změny programu mohou nastat z několika důvodů. Může jít o přání zákazníka, ten může měnit čas odletu i destinaci dle svých potřeb, společnost se mu pak snaží maximálně vyhovět. Klient může také vyžadovat flexibilní čas pro odlet, posádka tak čeká na letišti a



odletový čas se přizpůsobí času, kdy se cestující dostaví k odletu. Mimo to může vzniknout situace, kdy obchodní oddělení prodá let s časem odletu „co nejdříve je možné“. Posádka, která má v daný moment službu na konkrétním letadle, dostane informaci o letu a začne se přepravovat na letiště. OCC oddělení či samotná posádka začne urychleně let připravovat tak, aby bylo před odletem zajištěno vše potřebné. Celá situace vyvolává na zúčastněné osoby časový tlak a stres. [4] [5] [10]

Provoz BA využívá širší spektrum letišť. Je to možné díky obecně nižším nárokům na délku a šířku dráhy, požární kategorii i vybavenosti daného letiště v porovnání s pravidelnou dopravou. To nabízí zákazníkům větší flexibilitu při plánování svého letu a je to jedna z konkurenčních výhod BA nad pravidelnou dopravou. Nevýhodu naopak může být fakt, že některá letiště mají pro lety BA lety omezení. Limit může vypadat například stanovením minimální hodnoty MTOW (Maximum Take-Off Weight) nad určitou hodnotu či nedostupností slotů pro nepravidelné lety. Pro posádky letadel to znamená, že často létají na nová letiště. Naopak se jim již navštívená letiště opakují v průměru s nižší frekvencí. Dalším specifikem je velké množství prázdných přeletů (tzv. ferry letů). Vzhledem k tomu, že zákazník si letiště odletu a příletu vybírá sám (s preferencí co nejkratšího času stráveného během pozemních transportů) a zároveň je počet dostupných letišť vyšší, je pravděpodobnost návaznosti jednotlivých letů nízká, mezi lety s cestujícím tak musí posádka často provést prázdný přelet na letiště odletu dalšího letu s cestujícím. [5]

Dle velikosti letounu a certifikačních požadavků výrobce letadla mohou být lety obsazeny stewardem/stewardkou či nikoliv. Není-li steward/stewardka k dispozici, zůstává veškerá komunikace se zákazníkem na posádce. Do jejich povinností se tak přidává řada úkolů, jako je provedení bezpečnostní instruktáže cestujících (safety briefing) před odletem a veškerá podpora během letu, kterou by jinak řešila pozice stewarda. Hybridní možností je využití „hostesky“ v případě, kdy na daném letadle oficiální pozice stewarda neexistuje. Hosteska se stará o komfort pasažérů během letu, nemůže však provádět žádné úkony jako je safety briefing, manipulace s dveřmi letadla či evakuace, tyto úkony zůstávají na posádce. Přímý kontakt posádky s klientem může vést k ovlivnění samotného letu. Klient může mít preference například při výběru náhradního letiště, není-li možné přistát v destinaci. V extrémních případech může klient změnu destinace sám iniciovat. Zodpovědnost za bezpečnost letů zůstává na posádce, její chování však může být klientem ovlivněno. Letouny do 19 osob nemají povinnost disponovat dveřmi od kokpitu, posádka tak nemusí mít možnost se od dění v kabině zcela odizolovat a pasažéři mají k posádce snazší přístup. [2][3][5]



Letadla používaná v BA jsou obecně menší a jejich kabiny uzpůsobené náročnější klientele, rozhodujícím faktorem je maximální vzletová hmotnost (MTOW) a maximální počet pasažérů. Tyto hodnoty jsou zpravidla nižší a dle toho se řídí certifikační nároky, ať už se jedná o již zmíněné dveře do kokpitu, nepřítomnost stewarda anebo menší požadavky na povinné vybavení. Letouny s maximální vzletovou hmotností do 5700 kg nemají za povinnost mít FDR (Flight Data Recorder) a CVR (Cockpit Voice Recorder). [2][5]

Shrnutí: Byly popsány detaily provozu BA a jejich odlišnosti od provozu pravidelné dopravy. V následujících bodech jsou jednotlivá specifika a rozdíly shrnuty:

- Lety se zpravidla neopakují, jsou jednorázové
- Širší spektrum využitých letišť
- Využití letišť, kam pravidelná doprava nelétá
- Velké množství změn v programu letů
- Osobní přístup k zákazníkovi
- Časová flexibilita v čase odletu dle potřeb zákazníka
- Nižší množství nalétaných jednotek pro letadlo i posádku
- Nízké denní využití letadla
- Posádka je ve službě delší časový úsek
- Letadla uzpůsobena náročné klientele
- Zpravidla použití menších letadel
- Vyšší množství prázdných letů

1.2 Safety Management Systém

SMS neboli Safety Management System je definován jako „systematický přístup k řízení bezpečnosti, včetně nezbytných organizačních struktur, odpovědnosti, zásad a postupů“ [1]. Cílem řízení bezpečnosti je proaktivně vyhledávat a zmírňovat bezpečnostní rizika dříve, než nastane nehoda či incident. Řízením bezpečnosti se zabývá ICAO Annex 19 [6], který mimo jiné vyžaduje zavedení SMS u leteckých společností. SMS se dá rozdělit na 4 hlavní komponenty:

- Bezpečnostní politika a cíle
- Řízení bezpečnostních rizik
- Zajištění bezpečnosti
- Prosazování bezpečnosti



ICAO vydává dokument SARPs (Standards and Recommended Practices), který obsahuje doporučení a návody, jak systém zavést a udržovat. Bezpečnostní politika a cíle je první částí SMS, která definuje bezpečnostní cíle, zásady a zodpovědnosti. Bezpečnostní politika konkrétní organizace popisuje přístup k bezpečnosti a závazek k jejímu řešení. Bezpečnostní cíle obsahují konkrétní výstupy, kterých chce společnost dosáhnout. Jedná se například o zlepšení bezpečnostní kultury nebo snížení počtu incidentů. Organizace by měla také jmenovat odpovědné osoby, které vývoj bezpečnosti monitorují a vyhodnocují. Druhý komponent, řízení bezpečnostních rizik, se zaměřuje na identifikaci, analýzu, hodnocení a řízení bezpečnostních rizik. Proces začíná identifikací rizik, po které následuje jejich analýza a vyhodnocení na základě jejich závažnosti a pravděpodobnosti výskytu. Díky tomu lze určit priority při posledním kroku. Tím je řízení rizik, pomocí kterého se organizace snaží rizika minimalizovat. Třetím komponentem je zajištění bezpečnosti, to zahrnuje měření výkonnosti v bezpečnosti, které bude podrobněji popsáno v následující kapitole. Mimo měření výkonnosti v bezpečnosti obsahuje procesy pro řízení změn a hodnocení rizik při zavádění změn či nových postupů. Posledním komponentem je prosazování bezpečnosti. Zahrnuje výcvik a vzdělávání zaměstnanců, komunikaci a distribuci informací relevantních pro bezpečnost, podporu kultury bezpečnosti a motivaci k bezpečnému chování zaměstnanců. [1][6]

1.2.1 Měření výkonnosti v bezpečnosti

Jedním z elementů zajištění bezpečnosti je měření výkonnosti bezpečnosti. Poskytuje odpovědným osobám organizace informaci o tom, jak se bezpečnost dané organizace vyvíjela a vyvíjí v čase, jak se z hlediska bezpečnosti vyvíjí jednotlivé součásti systému a zda se daří dosáhnout bezpečnostních cílů. K samotnému měření se používají bezpečnostní cíle (SO – safety objectives), indikátory bezpečnosti (SPI – safety performance indicators) a cíle bezpečnostní výkonnosti (SPT – safety performance targets). **Bezpečnostní cíle (SO)** jsou obecné cíle kladené v oblasti bezpečnosti. Vyjadřují zaměření organizace na bezpečnost a stanovení klíčových oblastí, ve kterých je očekáváno dosažení zlepšení bezpečnosti. Cíle by měly být měřitelné, dosažitelné, relevantní a časově omezené, měly by být pravidelně aktualizovány na základě vývoje organizace. K hodnocení vývoje naplnění či nenaplnění cílů slouží indikátory bezpečnosti. **Indikátory bezpečnosti (SPI)** slouží k měření dat o bezpečnosti. Na základě informací získaných z těchto indikátorů se bezpečnost vyhodnocuje, měří. Hodnotí se vývoj daného indikátoru v čase a vyhodnocuje se to, zda bylo či nebylo dosaženo bezpečnostních cílů. Z výsledků potom mohou příslušní pracovníci či vedení společnosti provádět rozhodnutí o konkrétních krocích v řízení bezpečnosti vedoucí k zajištění požadované úrovně bezpečnosti a zmírnění bezpečnostních rizik. Indikátory se mohou rozdělit



do tří skupin, a to na reaktivní, proaktivní a prediktivní. Dále lze indikátory dělit na kvantitativní a kvalitativní.[1][7]

Reaktivní přístup měří události, které již nastaly, zpravidla jde o měření událostí s negativním výsledkem, jako jsou incidenty či nehody. Měří se za pomoci tzv. *zpožděných* (lagging) indikátorů, jejich název vychází z principu, na kterém jsou založeny. Tyto indikátory se totiž identifikují během šetření již nastalých událostí. Jako indikátor může být použit samotný incident/nehoda, anebo nebezpečí, které již historicky k danému incidentu či nehodě vedly a byly při jejich šetření identifikovány. Výsledný indikátor přináší informaci o trendu a vývoji výskytu daného nebezpečí v čase dál. Vedení bezpečnosti dané organizace tak může po určitém čase vyhodnotit účinnost nápravných opatření, pokud byla nějaká během šetření stanovena. Pokračování sledování daného indikátoru přináší kontinuální informaci o vývoji daného nebezpečí v čase dál a v budoucnu může sloužit k identifikaci nových trendů. [1][7][8]

Jak bylo naznačeno, reaktivní přístup nemusí měřit pouze samotné negativní události, ale i události, které jim předcházejí. Tento typ indikátorů se nazývá *precursory indicators*, zaměřují se jevy na s vyšší pravděpodobností výskytu, avšak nižší závažností. Toto řešení je preferované a výhodnější z toho důvodu, že prostředí letecké dopravy je obecně velmi bezpečné a založit měření na výskytu koncové události (nehody nebo incidentu) v měřítku celkové bezpečnosti nemusí mít výpovědní hodnotu. Například typ události „vyjetí z dráhy“ (runway excursion) po přistání má dle šetření velmi často příčinu v nestabilním přiblížení. Z hlediska měření výkonnosti v bezpečnosti je výhodnější měřit parametr „výskyt nestabilního přiblížení“, což je *precursory indicator*, namísto pouhého výskytu vyjetí z dráhy, což je příklad zpožděného indikátoru. Obecně lze říci, že *precursory indicators* jsou z hlediska měření výkonnosti v bezpečnosti výhodnější, avšak zároveň pro praktické měření složitější. [7]

Proaktivní přístup se zaměřuje na analýzu současného stavu v reálném čase a jeho vývoj. Spočívá v aktivním vyhledávání nebezpečí v aktuálně nastavených procesech. Na rozdíl od reaktivního přístupu nemusí ještě tyto nebezpečí reálně nastat, proaktivní přístup se je snaží aktivně vyhledávat. Díky tomu lze nápravná opatření realizovat dříve, než se zrealizují možná nebezpečí, což je největší výhodou v porovnání s reaktivním přístupem. Proaktivní přístup využívá *prediktivní* (leading) indikátory.[1][7][8]

Prediktivní přístup také využívá *prediktivní* indikátory. Na rozdíl od proaktivního přístupu se snaží vyhledávat nebezpečí v procesech, které budou teprve zavedeny, nikoliv v aktuálně platných a používaných. [7]



Mimo rozdělení dle přístupu při tvorbě indikátorů můžeme indikátory dělit také na kvantitativní a kvalitativní.

Kvantitativní indikátory

Jedná se o měřitelný parametr, jehož výsledek lze reprezentovat číslem. Vyjadřuje vývoj výskytu události, kterou daný indikátor měří. Výstupem z kvantitativního indikátoru je konkrétní číslo, při jeho pravidelném zaznamenávání ho lze jednoduše vyhodnotit a posoudit vývoj v čase. Vývoj se zaznamená například do tabulky, nebo lze data reprezentovat formou grafu. Na základě toho lze určit trend vývoje daného indikátoru. Pro správné vyhodnocení je třeba zaznamenávat nejenom počet výskytů, ale i počet měření. Díky tomu lze výsledná data normalizovat tak, aby bylo porovnání v čase reprezentativní i pro případy, kdy se změní množství dostupných dat, například počet letů. [1]

Kvalitativní indikátory

Na rozdíl od čísel se kvalitativní indikátory zaměřují na subjektivní hodnocení a identifikaci rizik. Výstupem není konkrétní číslo, ale pouze informace o možném riziku či nebezpečí. Kvalitativní indikátory se využívají například při měření stavu bezpečnostní kultury v dané organizaci. K samotnému získání informace od konkrétního jedince se využije například dotazník či rozhovor, který je postaven tak, aby o daném tématu (v tom případě bezpečnostní kultura) přinesl pokud možno co nejvíce informací, například o tom, jak zaměstnanci dané organizace vnímají bezpečnost, jak přistupují k postupům a pravidlům. Porovnání výsledků jednotlivých měření je oproti kvantitativní metodě, kde se porovnávají čísla, složitější. [1]

Každý z typů indikátorů přináší jiná data o bezpečnosti a nejvhodnější použitím je kombinace obou typů. Obecně je při výběru sady konkrétních indikátorů třeba zvážit praktické možnosti měření, statistické zpracování výsledků má být provedeno tak, aby bylo porovnání různých časových období relevantní i v případě, že se změní objem získaných dat. Indikátor by měl mít prokázanou validitu. Dále je potřeba vyhodit poměr nákladů vložených do měření daného indikátoru a přínosnosti informace z něj získané. Výsledný indikátor by měl být citlivý na změny v systému na které by měl upozornit. Jednotlivé indikátory také musí být dobře pochopitelné pro odpovědné osoby, které na jejich základě tvoří rozhodnutí o vývoji systému.[7]



1.2.2 Bezpečnostní kultura

Popisuje a zabývá se tím, jak se lidé chovají a jaký mají vztah k bezpečnosti v momentě, kdy je nikdo nevidí, zkoumá, o čem jsou zaměstnanci přesvědčení, jaké předsudky o organizaci mají, jaká je důvěra v organizaci, v její vedení. Hodnocení bezpečnostní kultury je součástí měření výkonnosti v bezpečnosti, obvykle se měří dotazníky, rozhovory, pozorováním nebo přezkoumáním dokumentů. Dobrá bezpečnostní kultura zvyšuje bezpečnost celé organizace. V organizaci s dobrou bezpečnostní kulturou se zaměstnanci nebojí hlásit incidenty, protože ví, že jim nehrozí žádný postih a šetření události se nebude snažit nikoho obvinít a najít viníka, bude transparentní. Incidenty jsou brány jako příležitost ke zlepšení bezpečnosti, nikdo se nesnaží nic zatajit. Zaměstnanci se nebojí být upřímní, zároveň je každý hlas vyslyšen, věří odpovědným osobám. [1]

1.3 Současný stav měření výkonnosti v bezpečnosti BA

Velká část dat o bezpečnosti se u velkých dopravních letadel získává za pomoci systému FDM (Flight data monitoring). Zavedení tohoto systému je povinné pro letadla s maximální vzletovou hmotností přesahující 27000 kg.[2] Tento systém průběžně zaznamená velké množství parametrů, které po zpracování slouží ke zvýšení bezpečnosti, efektivnosti a kvality provozu. Na základě dat získaných z FDM se dá vytvořit a sledovat řada užitečných indikátorů bezpečnosti. Systém například sleduje parametry klíčové k vyhodnocení stability přiblížení. Zde však nastává problém s praktickým měřením nestabilního přiblížení v případě, že není letadlo vybaveno FDM. Což jsou zpravidla právě BA letadla. Z toho důvodu se právě u BA společností často vyskytuje indikátor „četnosti vyjetí z dráhy“, kdežto společnosti operující letadla vybavená FDM měří i nestabilní přiblížení. V kombinaci s tím, že BA letadlo vykoná v průměru méně letů než letadlo klasické společnosti lze konstatovat, že výpočetní hodnota toho indikátoru u BA dopravce je velice nízká. [2][9][11]

Stabilizované přiblížení je základní předpoklad pro bezpečné přistání. Není-li letadlo ve stanoveném bodě přiblížení (nejčastěji je definován výškou nad terénem či letištěm) stabilizované, nebo dojde-li k nestabilizovanému stavu po minutí tohoto bodu, posádka musí provést opakované přiblížení. Do kritérií stabilizovaného přiblížení se řadí:

- Poloha letadla (horizontální i vertikální) je správná (u ILS přiblížení je maximální odchylka 1 tečka)
- K udržení se v této poloze jsou potřeba pouze malé změny v horizontálním a vertikálním vedení



- Rychlost je ve stanoveném limitu od V_{REF}
- Letadlo je v přistávací konfiguraci
- Vertikální rychlost nepřesahuje 1000 ft/min (není-li to vyžadováno konkrétním přiblížením)
- Nastavený výkon motorů je ve stanoveném rozsahu
- Všechny kontrolní seznamy jsou dokončeny

Jak můžeme vidět, všechny parametry potřebné k vyhodnocení stability přiblížení pochází z FDM. BA letadla však velmi často nejsou FDM vybavena, a tak tyto parametry zůstávají nezaznamenané. Velká část letadel sice má FDR, z kterých by se dala část těchto informací vyčíst, ten však není určen ke sběru dat na běžných letech, data se nikam neodesílají a záznam se uchovává pouze po omezenou dobu, stažení FDR dat je servisní úkon. Pro potřeby měření výkonnosti v bezpečnosti v běžném provozu, kdy nedošlo k žádnému incidentu, je tak nepoužitelný. [9][11]

Obdobným příkladem v současné době používaného indikátoru je „ztráta řízení za letu“. I zde je četnosti výskytu tohoto jevu velmi nízká, zato závažnost velmi vysoká. Prakticky lze měřit i najít indikátory, které této události mohou předcházet, a ty následně měřit. K jejich měření ale je opět zapotřebí FDM. Indikátor pro letadlo vybavené FDM by tak mohl vypadat následovně: výskyt případů, kdy byl překročen maximální úhel náběhu nebo náklonu. Mezi další takové indikátory patří: Srážka za letu, řízený let do terénu, runway incursion, požár nebo kouř v kabině, srážka s ptákem. Jedná se o výčet koncových událostí, pro které je z hlediska bezpečnosti lepší najít *precursory indicator*, výpovědní hodnota koncových indikátorů je velice nízká. Výhodou je však jednoduchost jejich měření. Mezi další v současné době používané indikátory se řadí: výskyt defektů na letadle AOG (Aircraft On Ground) /MEL (Minimum Equipment List), výskyt případů, kdy byl objeven nález během kontroly SAFA (Safety Assessment of Foreign Aircraft) nebo CAA (Civil aviation authority), vývoj počtu povinných a nepovinných hlášení.

Shrnutí: měření výkonnosti v bezpečnosti pro BA je často složitější a omezenější, používané indikátory jsou často nepraktické nebo nerelevantní. Z dostupných informací vypadají aktuálně používané sady indikátorů takto:

- Počet povinných hlášení
- Počet nepovinných hlášení
- Počet incidentů (mohou být rozděleny do více kategorií)



- Počet nehod (mohou být rozděleny do více kategorií)
- Počet bird strike
- Počet dní, kdy bylo letadlo AOG
- Počet nálezů SAFA
- Počet nálezů auditu CAA

1.4 Přehled vědecké literatury

Jak bylo zmíněno, měření výkonnosti v bezpečnosti je jedním z komponentů SMS, jehož zavedení ICAO u leteckých organizací vyžaduje. *Dokument 9859* [1] tedy obsahuje i popis, rozdělení a další informace o měření výkonnosti v bezpečnosti. Měření rozděluje do tří nástrojů a tím jsou bezpečnostní cíle, indikátory bezpečnosti a cíle bezpečnostní výkonnosti. Limitací a problematice zavedení a vyhodnocení takových indikátorů se zabývá práce *The challenges in defining aviation safety performance indicators* [13]

Dále se měření výkonnosti v bezpečnosti věnuje celá řada vědeckých prací, žádná však nespécifikuje BA provoz. *Safety performance indicators for system of organizations in aviation* [7] shrnuje poznatky k dosud zjištěným informacím o indikátorech bezpečnosti. Většina dostupných dokumentů však postrádá detailní praktickou ukázkou identifikace systému měření výkonnosti v bezpečnosti, její zavedení a vyhodnocení. Výjimkou je publikace *Improving European ATM Safety through SMART Safety Indicators*. [12], ta detailně popisuje, jak jednotlivá data lze vyhodnocovat. Celá publikace je však zaměřena na systémy ATM (Air Traffic Management) a ne všechny postupy lze jednoduše použít na odlišném typu problému.

Žádná z výše zmíněných publikací nevyužívá systémový přístup k bezpečnosti. Práce, z které bylo přebráno nejvíce relevantních poznatků a na základě které bylo postupováno v metodické části se nazývá *Developing Leading Safety Indicators using the Functional Resonance Analysis Method* [12], kde jsou indikátory identifikovány na základě variability výstupu z jednotlivých funkcí identifikovaných pomocí metody FRAM (Functional Resonance Analysis Method). V tomto případě však model popisuje vykládku zboží v chemickém závodu. Spoluautorem je Riccardo Patriarca, který se metodou FRAM zabývá dlouhodobě. Další využití metody FRAM k tvorbě indikátorů představuje práce *Proposing safety performance indicators for helicopter offshore on the Norwegian Continental Shelf* [20], na jejímž vzniku se podílel i Erik Hollnagel, autor metody FRAM.

Z dalších prací, které se zabývají návrhem systému měření výkonnosti v bezpečnosti s využitím metody založené na systémovém přístupu, je práce *Identifying safety indicators for*



safety performance measurement using a system engineering approach. Process Safety and Environmental Protection. [16] Práce využívá model STAMP (Systems Theoretic Accident Model and Process), který definuje vznik nehody jako chybu řízení. Výsledky jsou však v porovnání s výsledku metody FRAM abstraktnější a praktické měření navržených indikátorů je složitější.

Poslední prací je článek *The Application of Safety II in Commercial Aviation – The Operational Learning Review (OLR)* [14] který popisuje praktické zavedení Safety-II do bezpečnostního systému letecké společnosti. Konkrétně jde o zavedení rozhovorů za účelem měření bezpečnosti. Jsou zde popsány přínosy i limitace této metody. Poznatky z této publikace byly využity při návrhu měření kvalitativních indikátorů.

1.5 Limitace současného stavu

V současném stavu v literatuře nelze dohledat žádný příklad, kdy by byly indikátory specificky sestavené pro BA společnosti. Dosavadní práce se zaměřují pouze na jiné oblasti letectví, anebo nejsou blíže specifikovány vůbec. Velké množství dostupné literatury, zejména staršího data, se problematikou nezabývá systémovým přístupem.

V praxi je u současných BA společností dle dostupných informací používán pouze základní seznam reaktivních indikátorů, kde část z nich měří až koncové negativní události. Tento seznam však nijak nereprezentuje specifika BA. Indikátory tak často nevykazují vůbec žádné záznamy o výskytu daného jevu, což může vést k mylné představě o tom, že úroveň bezpečnosti je na vysoké úrovni a společnosti nehrozí žádné hrozby. Reálně však jde o důsledek malého vzorku dat v kombinaci s nevhodně zvolenými indikátory. Výhodou a zřejmě i důvodem použití tohoto řešení je jednoduchost zavedení a měření těchto indikátorů, jejich měření i vyhodnocení je časově i technicky nenáročné.

Cílem práce je za pomoci systémového přístupu navrhnout systém měření výkonnosti v bezpečnosti, který bude měřit a sledovat vývoj definovaných parametrů v čase. Tento návrh má zohlednit specifika BA provozu. Na základě vývoje jednotlivých parametrů můžeme stanovovat bezpečnostní cíle a sledovat vývoj dílčích cílů.



2. Metodika

K dosažení požadovaného návrhu systému měření výkonnosti v bezpečnosti specifického pro BA provoz bylo stanoveno použití systémového přístupu. Bezpečnost ovlivňují mnohé faktory jako je lidský faktor, technika nebo organizační záležitosti. Kombinace všech těchto faktorů vlastnosti systému ovlivňují. A provoz BA všechny tyto faktory kombinuje. Modely i metody bezpečnosti se dají rozdělit podle jednotlivých faktorů na modely zaměřené na lidský faktor, technické nebo organizační. Alternativní možností k těmto modelům je právě systémový přístup a modely na něm založené. Tyto modely mají komplexní přístup, nahlíží na celý systém, nezaměřují se pouze na jednotlivé části. Jelikož provoz BA je komplexní socio-technický systém, je řešení za pomoci systémového přístupu považováno za nejvhodnější. Vzhledem k charakteru provozu BA společnosti byla vybrána systémová metoda FRAM, která zohledňuje lidský, technický i organizační faktor. Lidský faktor je reprezentován posádkou letadla i pracovníky dalších oddělení společnosti, techniku představuje zejména samotné letadlo. Dalším důvodem volby této metody je fakt, že využívá myšlenky Safety-II, která říká, že je třeba se zabývat i každodenním provozem. To je výhodné z toho důvodu, že intenzita BA provozu, nalétané hodiny a cykly je, jak již bylo zmíněno, nízká, a o to méně vypovídající jsou data založená pouze na negativních výstupech. [18]

Systémový přístup využívá také model STAMP, pomocí kterého lze systém měření výkonnosti v bezpečnosti také tvořit. K řešení problému byla však vybrána metoda FRAM. K tomu rozhodnutí mě vedl pohled na výsledky prací které využívají k návrhu měření výkonnosti v bezpečnosti FRAM a STAMP. Výsledky z metody FRAM jsou praktičtější a detailnější, zatímco výsledky z modelu STAMP jsou často zaměřené na organizaci a její řízení, výsledné indikátory jsou abstraktnější, což přináší problém při praktickém zavedení indikátorů.

2.1 Metoda FRAM

K řešení návrhu systému měření výkonnosti v bezpečnosti byla vybrána metoda FRAM (Functional Resonance Analysis Method). Metoda využívá systémový přístup a myšlení Safety-II. Byla navržena k analýze chování systémů. Jedná se o rezonanční model určený k analýze sociotechnických systémů. Autorem metody je Erik Hollnagel. Metoda pomáhá identifikovat v systému místa, která jsou náchylnější na vznik rezonance. Rezonance vzniká variabilitou jednotlivých funkcí. Rezonance představuje významné narušení chování systému. Části systému, v kterých vzniká více variability jsou náchylnější na vznik rezonance. Nehody a incidenty metoda FRAM vysvětluje jako překročení rezonance akceptovatelné hodnoty.



FRAM využívá funkční popis toho, jak je daná činnost skutečně prakticky prováděna (work as done), nepoužívá teoretický popis, který říká, jak by měla být prováděna podle postupů a příruček (work as imagined). Metoda FRAM dále vychází z následujících principů:

Princip rovnocennosti úspěchů a neúspěchů

Úspěchy i neúspěchy dle tohoto principu mohou vzniknout za stejných podmínek. Rozdíl ve výsledku neznamena, že byly jednotlivé činnosti vykonány jinak. Každý se snaží dělat svou práci tak jak má, snaží se dosáhnout úspěšného výsledku. Na základě toho metoda říká, že bychom měli zkoumat i události, při kterých se nic nestalo a dosáhlo se požadovaného výstupu a nezaměřovat svou pozornost pouze nechtěným výstupům.

Princip přizpůsobení výkonu

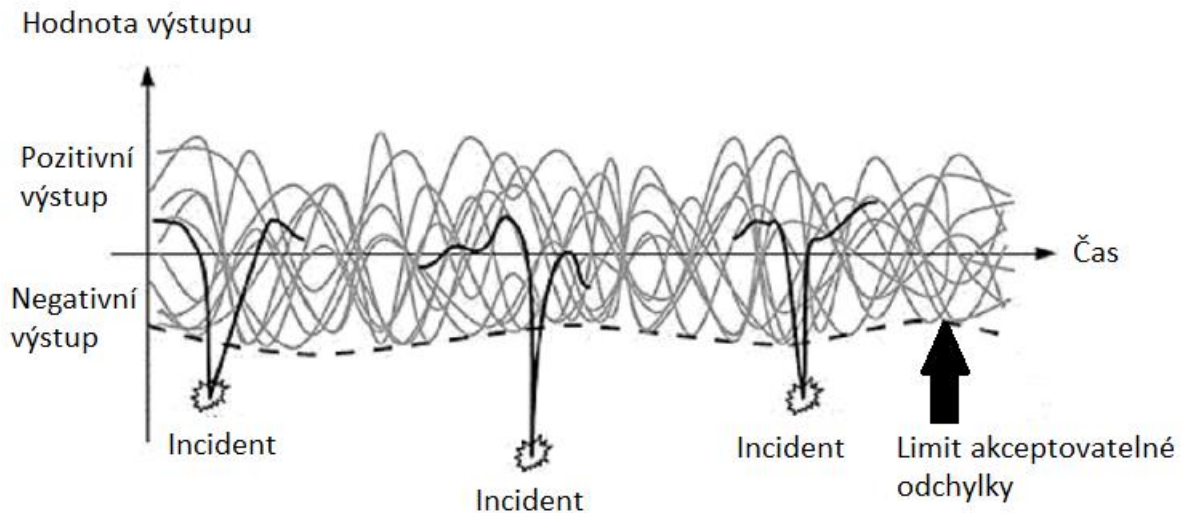
Všichni neustále přizpůsobují svůj výkon aktuálním podmínkám. Na základě tohoto přizpůsobení vzniká variabilita výkonu a díky této variabilitě je člověk schopen se přizpůsobit a držet většinu výstupů úspěšných. Variabilita je tedy pozitivní vlastnost. Někdy však dojde k neúspěšnému výstupu, důvodem je fakt že se variabilita výkonu na základě aktuálních podmínek pouze odhaduje.

Princip emergence

Nelze-li najít příčinu neúspěchu, může to být z důvodu emergence. Pokud se příčina za pomoci dekompozice a kauzality najde, o emergenci se nejedná. Princip emergence však vysvětluje případy, kdy se pomocí těchto metod příčina nenajde. Emergence vysvětluje jevy, které se objeví bez zjevné příčiny a vysvětlení. FRAM jí vysvětluje jako specifickou kombinaci variabilit několika výstupů. Samotná emergence se nedá ovlivnit, můžeme však ovlivnit podmínky, v kterých jsou činnosti vykonávány a nastavit je tak, aby se vzniku emergence předcházelo.

Princip rezonance

Fyzikální rezonance je jev, který popisuje situaci, kdy je výsledná amplituda signálu při kombinaci určitých frekvencí vyšší než při jiných. Tyto frekvence si lze představit jako variability definované v druhém principu. Rezonance je výsledkem interakce variabilit signálů vystupujících z jednotlivých funkcí. První princip říká že člověk se snaží přizpůsobit svůj výkon aktuálním podmínkám. Tím se snaží vyprodukovat takovou variabilitu signálu, který se při interakci s dalším variabilním signálem vyruší, v takovém případě by byla výsledná rezonance nulová.



Obrázek 1: Variabilita výstupů a výsledná rezonance, upraveno [18]

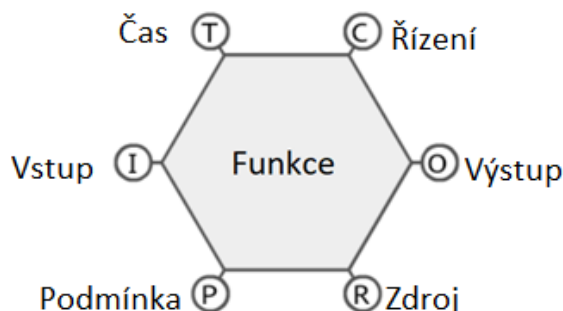
Rezonance nemusí být pouze negativní, ale i pozitivní, a to v případě, kdy se něco povede neobvykle úspěšně. Princip vzniku rezonance a možný následek v podobě incidentu je reprezentován i graficky (Obr. 1). Můžeme vidět příklad kdy výsledná rezonance limit akceptovatelné výchylky třikrát překročila. [17][18][19]

Postup metody FRAM:

Erik Hollnagel dále popsal postup, jak metodu FRAM aplikovat. Tento postup rozdělil do 4 kroků. V závislosti na tom, jaký úkol se pomocí FRAM řeší však nemusí být vždy třeba vykonat všechny 4 kroky k tomu, aby se dosáhlo výsledků. Metoda se dá využít k proaktivní analýze systému i reaktivnímu šetření již nastalých událostí. Jednotlivé kroky aplikace metody FRAM jsou popsány v následujícím textu:

1. Krok: identifikace a popis systémových funkcí

Během prvního kroku se identifikují funkce zapomocí kterých se fungování systému popíše. Podstatné je dodržet princip popisu provozu tak, jak se skutečně odehrává (work as done), nikoliv tak, jak je teoreticky popsán (work as imagined). Jednotlivé funkce reprezentují činnosti, které jsou vykonávány za účelem dosažení konkrétních výstupů. Jedna funkce může produkovat více než jeden výstup. Identifikace jednotlivých funkcí může probíhat v libovolném pořadí, není třeba začínat první funkcí na časové ose. Funkce modelu FRAM jsou navrženy jako šestiúhelníky (Obr. 2). Vazby mezi funkcemi jsou reprezentovány jednotlivými aspekty, které se rozdělují do šesti druhů, každému aspektu přísluší jeden roh šestiúhelníku.



Obrázek 2: Funkce modelu FRAM

Prvním aspektem je **vstup (input -I)**. Jedná se o signál informující o tom, že funkce má být aktivována, představuje změnu stavu. Většina funkcí obvykle vstup má, není to však nutné. Dalším aspektem je **výstup (output -O)**. Představuje výsledek funkce a může vstupovat do další funkce. Variabilita funkce se projeví právě na výstupu, kde se variabilita hodnotí. Jestliže je výstup variabilní, přenese se variabilita této funkce i na vstup do další funkce. Ta na to reaguje a snaží se variabilitu ztlumit. Následuje aspekt **podmínka (precondition - P)**. Ten zahrnuje předpoklady, které by měli být naplněny před samotným zahájením funkce vstupem. Samotná podmínka funkci neaktivuje. Podmínka vzniká jako výstup z jiné funkce. Dalším aspektem je **zdroj (resource - R)**. Zdroj reprezentuje něco, co se při vykonávání dané funkce spotřebovává. Pátým aspektem je **řízení (control - C)**, ovlivňuje průběh, jakým je funkce vykonávána. Posledním aspektem je **čas (time - T)**, představuje časové omezení funkce, určuje, kdy bude stanovená funkce provedena.

K praktickému vykonání prvního kroku může být využit software FMV (FRAM Model Visualiser)¹. Program umožňuje graficky zobrazit jednotlivé funkce a jejich aspekty. Mimo to software umožňuje i export ve formě tabulek. Grafické výstupy, které se později objeví v této práci byly vytvořeny v tomto software.

2. Krok: identifikace variability

Druhým krokem je identifikace variabilit jednotlivých výstupů z funkcí. Výstup se posuzuje na základě několika parametrů: přesnost, načasování, rychlost, vzdálenost, síla, trvání, směr. Z těchto parametrů se vyberou ty, dle kterých lze variabilitu hodnotit. Nejčastěji se hodnotí parametr času a přesnosti. Výstup může být z hlediska přesnosti: přesně,

¹<https://functionalresonance.com/FMV/index.html>



přijatelný, nepřesný. Z hlediska času může být výstup variabilní v těchto ohledech: příliš brzy, včas, příliš pozdě, vůbec.

3. Krok: kombinace variability

V tomto kroku se identifikují kombinace variabilit, které by mohli vyvolat negativní rezonanci. Výsledkem je informace o tom, za jakých podmínek může dojít k rezonanci.

4. Krok: řízení variability

Posledním krokem je návrh řešení, které zamezí nebo sníží šanci na výskyt kombinací variabilit, které mohou vést k výskytu rezonance. Tyto kombinace byly identifikovány v přechozím kroku. [17][18][19]

2.2 Tvorba modelu FRAM

Hlavní výzvou pro měření výkonnosti v bezpečnosti je sestavení indikátorů, parametrů, které se budou v čase sledovat a na základě jejich vývoje se bezpečnost vyhodnotí. K tvorbě byl vybrán postup založený na metodě FRAM popsany v článku *Developing Leading Safety Indicators using the Functional Resonance Analysis Method*. [11] Postup navrhuje indikátory identifikovat na základě výstupu z druhého kroku metody FRAM, která přináší seznam možných variabilit jednotlivých funkcí modelu. FRAM je rezonanční model a říká, že výstupy z jednotlivých funkcí mohou i v každodenním provozu nabývat určitou variabilitu. Celkovou rezonanci pak tvoří součet jednotlivých výstupů. Kombinace jednotlivých výstupů může jednotlivé výstupy mezi sebou vyrušit, například složí-li se do sebe pozitivní a negativní signál. Negativní výstup z některé funkce tak automaticky neznamena, že se výsledná činnost, která je prováděna, nepovede. Pravděpodobnost, že bude celkový výstup negativní, však roste se zvyšujícím se množstvím negativních výstupů. Na základě toho můžeme měřit bezpečnost v případě, kdy budeme mít informaci o vývoji výstupů z jednotlivých funkcí. Postup tedy zahrnuje první krok, popis jednotlivých funkcí systému a jejich aspektů. Druhý krok se zaměřuje na identifikaci variabilit.

Prvním krokem tedy bylo sestavení funkčního popisu provozu BA společnosti. Popis obsahuje specifika popsána v úvodní kapitole. Vytvořený model FRAM se skládá z 23 funkcí. Vzhledem k množství funkcí a vazeb byl pro větší přehlednost a snazší pochopení výsledný model rozdělen do dvou modelů. První model reprezentuje celý systém, který byl popisován. Funkce *spouštění motorů a pojiždění a provedení letu* jsou však sloučené z několika více funkcí. Část modelu, kde jsou tyto dvě funkce zobrazeny v plném rozsahu společně s okolními



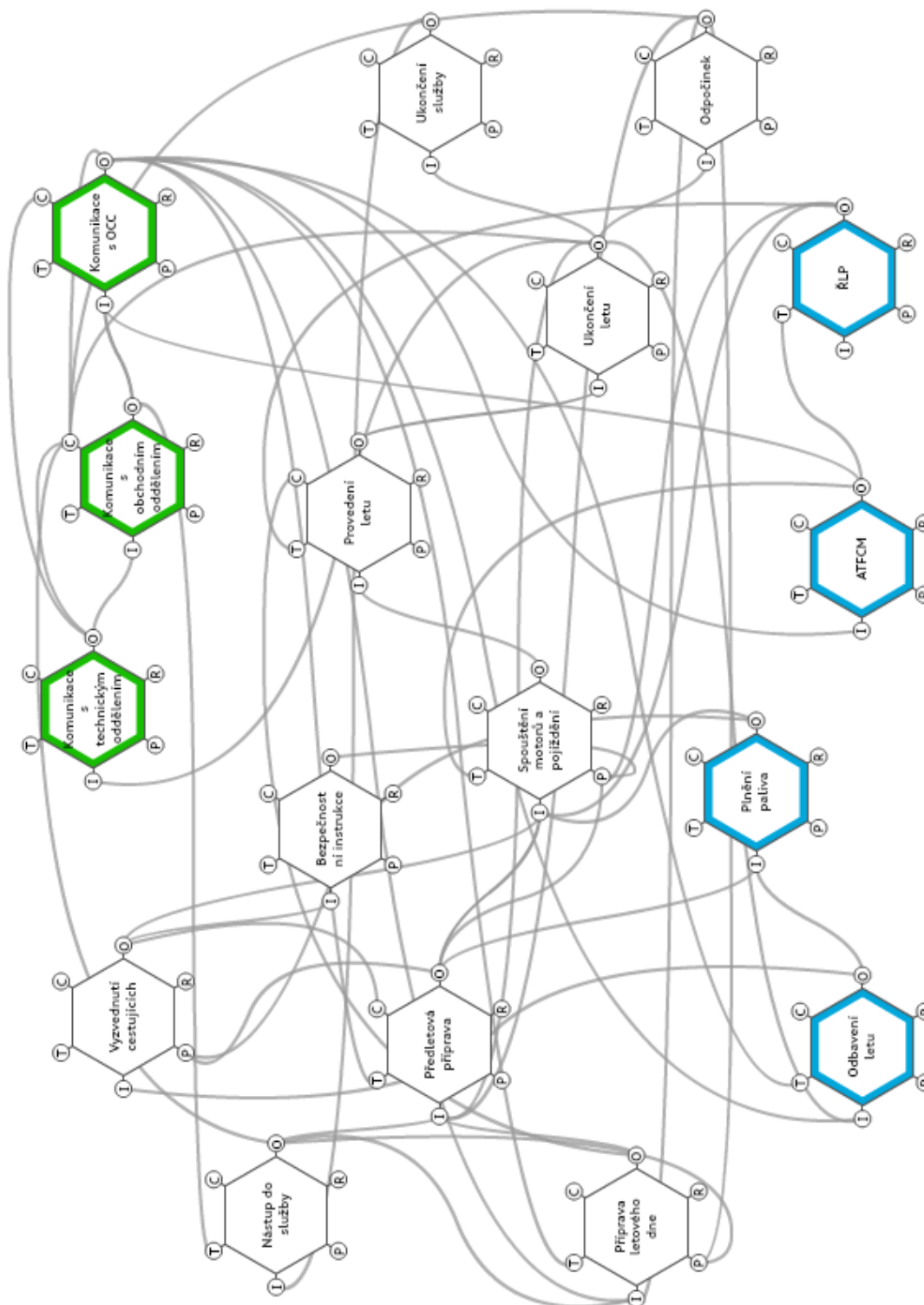
funkcemi, které je ovlivňují, je zobrazena na druhém modelu. (Obr.4). Ten obsahuje 12 z celkových 23 funkcí. Identifikované funkce byly rozděleny do tří skupin, a to na funkce samotné posádky, funkce externích subjektů a funkce dalších oddělení společnosti. Nejvíce funkcí, 16, popisuje činnosti posádky. Na grafické prezentaci modelu FRAM (Obr. 3) můžeme vidět, že se jedná o funkce bez barevného ohraničení. Funkce externích subjektů jsou zvýrazněny modrou barvou, funkce jednotlivých oddělení dané společnosti jsou označeny zeleně.

Funkce posádky popisují činnosti, které posádka vykonává během své služby na letadle od nástupu do služby, přes samotný letový den k povinnému odpočinku, z kterého mohou pokračovat další letové dny nebo ukončení služby. Samotné provedení letu a funkce s tím spojené jsou v plném detailu zobrazeny pouze na druhém, detailnějším modelu. Druhý model nepopisuje nic nového, pouze přináší větší detaily, které by první obecný pohled zbytečně tvořily příliš nepřehledný. Grafická prezentace modelu nám neumožňuje vidět jednotlivé vstupy a výstupy, které funkce navzájem propojují. Z toho důvodu se pod grafickým zobrazením nachází tabulkový popis, kde každá tabulka reprezentuje jednotlivou funkci. Tabulka obsahuje základní popis dané funkce a dále popis jednotlivých aspektů, jedná se o vstupy a výstupy, podmínky, zdroje, kontrolu a aspekt času. Tyto řádky tabulky jsou přítomny pouze, je-li daný aspekt použit. Pokud by daný řádek zůstal prázdný, byl zcela vymazán

Druhým krokem metody FRAM je identifikace variabilit. Tento krok byl proveden ihned po vytvoření funkčního popisu. Pod tabulkou jednotlivých funkcí se tak vždy nachází i popis možných variabilit výstupů z dané funkce. Variability výstupů se posuzovaly z hlediska přesnosti a času.

2.2.1 Funkce reprezentující jednotlivá oddělení společnosti:

Jedná se o tři funkce reprezentující tři různé oddělení dané společnosti. Představují technické oddělení, obchodní a operační středisko. V grafickém zobrazení se nachází v horní části a jsou označeny zeleně. Oddělení komunikují mezi sebou i s posádkou.



Obrázek 3: Základní model FRAM



Tabulka 1: Komunikace s technickým oddělením

Jméno funkce	Komunikace s technickým oddělením
Popis	Technické oddělení společnosti, vede evidenci o tom, kdy musí jaká letadla na pravidelnou údržbu (rozhodující jsou počty cyklů a nalétané hodiny). Dále komunikuje s posádkou závady, předává informaci o vydaných MEL a jejich omezení
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Informace o technickém stavu letadla
Výstup	Informace o plánované údržbě konkrétních letadel
Výstup 2:	Informace o aktuálním stavu konkrétních letadel

Technické oddělení (Tab. 1) dané společnosti koordinuje pravidelnou i nepravidelnou údržbu se zbytkem společnosti. Výstupem jsou informace o plánované údržbě, s kterými dále pracuje obchodní oddělení, které na základě toho řídí nabídku letů. S technickým oddělením posádka komunikuje aktuální závady a jejich možné řešení či důsledky. Tyto informace technické oddělení předává dalším složkám společnosti. Je-li na letadle vypsán MEL (Minimum Equipment List), technické oddělení předá tuto informaci dalším oddělením. MEL může přinést různá omezení, s kterými mimo posádku pracuje zejména oddělení OCC. Letadlo například může být omezeno na provoz pouze ve dne, může být omezen maximální dostup, některé nádrže nemusí být k dispozici apod. Dle konkrétního omezení tak musí OCC oddělení uzpůsobit plánování dalších letů a služeb na letišti. Pokud daná závada nějakým způsobem ovlivní let pro klienty, informuje o tom obchodní oddělení.

Variabilita výstupů:

Výstup: *Informace o plánované údržbě konkrétních letadel* může z hlediska přesnosti dosahovat variability v podobě nepřesné informace o datu či délce údržby, případně může být zaměněna informace o jaké konkrétní letadlo se jedná

Z hlediska času může dojít k pozdnímu anebo žádnému oznámení údržby

Výstup 2: *Informace o aktuálním stavu konkrétních letadel* může být variabilní z hlediska přesnosti ve formě neúplného či nepřesného popisu dané závady a omezení z ní plynoucí

Z hlediska času nemusí být tato informace předána vůbec anebo pozdě



Tabulka 2: Komunikace s obchodním oddělením

Jméno funkce	Komunikace s obchodním oddělením
Popis	Obchodní oddělení prodává lety zákazníkům a předává jim všechny potřebné informace, na základě prodaných letů vydává rozpis letů pro jednotlivá letadla, obecně rozhoduje o tom, jaké letadlo kdy kam poletí
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Informace o plánované údržbě konkrétních letadel
Výstup	Plán letů jednotlivých letadel
Řízení	Informace o aktuálních omezeních konkrétních letadel
Řízení 2	Informace o regulaci letu (CTOT)
Řízení 3	Letový den ukončen

Obchodní oddělení (Tab. 2), jak z názvu vyplývá, prodává volnou kapacitu letadel. Rozhoduje tedy o programu jednotlivých posádek a letadel. Vstupem do této funkce je výstup technického oddělení, který přináší informaci o tom, kdy bude jaké letadlo potřeba vyřadit z provozu z důvodu údržby. Na základě prodaných letů tedy obchodní oddělení publikuje program, podle kterého jednotlivá letadla létají. Z tohoto rozpisu vychází OCC oddělení, které k daným letům zařizuje vše potřebné. Tento rozpis letů se v průběhu času mění. K tomu dochází z několika důvodů, které vidíme v aspektech kontroly. Obchodní oddělení může rozpis aktualizovat na základě již dříve zmíněných omezení daných letadel z důvodu vypsání MEL. Dále může toto oddělení ovlivnit i zpoždění letu vynucené ze strany ATFCM (Air Traffic Flow and Capacity Management). Obchodní oddělení musí také řešit situace, kdy je třeba rozpis letů upravit z důvodu zpoždění na předešlých letech a následném posunutí času, kdy se může posádka dostavit do služby.

Variabilita výstupů:

Výstup: *plán letů jednotlivých letadel* může z hlediska přesnosti přinést nepřesné informace, lišící se od reálného záměru, který má být publikován

Z hlediska času může dojít k pozdnímu předání informace o aktuálním plánu letů



Tabulka 3: Komunikace s OCC

Jméno funkce	Komunikace s OCC
Popis	OCC řeší provozní zajištění letu, objednává odbavení na jednotlivých letištích, zajišťuje přeletová a přistávací povolení, plnění paliva, catering. Vytváří posádce briefing s detaily o jednotlivých letech dne. Tvoří navigační přípravu, podává letové plány, komunikuje případné regulace letů s obchodním oddělením i posádkou
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Plán letů jednotlivých letadel
Vstup 2	Regulace letu (CTOT)
Výstup	Navigační příprava
Výstup 2	Žádost o odbavení letu
Výstup 3	Informace o regulaci letu (CTOT)
Řízení	Informace o aktuálním stavu konkrétních letadel

Operační středisko (Tab. 3) – OCC (Operations Control Centre) oddělení zařizuje vše potřebné k tomu, aby se let naplánovaný obchodním oddělením mohl uskutečnit. Vstupem jsou informace od obchodního oddělení o aktuálním rozpisu letů, dle kterého OCC pracuje. Objednává a zařizuje odbavení letu na konkrétních letištích, přeletová a přistávací povolení, plnění paliva na konkrétních letištích anebo objednává catering. K tomu zařizuje transporty pro cestující i posádku, pokud je to vyžadováno. Operační středisko také chystá navigační přípravu, hledá trasu letu, podává letový plán. Všechny tyto činnosti jsou reprezentovány jednotlivými výstupy z funkce. Jakou má výstup variabilitu může ovlivnit omezení jednotlivých letadel, reprezentované aspektem řízení. Další činností OCC je příjem zpráv o regulaci letu a komunikace se střediskem regulující kapacitu a tok letů – ATFCM (Air Traffic Flow and Capacity Management), informace o regulaci předává obchodnímu oddělení.

Variabilita výstupů:

Výstup: *navigační příprava* může z hlediska přesnosti nabývat odchylky ve smyslu nepřesně vypočtených výsledků

Z hlediska času může být vypočtena příliš brzy, data vstupující do výpočtu tak nejsou aktuální

Výstup 2: *žádost o odbavení letu* může být nepřesný ve formě nesprávných či neúplných informací poskytnutých odbavovací společností

Z hlediska času může dojít k pozdnímu zaslání žádosti anebo jejímu úplnému neodeslání

Výstup 3: *Informace o regulaci letu (CTOT)* může být nepřesný, pokud OCC předá informaci CTOT jinou, než ve skutečnosti je



Z hlediska času může dojít k pozdnímu anebo žádnému předání informace

2.2.2 Funkce externích subjektů:

Tyto funkce reprezentují subjekty, jejichž výstupy ovlivňují funkce samotné organizace nebo samotnou posádku, jedná se však o funkce externích subjektů. Konkrétně jde o 4 o funkce reprezentující činnost odbavovací společnosti, plnění paliva, služby řízení letového provozu (ŘLP) a regulátory toku a kapacity (ATFCM).

Tabulka 4: Odbavení letu

Jméno funkce	Odbavení letu
Popis	Odbavovací společnost zajišťuje odbavení letadla na konkrétním letišti od příjezdu na stojánku do odjezdu ze stojánky.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Žádost o odbavení letu
Vstup 2	Letadlo je na stojánce
Výstup	Odbavení letadla
Výstup 2	Objednání paliva
Čas	Informace o změně letu/zpoždění

Společnost zajišťující odbavení letu (Tab. 4) na konkrétním letišti (handling) se dozví o požadavku na odbavení od OCC oddělení, které odbavení objedná zasláním žádosti. OCC oddělení informuje handling o všech změnách, které v provozu nastaly, jako je například zpoždění letadla. Handling zařídí vše potřebné k odbavení daného letu. Samotné odbavení začíná příjezdem letadla na stojánku. Pracovník odbavení zajistí transport cestujících do terminálu, podobně na odletu zajistí průchod cestujících potřebnými kontrolami a přístup k letadlu.

Variabilita výstupů:

Výstup: *odbavení letadla* se může z hlediska nepřesnosti projevit použitím neadekvátní techniky

Z hlediska času může dojít k pozdnímu zajištění služeb, anebo nemusí být služby vůbec poskytnuty

Výstup 2: *objednání paliva* může být provedeno nepřesně objednáním jiného poskytovatele, než je požadován. Dalším příkladem může být objednání špatného typu paliva nebo cisterny neumožňující potřebný typ plnění

Z hlediska času může dojít k pozdnímu objednání anebo žádnému objednání plnění



Tabulka 5: Plnění paliva

Jméno funkce	Plnění paliva
Popis	Obsluha naplní požadované množství a typ paliva, požadavek na množství může být udán v jednotkách objemu či váhy
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Požadované množství paliva k tankování
Vstup 2	Objednání paliva
Výstup	Palivo je naplněno

Plnění paliva (Tab. 5) je koordinováno pracovníky odbavení, kteří tak činí na základě dohody s posádkou. Nejedná-li se o krátký průlet ale zůstává-li letadlo v dané destinaci delší dobu, může plnění probíhat po přiletu nebo před odletem. Množství paliva se řídí požadavkem posádky.

Variabilita výstupu:

Výstup: *palivo je naplněno* může z hlediska nepřesnosti být naplněno špatně, paliva může být více nebo méně, než bylo požadováno

Z hlediska času může dojít k naplnění příliš pozdě anebo vůbec

Tabulka 6: ATFCM

Jméno funkce	ATFCM
Popis	Řídí toky provozu v závislosti na aktuální kapacitě a poptávce využití vzdušeného prostoru
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Podaný letový plán
Výstup	Regulace letu (CTOT)

Na základě aktuálního množství letů dle podaných letových plánů řídí ATFCM (Tab. 6) kapacitu jednotlivých sektorů a je-li to třeba, lety reguluje pomocí přiřazení vypočteného času odletu (CTOT - Calculated Take-Off Time).

Variabilita výstupu:

Výstup: *regulace letu (CTOT)* může být nepřesný v případě kdy data z kterých se vychází při jeho stanovení nejsou aktuální

Z hlediska času může být nastat situace, že CTOT nebyl vydán, přitom to okolnosti vyžadují. Dále může dojít k pozdnímu vydání CTOT, například je-li vydán letu, který již zahájil pojiždění



Tabulka 7: ŘLP

Jméno funkce	ŘLP
Popis	Řídí letový provoz, vydává povolení, podle kterých posádka provádí let.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Výstup	Vydání povolení/instrukcí
Čas	Regulace letu (CTOT)

Výstupem z funkce ŘLP (Tab.7) jsou instrukce nebo povolení, které ŘLP (Řízení letového provozu) vydává posádce. Je-li let regulován, je čas vydání povolení řízen dle aktuálního CTOT.

Variabilita výstupu:

Výstup: *vydání povolení/instrukcí* mohou být nepřesné pro aktuální okolnosti

Z hlediska času můžou nastat všechny tři možnosti odchylky, může dojít k vydání povolení nebo instrukce příliš pozdě, vůbec anebo příliš brzy

2.2.3 Funkce reprezentující činnosti posádky:

Jedná se o funkce reprezentující jednotlivé činnosti vykonávané posádkou letadla. V grafické formě jsou tyto funkce reprezentovány nepodbarvenými šestiúhelníky.

Tabulka 8: Příprava letového dne

Jméno funkce	Příprava letového dne
Popis	Posádka se seznámí s letovým plánem na daný letový den – počet letů, odkud kam, časy letů, počty cestujících, počasí na jednotlivých letištích a po cestě, postupy pro jednotlivá letiště, plán tankování, omezení letadla (MEL)
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Navigační příprava
Vstup 2	Posádka zahájila službu
Výstup	Informace o počasí a zprávách NOTAM na jednotlivých letech
Podmínka	Posádka je odpočatá
Čas	Plán letů jednotlivých letadel

Posádka během této funkce (Tab.8) provede přípravu na celý letový den. Čas zahájení této činnosti závisí letovém plánu dne neboli času odletu prvního letu dne. Posádka pracuje s navigační přípravou předpřipravenou OCC oddělením. Projde si počasí a omezení na daných letech a po trase letu. NOTAM (Notice to Airmen) jsou zprávy informující posádku o



aktuálních omezení, například uzavření pojižďecí dráhy. Dále se seznámí s plánovaným počtem cestujících a plánem tankování. Výstupem je přehled informací o letovém dni, který dále posádka během dne využívá.

Variabilita výstupu:

Výstup: *informace o počasí a zprávách NOTAM na jednotlivých letech* může být nepřesný ve špatném pochopení informací o počasí nebo zpráv NOTAM, další nepřesností může být přehlednutí určitých informací

Z hlediska času může být odchylkou pozdní nebo úplné vynechání provedení těchto činností. Odchylkou však může být i příliš brzké provedení této funkce, počasí nebo informace z NOTAM se tak do zahájení letu ještě změnit a posádka o tom nemá informaci

Tabulka 9: Předletová příprava

Jméno funkce	Předletová příprava
Popis	Zahrnuje přípravu na jeden konkrétní let, jedná se o: briefing odletu, předletová prohlídka letadla, příprava kabiny pro cestující (catering apod.) příprava kokpitu, nastavení avioniky, výpočet performance, aktuální počasí
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Informace o počasí a zprávách NOTAM na jednotlivých letech
Vstup 2	Letadlo je na stojánce
Vstup 3	Posádka zahájila službu
Výstup	Navigační a výkonnostní dokumenty
Výstup 2	Požadované množství paliva k tankování
Výstup 3	Letadlo zkontrolováno, připraveno na let
Výstup 4	Briefing odletu
Výstup 5	Kabina pro cestující připravena
Řízení	Informace o aktuálním složení cestujících
Čas	Podaný letový plán

Funkce předletová příprava (Tab. 9) popisuje přípravu na jeden konkrétní let. Funkce je zahájena po ukončení přechozího letu reprezentovaného vstupem *letadlo je na stojánce*, případně zahájením služby vstupem *posádka zahájila službu*, vstupují do ní informace o počasí a informace ze zpráv NOTAM z přechozí funkce. Posledním vstupem je aktuální složení cestujících, kteří se dostaví k odletu. Posádka má přípravu pro očekávané množství a složení pasažérů a zavazadel, je-li realita jiná, než bylo očekáváno, posádka musí svou přípravu aktualizovat. Dalším výstupem z této funkce je finální informace o množství paliva,



kteřé posádka požaduje natankovat. S touto informací pracuje palivář, který letadlo plní. Předletová příprava také obsahuje kontrolu letadla před letem a přípravu kokpitu. Dále je během přípravy k letu připravována kabina tak, aby bylo pro cestující vše připravené a uklizené. Jedná se například o příjem cateringu a uložení do příslušných boxů. V této fázi také posádka provádí odletový brífink, kde se připravuje na běžný odlet i případné nouzové situace, které mohou nastat. Časování této funkce ovlivňuje čas, na který je podaný letový plán.

Variabilita výstupů:

Výstup: *navigační a výkonnostní dokumenty* může být nepřesný v podobě vytvoření přípravy, která nerespektuje reálný stav, jako je množství paliva, zavazadel a cestujících, stejně tak může dojít k výpočtové chybě

Z hlediska času může opět dojít k pozdnímu výpočtu, který by mohl na poslední chvíli let ovlivnit, výpočty nemusí být provedeny vůbec anebo příliš brzy

Výstup 2: *požadované množství paliva k tankování* může být opět nepřesně stanoveno

Z hlediska času může dojít k provedení funkce příliš brzy, počasí i parametry použité během výpočtu se tak mohou ještě výrazně změnit

Výstup 3: *letadlo zkontrolováno, připraveno na let* může být proveden nepřesně ve formě neúplné kontroly či nastavení všech parametrů

Z hlediska času mohou nastat všechny možné varianty, tedy příliš brzké, žádné anebo pozdní provedení

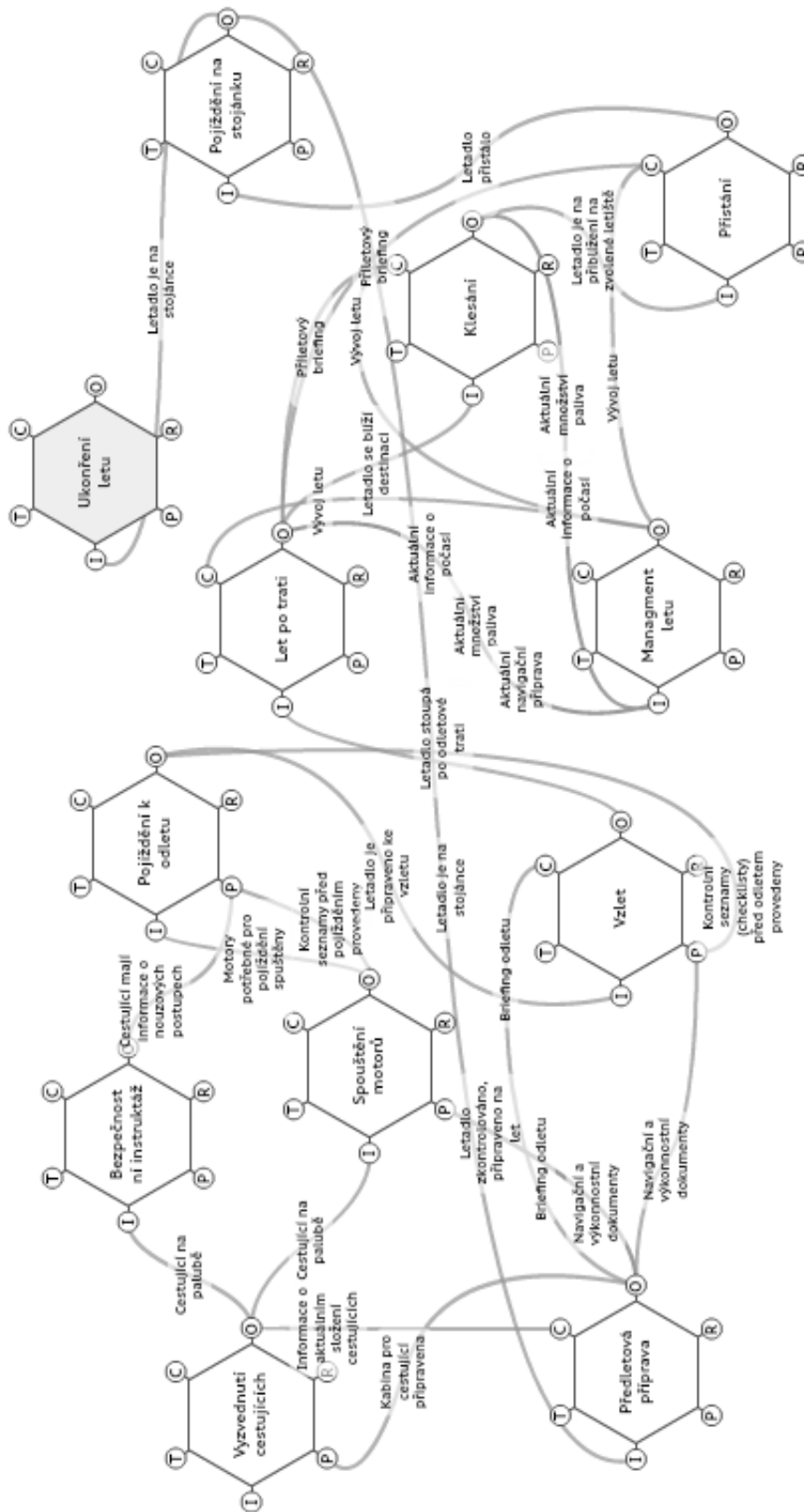
Výstup 4: *briefing odletu* nemusí být proveden přesně ve smyslu kompletnosti

Z časového hlediska mohou nastat všechny tři varianty: nemusí proběhnout vůbec, pokud proběhne příliš brzy, nemusí být všechny informace aktuální a příliš pozdní provedení může být provedeno například za pojíždění

Výstup 5 *kabina pro cestující připravena* nemusí být z hlediska času vůbec proveden

Tabulka 10: Vyzvednutí cestujících

Jméno funkce	Vyzvednutí cestujících
Popis	Obvykle jeden z členů posádky společně s agentem odbavení čeká na příjezd cestujících v terminálu.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo připraveno na stojánce
Výstup	Informace o aktuálním složení cestujících
Výstup 2	Cestující na palubě
Podmínka	Palivo naplněno dle potřeby
Podmínka 2	Kabina pro cestující připravena



Obrázek 4: Detailní model FRAM



Vstupem do funkce vyzvednutí cestujících (Tab.10) jedním ze členů posádky je samotná přítomnost letadla na stojánci. Výstupem je informace o složení cestujících a jejich dopravení do letadla. Podmínkou, která by měla být před vykonáním této funkce splněna je připravenost kabiny a dokončené plnění letadla palivem.

Variabilita výstupu:

Výstup *informace o aktuálním složení cestujících* může být nepřesný a může být předán pozdě anebo vůbec

Výstup *cestující na palubě* může být nepřesný z hlediska místa usazení v letadle v porovnání s předpokládaným stavem v loadsheet

Tabulka 11: Bezpečnostní instruktáž

Jméno funkce	Bezpečnostní instruktáž
Popis	Po dopravení cestujících na palubu posádka provede demonstraci nouzových prostředků, kterými je letadlo vybaveno.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Cestující na palubě
Výstup	Cestující mají informace o nouzových postupech

Bezpečnostní instrukce předává posádka cestujícím (Tab 11.) po jejich usazení na palubě. Výstupem jsou poučení cestující, kteří vědí, jak se v případě nouzové situace zachovat.

Variabilita výstupu:

Výstup *cestující mají informace o nouzových postupech* může být nepřesný nebo neúplný, nemusí zahrnovat všechny informace

Z hlediska času nemusí tato funkce vůbec proběhnout

Následuje funkce *spouštění motorů*. (Tab. 12) Jsou-li na palubě cestující a je-li dokončeno plnění paliva, je možné zahájit spouštění motorů. Za normálních okolností by tomu měla přecházet kontrola stavu letadla (předletová prohlídka) a jeho příprava na let, příprava všech dokumentů k letu jako je OFP (Operational Flight Plan) a loadsheet, a povolení od ŘLP. Zároveň by měl do té doby být proveden briefing odletu. Jedná se o aspekty podmínky. Čas spouštění se v případě, že je let regulován, musí přizpůsobit přidělenému CTOT, jak naznačuje aspekt času..



Tabulka 12: Spouštění motorů

Jméno funkce	Spouštění motorů
Popis	Po uzavření dveří a povolení od složek ŘLP může posádka zahájit spouštění motorů.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Cestující na palubě
Vstup 2	Palivo naplněno dle potřeby
Výstup	Motory potřebné pro pojiždění spuštěny
Výstup 2	Kontrolní seznamy před pojižděním provedeny
Podmínka	Briefing odletu
Podmínka 2	Letadlo zkontrolováno, připraveno na let
Podmínka 3	Navigační a výkonnostní dokumenty připraveny
Podmínka 4	Instrukce/povolení
Čas	Regulace letu (CTOT)

Jsou-li na palubě cestující a je-li dokončeno plnění paliva, je možné zahájit spouštění motorů. Za normálních okolností by tomu měla přecházet kontrola stavu letadla (předletová prohlídka) a jeho příprava na let, příprava všech dokumentů k letu jako je OFP a loadsheet, a povolení od ŘLP. Zároveň by měl do té doby být proveden briefing odletu. Jedná se o aspekty podmínky. Čas spouštění se v případě, že je let regulován, musí přizpůsobit přidělenému CTOT, jak naznačuje aspekt času..

Variabilita výstupů:

Výstup: *motory potřebné pro pojiždění spuštěny* může být proveden příliš brzy

Výstup 2: *kontrolní seznamy před pojižděním provedeny* může být proveden nepřesně, například vynecháním některé části nebo přehlédnutím některých prvků

Z hlediska času nemusí být proveden vůbec, pozdní kontrola může být až po zahájení pojiždění



Tabulka 13: Pojíždění k odletu

Jméno funkce	Pojíždění k odletu
Popis	Posádka s letadlem pojíždí dle instrukcí k dráze určené pro odlet.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Motory potřebné pro pojíždění spuštěny
Výstup	Letadlo je připraveno k vzletu
Výstup 2	Kontrolní seznamy (checklisty) před odletem provedeny
Podmínka	Cestující mají informace o nouzových postupech
Podmínka 2	Kontrolní seznamy před pojížděním provedeny
Řízení	Instrukce/povolení

Po spuštění motorů (Tab. 13) posádka zahájí pojíždění, během kterého letadlo nakonfiguruje pro vzlet a projde potřebné checklisty. Před zahájením pojíždění by měla být dokončena bezpečnostní instruktáž pro cestující. Trasa pojíždění se řídí pokyn od ŘLP.

Variabilita výstupů:

Výstup: *letadlo je připraveno ke vzletu* může být nepřesný v podobě nesprávného nastavení některých ovladačů prvků pro vzlet

Z časového hlediska může tento výstup nastat příliš pozdě, například až po zahájení vzletu

Výstup 2: *kontrolní seznamy (checklisty) před odletem provedeny* může být nepřesný ve smyslu vynechání určité položky v seznamu nebo přehlednutím reálné polohy kontrolovaných prvků

Z hlediska času může být tento výstup zcela vynechán nebo proveden příliš pozdě

Tabulka 14: Vzlet

Jméno funkce	Vzlet
Popis	Posádka vstoupí na dráhu a provede vzlet, po vzletu stoupá do cestovní hladiny a pokračuje po plánované trati.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo je připraveno k vzletu
Výstup	Letadlo stoupá po odletové trati
Podmínka	Navigační a výkonnostní dokumenty
Podmínka 2	Kontrolní seznamy (checklisty) před odletem provedeny
Čas	Instrukce/povolení



Výstupem z pojiždění je připravené letadlo k provedení vzletu (Tab. 14). Nejpozději před vzletem by měla být zkontrolována výkonnost, stejně tak by měli být provedeny před vzletové checklisty. Je-li let regulován tak musí vzlet proběhnout ve stanoveném časovém okně určené daným CTOT.

Variabilita výstupu:

Výstup: *letadlo stoupá po odletové trati* může nabývat nepřesnosti v horizontální i vertikální poloze

Z hlediska času může docházet k brzkým, pozdním nebo žádným změnám v řízení letadla za účelem letu po stanovení trati

Tabulka 15: Let po trati

Jméno funkce	Let po trati
Popis	Letadlo letí po trati do destinace
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo stoupá po odletové trati
Výstup	Letadlo se blíží destinaci
Výstup 2	Příletový briefing
Výstup 3	Aktuální množství paliva
Výstup 4	Aktuální informace o počasí
Výstup 5	Aktuální navigační příprava
Řízení	Vývoj letu

Po vzletu letadlo dostoupá do letové hladiny a pokračuje po stanovené trati k destinaci (Tab. 15). Během letu sbírá informace o aktuálním množství paliva nebo počasí. Tyto informace posádka vyhodnocuje, což reprezentuje následující funkce management letu (Tab. 16). Na základě jejího výstupu je let řízen.

Variabilita výstupů:

Výstup: *letadlo se blíží destinaci* z hlediska přesnosti může být špatně vypočten čas nebo vzdálenost zbývající do destinace

Výstup 2: *příletový briefing* může být nekompletní nebo může obsahovat chybné informace
Z hlediska času může jeho příliš brzké provedení nereflektovat aktuální podmínky, nemusí být proveden vůbec, pozdní provedení znamená, že proběhl až poté co již byly informace z něj potřeba použít

Výstup 3: *aktuální množství paliva* nepřesnost může být reprezentována špatným odečtem nebo samotnou chybou indikace daného přístroje

Výstup 4: *aktuální informace o počasí* mohou být opět nepřesně přijaty či interpretovány



Z hlediska času

Výstup 5: *aktuální navigační příprava* variabilita navigační přípravy již byla popsána

Tabulka 16: Management letu

Jméno funkce	Management letu
Popis	Vyhodnocení jednotlivých vstupů a rozhodnutí o vývoji letu na základě aktuálních informací
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Aktuální množství paliva
Vstup 2	Aktuální informace o počasí
Vstup 3	Aktuální navigační příprava
Výstup	Vývoj letu

Management letu (Tab. 16) představuje funkci reprezentující rozhodovací procesy, které za letu posádka vyhodnocuje, a to na základě vstupů, konkrétně se jedná o aktuální množství paliva, které zapisuje do navigační přípravy (OFP). Dále pracuje s informací o aktuálním počasí po trati v destinaci. Tyto vstupy vychází z funkcí let po tratích a klesání.

Variabilita výstupu:

Výstup: *vývoj letu* se může od normálního průběhu odchýlit například letem na záložní letiště, změnou destinace nebo zrušením záložního letiště, z hlediska času může dojít k variabilitě z hlediska pozdního nebo žádného zásahu do vývoje letu

Tabulka 17: Klesání

Jméno funkce	Klesání
Popis	Vyhodnocení jednotlivých vstupů a rozhodnutí o vývoji letu na základě aktuálních informací
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo se blíží destinaci
Výstup	Letadlo je na přiblížení na zvolené letiště
Výstup 2	Aktuální množství paliva
Výstup 3	Aktuální informace o počasí
Řízení	Příletový briefing
Řízení 2	Vývoj letu



Stejně jako během letu po trati i během klesání (Tab. 17) posádka pracuje s aktuálními informacemi o počasí a množství paliva, které vyhodnocuje. Zároveň přiblížení a následně i přistání provádí na základě briefingu, které byl proveden před klesáním.

Variabilita výstupů:

Výstup: *letadlo je na přiblížení na zvolené letišti* nepřesnosti mohou být reprezentovány odchylkou horizontální a vertikální reálné polohy letadla od polohy definované daným přiblížením, další nepřesnosti může představovat vývoj rychlosti, další odchylkou může být odklon na záložní nebo jiné letišti

Výstup 2: *aktuální množství paliva* stejný výstup jako u funkce *let v hladině*

Výstup 3: *Aktuální informace o počasí* stejný výstup jako u funkce *let v hladině*

Tabulka 18: Přistání

Jméno funkce	Přistání
Popis	Letadlo provede přiblížení a přistání na zvoleném letišti
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo je na přiblížení na zvolené letišti
Výstup	Letadlo přistálo
Řízení	Příletový briefing
Řízení 2	Vývoj letu

Letadlo je navedeno na přiblížení a následné přistání, které opět probíhá podle připraveného briefingu. Celý proces také ovlivňuje rozhodnutí o vývoji letu.

Variabilita výstupu:

Výstup: *letadlo přistálo* z hlediska přesnosti může být výstup přijatelný nebo nepřesný v závislosti na místě dotyku kol

Z hlediska času může jít o přistání dříve nebo později, než bylo plánováno

Tabulka 19: Pojíždění na stojánku

Jméno funkce	Pojíždění na stojánku
Popis	Po přistání posádka pojíždí na stojánku.
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo přistálo
Výstup	Letadlo je na stojánce



Po přistání posádka pojíždí na stojánku (Tab. 19), kde zastaví, vypne motory a následně umožní cestujícím výstup z letadla. Tímto výstupem se zároveň zahájí funkce odbavení letadla.

Variabilita výstupu:

Výstup: *letadlo je na stojánce* z hlediska přesnosti lze hodnotit přesnost parkování, z hlediska času lze hodnotit, zda let dorazil na čas, dříve nebo později

Tabulka 20: Ukončení letu

Jméno funkce	Ukončení letu
Popis	Let je považován za ukončený v momentě kdy cestující opustí letadlo po přistání v destinaci
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letadlo je na stojánce
Výstup	Cestující je v destinaci
Výstup 2	Informace o technickém stavu letadla
Výstup 3	Letový den ukončen

Příjezdem letadla na stojánku a výstupem cestujících se daný let ukončí (Tab. 20). Po letu může posádka informovat technické oddělení o případných závadách, které se projeví.

Variabilita výstupů:

Výstup: *cestující je v destinaci* z hlediska přesnosti může nastat nepřesnost v místě přistání, z časového hlediska lze hodnotit, zda došlo k tomuto výstupu včas, dříve nebo později, než bylo plánováno, případně mohlo dojít ke zrušení letu a nedopravení cestujícího do destinace

Výstup 2: *informace o technickém stavu letadla* nemusí být podány přesně, důvodem může nepřesný popis nebo nezaznamenání všech nestandardních jevů které se vyskytli

Z hlediska času může dojít k pozdnímu předání této informace

Výstup 3: *letový den ukončen* z hlediska času se může variabilita projevit rozdílem mezi plánovaným a skutečným ukončením letů, to může nastat dříve nebo později



Tabulka 21: Odpočinek během služby

Jméno funkce	Odpočinek
Popis	Odpočinek během služby reprezentuje pauzu mezi jednotlivými letovými dny, posádka je stále v práci, má pohotovost nebo čeká na další lety
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letový den ukončen
Výstup	Posádka zahájila službu
Výstup 2	Posádka je odpočatá

Výstupy z ukončení letu mohou buď vstoupit do přípravy dalšího letu anebo do funkce odpočinek během služby či ukončení služby (Tab. 21). Záleží na tom, zda se jedná o poslední let dne či nikoliv. Tímto případem, kdy tento výstup vstoupí do funkce odpočinek během služby se popisuje případ, kdy posádka pro daný den skončila letovou službu, ale její celková služba na letadle dál pokračuje, typicky tedy odpočinek během služby probíhá na hotelu v destinaci, kam letadlo doletělo.

Variabilita výstupů:

Výstup: *posádka zahájila službu* může být z hlediska času pozdě, brzy nebo vůbec

Výstup 2: *posádka je odpočatá* nemusí být vůbec naplněn

Tabulka 22: Ukončení služby

Jméno funkce	Ukončení služby
Popis	Posádka ukončí letovou službu dne a zároveň celkovou službu
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Letový den ukončen
Výstup	Posádka má volno

Ukončení služby popisuje případy, kdy posádka po ukončení letového dne ukončuje celkovou službu, další dny má tak volno (Tab. 22). Před zahájením další služby však musí dodržet předepsanou délku odpočinku potřebnou k plánované službě.

Variabilita výstupu:

Výstup: *posádka má volno* z hlediska času může dojít k variabilitě v času, kdy k tomuto výstupu dojde oproti plánu



Tabulka 23: Nástup do služby

Jméno funkce	Nástup do služby
Popis	Posádka po volnu nastoupí do služby a je na určený počet dní k dispozici
Aspekt	Popis jednotlivých aspektů
Vstup	Posádka má volno
Výstup	Posádka zahájila službu
Výstup 2	Posádka je odpočatá
Čas	Plán letů jednotlivých letadel

Posádka začíná pracovat, čas nástupu se řídí aktuálním plánem letů. (Tab. 23) Zpravidla služba trvá několik dní, kdy je posádka přiřazena na konkrétní letadlo, s kterým létá dle programu. Posádka se do služby musí dostavit odpočatá, odpočinek během volna si řídí sama.

Variabilita výstupů:

Výstupy: *posádka zahájila službu a posádka je odpočatá* variabilita těchto výstupů již byla popsána u funkce u *odpočinek*

Shrnutí: Byly identifikovány funkce, pomocí kterých byl popsán provoz BA společnosti. Výstup byl prezentován graficky i textově ve formě tabulek, kde každá tabulka reprezentuje jednu funkci, obsahuje popis dané funkce a výčet jednotlivých aspektů, jako jsou vstupy a výstupy, které funkcí ovlivňují. Tento výstup reprezentuje první krok metody FRAM. Zároveň byly u každé funkce identifikovány a popsány možné variability výstupů z funkce. Tím byl proveden druhý krok metody, identifikace variabilit.

2.3 Určení indikátorů

Identifikace indikátorů je prováděna na základě jednotlivých výstupů z funkcí a jejich variability, která je identifikována během druhého kroku metody FRAM. Jeho teorie také říká, že se vzrůstající intenzitou a množstvím odchylek roste pravděpodobnost jejich překročení rezonance a vzniku negativního výstupu. Na tomto principu jsou indikátory identifikovány také ve zmíněné literatuře používající metodu FRAM k tvorbě indikátorů. Výběr indikátorů se tedy provedl posouzením všech výstupů z hlediska přínosu daného indikátoru pro vyhodnocení bezpečnosti a rizik a zhodnocením možností danou informací v praxi reálně změřit. Zde bylo často naráženo na omezené možnosti BA letadel. Na základě těchto parametrů byly vybrány následující výstupy:

- Plán letů jednotlivých letadel



Plán letů jednotlivých letadel je výstupem z funkce obchodního oddělení, které ho tvoří. K měření byla vybrána variabilita z hlediska času: pozdní provedení. V praxi se jedná o situace, kdy z nějakého důvodu obchodní oddělení změní plán letů, které se mají realizovat v den změny. Posádka i OCC oddělení tak musí již vytvořenou přípravu k letu a další aspekty změnit a přizpůsobit nové, aktuální variantě, znamená to pro ně tak zvýšenou zátěž. Tato variabilita lze měřit dvěma způsoby, může se zavést systém zaznamenávání takových situací, ať již manuální nebo automatický, například v plánovacím software. Druhým způsobem je označení jednotlivých verzí příprav, které jsou na daný den pro konkrétní posádku vygenerovány. Tento způsob označování již často společnosti používají, měření tak lze okamžitě zavést. Jsou-li jednotlivé verze archivovány, může se měření provést i zpětně. Navržený indikátor se nazývá: **vývoj výskytu změn v programu probíhajícího dne**

- Vývoj letu

Vývoj letu je výstupem z rozhodovací funkce *management letu*. Rozhodnutí je prováděno na základě vyhodnocení aktuálních informací o počasí nebo množství paliva. Množství paliva v jednotlivých fázích letů se porovnává s navigační přípravou, která posádce říká, kolik paliva by mělo v danou chvíli zbývat podle očekávané spotřeby, a kolik je minimální množství paliva pro pokračování v letu do destinace tak, jak je naplánováno. Minimální množství paliva počítá s palivem potřebným k provedení přiblížení v plánované destinaci, provedení nezdařeného přiblížení a letu na záložní letiště, kde po přistání zbude finální rezerva (palivo na 30 u proudových, respektive 45 minut letu u pístových motorů). Pokud je zbývající palivo nižší než součet těchto dílčích paliv, může posádka pokračovat do destinace, musí si však zrušit záložní letiště. Stále platí nutnost uchovat finální rezervu paliva, po zrušení záložního letiště se však může na let do destinace použít i palivo původně plánované pro let na letiště záložní. Pro zrušení záložního letiště za letu neplatí žádné specifické podmínky na počasí nebo počet drah, tak jako pro plánování letu bez záložního letiště. Posádka si sama musí vyhodnotit rizika, které s tímto krokem přichází. Zodpovědnost za bezpečnost letu zůstává na kapitánovi. Tyto případy lze definovat jako variabilitu výstupu. Informaci o tom, zda k tomuto za letu došlo, lze získat z vyplněné přípravy (OFP), která se musí archivovat. Přístup k této informaci a možnosti měření je tak zajištěn a lze provést i zpětně. Navržený indikátor se nazývá: **vývoj výskytu zrušení záložního letiště za letu**

- Navigační a výkonnostní dokumenty

Tento výstup reprezentuje vytvořenou navigační přípravu (OFP), loadsheet a výpočet výkonnosti. Jsou připraveny na základě plánovaného letu a nahlášeného množství a složení cestujících a očekávaného množství zavazadel. Pokud posádka zjistí, že se některý parametr liší, může provést tzv. last minute change (LMC) této přípravy. Výstupem je pak opravená



příprava, tato oprava však vzhledem ke své povaze není zcela přesná, LMC neopravuje celou přípravu, pouze některé parametry. Výsledná příprava je pak nepřesná, což je reprezentováno její variabilitou. Na základě toho byl stanoven indikátor: **vývoj výskytu LMC** (last minute change), který měří vývoj těchto případů. Praktické měření lze opět provést za pomoci archivované letové dokumentace.

Přechozí dva výstupy mají také společný výstup zahrnující monitorování spotřeby paliva a jeho množství během letu a porovnávání těchto informací s navigační přípravou. Dochází-li k odchylce v reálném stavu vůči očekávání, které obsahuje příprava, dochází k variabilitě odchylky z hlediska nepřesnosti. Z tohoto důvodu byl navržen další indikátor, měřící výskyt letů, na kterých bylo množství **spotřebované paliva vyšší, než bylo očekáváno** dle navigační přípravy.

- Informace o technickém stavu letadla

Vyskytne-li se během letu nový defekt či závada, posádka předá tyto informace technickému oddělení, které s informací dál pracuje. Došlo-li během letu k výskytu nějaké závady, lze to opět považovat za odchylku od běžného stavu. Procentuální vývoj množství těchto letů je tedy opět vhodné zaznamenávat a vyhodnocovat, navržený indikátor: **Vývoj výskytu letů s výskytem nové závady** Jedná-li se o závadu s kterou lze dle MEL létat, seznámí se s ní posádka dalšího letu během přípravy letu. Lety s MEL mohou také přinést různé druhy omezení v provozu, opět se jedná o odchýlení od běžného stavu, kdy v letadle vše funguje, **Vývoj počtu letů s MEL** je tedy další navržený indikátor.

- Letový den ukončen

Ukončení služby může nabývat variability hlediska času, konkrétně případy, kdy byla provedena pozdě. Dle parametrů jako je počet sektorů za den, začátek služby nebo délka předchozího odpočinku se definuje maximální délka služby. Její překročení nelze naplánovat, pokud však z neočekávaných provozních důvodů nastane situace, kdy je pro dokončení potřebného letu potřeba službu prodloužit nad tuto hranici, je to možné za předpokladu, že souhlasí všichni členové posádky. Navržený indikátor zaměřený na tyto případy se nazývá **vývoj výskytu překročení maximální délky služby** Výstup této funkce nám definuje délku služby, což je parametr, který může nabývat různých hodnot, tedy variability. Z toho důvodu byl také navržen indikátor měřící vývoj **průměrné délky služby**. V obecnějším pohledu lze to samé říct o množství dní, které posádka ve službě stráví. I tento parametr může nabývat různých hodnot, negativním výstupem může být opět nadměrné množství služeb, což by znamenalo přetěžování posádek. Naopak výrazně nízký počet dní by mohl znamenat nízkou



letovou praxí a takový výstup by se dal považovat negativní. Na základě toho byl stanoven indikátor měřící **vývoj průměrného počtu služebních dní**.

Rozhovory

Po stanovení série kvantitativních indikátorů, které braly v potaz praktické omezení měření, zůstala řada výstupů relevantních k vyhodnocování bezpečnosti nepokryta. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto přistoupit k použití druhé metodě měření, a to formou pohovorů s přímými účastníky procesů popsaných modelem FRAM, v tomto případě s posádkou letadla. Cílem pohovorů je alespoň kvalitativně změřit výstupy, které kvantitativní indikátory neměří. Rozhovory se snaží zjistit jaké odchylky výstupy v reálném provozu nabývají. Následuje seznam výstupů a jejich variabilit, na které byly rozhovory zaměřeny:

- Briefing odletu: nemusí být proveden správně nebo v plném rozsahu, případně nemusí být proveden vůbec
- Navigační a výkonnostní dokumenty: odchylka může nastat v přesnosti výpočtu nebo neprovedení
- Cestující mají informace o nouzových postupech: variabilita může být v nepřesnosti podaných instrukcí, nemusí být kompletní anebo nejsou podány vůbec
- Palivo naplněno dle potřeby: variabilita může nastat z hlediska přesnosti, reálné množství paliva se liší od plánovaného
- Letový den ukončen: může nastat variabilita z hlediska času, kdy reálný čas ukončení služby nastane později, než je zaznamenáno
- Posádka zahájila službu, odpočinek: odchylkou může být reálný čas nástupu do služby lišící se od času nahlášeného začátku, reálná délka odpočinku nemusí odpovídat kalkulovanému
- Informace o technickém stavu letadla: výstup může být proveden nepřesně anebo nemusí být proveden vůbec
- Letadlo zkontrolováno, připraveno na let: výstup nemusí být proveden vůbec nebo pouze částečně
- Kontrolní seznamy (checklisty) před odletem provedeny: variabilita z hlediska času: výstup nemusí být vůbec proveden
- Letadlo přistálo: variabilita může nastat v podklesání výšky rozhodnutí za podmínek které to nedovolují
- Letadlo je na přiblížení na zvolené letišti: variabilita z hlediska nepřesnosti je představována vystavením letadla do polohy mimo plánovanou trať přiblížení, nepřesnost může nastat i v parametru rychlosti letu.



Osnovu rozhovoru je třeba navrhnout tak, aby dané výstupy pokryla a odpověděla na otázky, zda se daná odchylka v reálném provozu naplňuje či nikoliv. Základní kostra vychází z celého modelu FRAM, který popisuje, jak probíhá každodenní provoz. Celý rozhovor se tak bude také týkat běžného provozu. Cílem je, aby dotazovaný pilot sám popsal, jak jednotlivé činnosti v praktickém provozu probíhají. Úvodní otázka tedy vyzývá k detailnímu popisu běžného pracovního dne. Člověk vedoucí rozhovor má připravenou strukturu jednotlivých jevů, výstupů, o kterých chce slyšet, jak probíhají a zda dochází k naplnění identifikovaných odchylek. Když se pilot při popisu každodenních činností dostane k danému tématu, tazatel se ho doptá tak, aby mu bylo na jeho otázku zodpovězeno. V ideálním případě bude pilot vyprávět tak detailně, že danou informaci sám zmíní, nemusí k tomu ale bez doplňujících otázek vždy nastat.

Pro co nejlepší výsledky rozhovorů bylo využito poznatků sociologů o jejich vedení. Ty byly získány díky konzultaci se socioložkou, paní PhDr. Sarah Komarovou, Ph.D. a dále z následující literatury: *A theoretical framework. In: Constructing Questions for Interviews and Questionnaires* [21] poskytuje souhrn sociologických poznatků o vedení a tvorbě rozhovorů. Z kombinace těchto zdrojů tak byl vytvořen seznam zásad pro co nejefektivnější tvorbu a vedení rozhovoru:

- Vše je zcela anonymní, v žádném případě nehrozí žádný postih za nic, co bude řečeno, cílem není někoho postihovat
- Data nebudou veřejně dohledatelná a budou anonymizována tak, že při prezentaci výsledků nepůjde určit, kdo rozhovor podal
- Zdůraznit motivaci, smysl rozhovoru a cíl, který bude dosažen pouze pokud budou výpovědi upřímné
- Cílem je zlepšení bezpečnosti, což je přínos pro všechny včetně dotazovaného
- Delší otázky přináší delší, obsáhlejší odpovědi
- Motivovat k odpovědi přiznáním, že otázka je náročná, a ne každý na ní zvládne odpovědět
- Neklást nepříjemné otázky napřímo, zeptat se „Slyšel jste o někom, komu se to stalo?“
- Obecné a jednoduché otázky umístit na začátek rozhovoru, pomohou vybudovat důvěru
- Složitě a nepříjemné otázky pokládat ke konci
- Využít respondenty s odlišným pozadím a zkušenostmi



Základem je přesvědčit piloty o tom, že rozhovor má smysl a význam pouze v případě, že budou říkat pravdu. K tomu je zapotřebí je ujistit o tom, že nezávisle na tom co řeknou, jim nehrozí žádný postih ani šetření. Zdůraznit, že rozhovor není nahráván a tazatel si bude zapisovat poznámky, bude-li to třeba. Zároveň je třeba vysvětlit, že celý systém je anonymní. Je třeba je ujistit že jde o systémovou záležitost, cílem není řešit jednotlivé individuální případy ale celkovou bezpečnost. Zmínit motivaci a přínos, který představuje zvýšení bezpečnosti a může být jediným výstupem, který je poznamená.

Vzhledem k tomu, jak je s výslednými informacemi pracováno a k čemu jsou určeny, není potřeba spojovat si jednotlivé výstupy s konkrétními rozhovory a vyhodnocovat je individuálně. Důležité je však zachovat výběr pilotů z různých skupin společnosti ve vztahu ke zkušenostem, roli, kterou vykonávají (kapitán nebo první důstojník), a délce pracovního poměru u daném společnosti.



3. Výsledky

Na základě variabilit jednotlivých výstupů funkcí vytvořeného modelu FRAM byly identifikovány dva druhy indikátorů pro měření výkonnosti v bezpečnosti. Prvním druhem jsou kvantitativní a druhý kvalitativní.

3.1 Kvantitativní indikátory

Série možných indikátorů identifikovaných s pomocí modelu FRAM:

- Vývoj výskytu zrušení záložního letiště za letu
- Vývoj výskytu LMC (last minute change)
- Vývoj výskytu změn v programu probíhajícího dne
- Vývoj výskytu překročení maximální délky služby
- Vývoj výskytu letů s vyšší spotřebou paliva
- Vývoj výskytu letů s výskytem nové závady
- Vývoj výskytu zahájených letů s defektem dle MEL
- Průměrný počet dní služby za měsíc
- Průměrná délka služby
- Vývoj počtu letů a nalétaných hodin

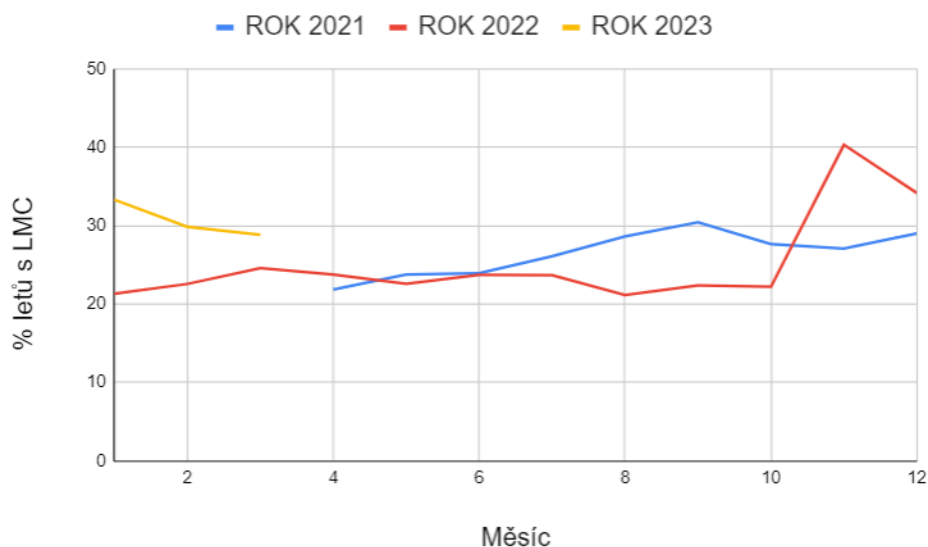
Jedná se o sadu prediktivních indikátorů měřících události, které mohou negativním výstupům přecházet. Jednotlivé indikátory jsou blíže představeny na následujících stranách.

Dále navrhuji pokračovat v měření současně stanovených indikátorů, které jsou převážně zaměřeny na koncové události. Jejich měření není časově ani jinak náročné a pokryjí jinou oblast informací o bezpečnosti. Kombinace obou sad tak přinese nejvíc informací o bezpečnosti. Při nastavení vyhodnocení je však třeba se zaměřit se na interpretaci informace o tom, kolik dat bylo k vyhodnocení použito. Například současně používaný indikátor *počet nálezů SAFA* je třeba nastavit tak, aby interpretoval množství provedených kontrol v porovnání s množstvím nálezů. Je totiž možné, že za vyhodnocované období neproběhla ani jednat kontrola SAFA, potom nemůže být počet nálezů jiný než nula. Tuto informaci je třeba do výsledků promítnout.

3.1.1. Výsledky praktického měření

Navržené indikátory byly ověřeny na datech získaných z jedné blíže nespecifikované BA společnosti. Díky způsobu měření bylo možné data vyhodnotit i zpětně, a tak bylo možné provést vyhodnocení dat za období dvou let.

Vývoj výskytu LMC (last minute change)



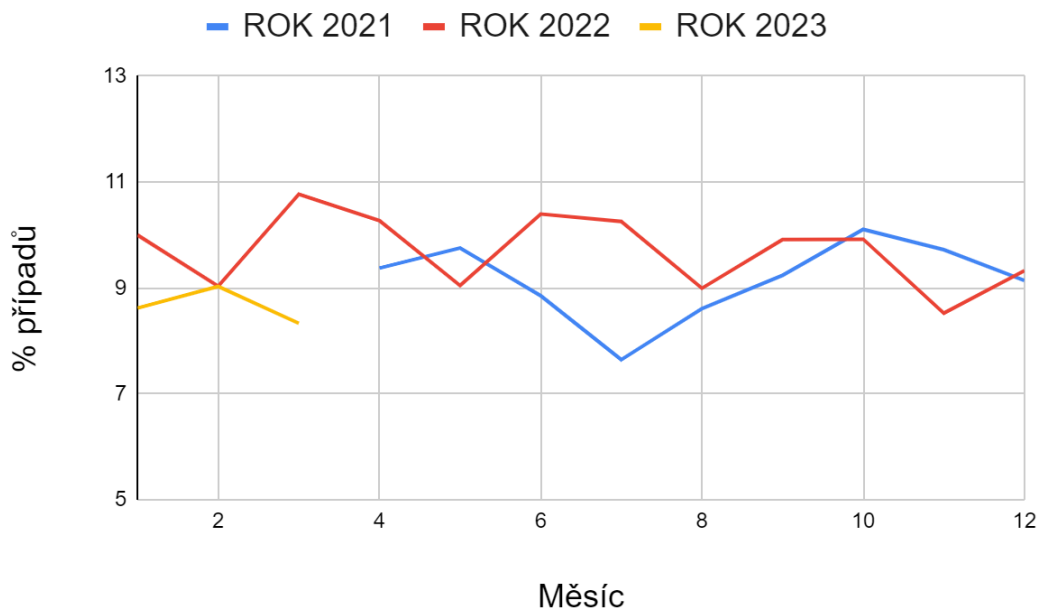
Obrázek 5: Procentuální vývoj počtu LMC (last minute change)

Na tomto grafu (Obr.5) vidíme výsledek měření vývoje procentuálního výskytu LMC na jednotlivých letech během dvou let. Data bylo možné ověřit za poslední roky díky archivaci letových dokumentů, z kterých byl parametr hodnocen. Jeho vyhodnocení spočívalo v procházení jednotlivých dokumentů (OFP a loadsheetů) a zaznamenávání celkového počtu zkoumaných letů a výskytů letů, kde byla LMC zaznamenána. V grafu můžeme vidět že vývoj výskytu LMC se na konci roku 2022 téměř zdvojnásobil. Důvodem byla změna v software určeném k plánování, která v praxi vedla k nepřesným odhadům zbývajícího paliva po letu, na kterém se z důvodu ceny naváželo palivo (prováděl se tzv. fuel tankering) a před kterým se neplnilo palivo. Výsledkem bylo, že příprava počítala s jiným zbytkem paliva, než po prvním letu v letadle reálně zbyl. Posádka tak musela provést LMC.

Vývoj výskytu změn v programu probíhajícího dne

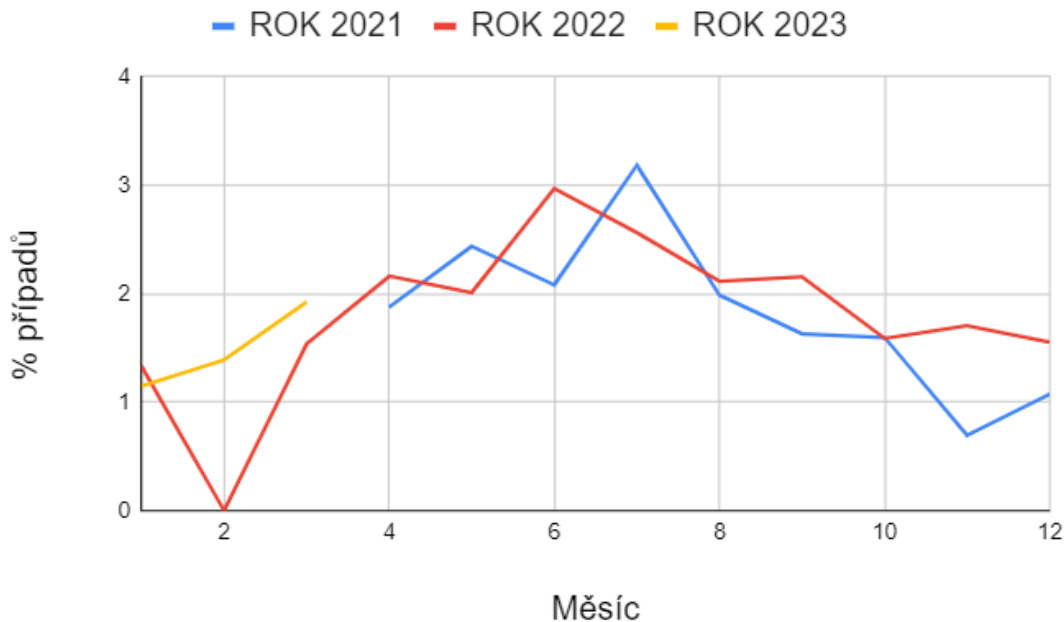
Graf vývoje počtu změn v programu během služby (Obr. 6) ukazuje dvouletý vývoj tohoto parametru. Můžeme vidět, že hodnoty oscilují mezi 7 a 11 %, celkový trend je konstantní.

Výsledek (7-11 %) je vzhledem k charakteru BA provozu přijatelný. Bezpečnostním cílem může být například: držet procentuální vývoj změn pod 10 %.



Obrázek 6: Vývoj počtu změn v programu po zahájení služby

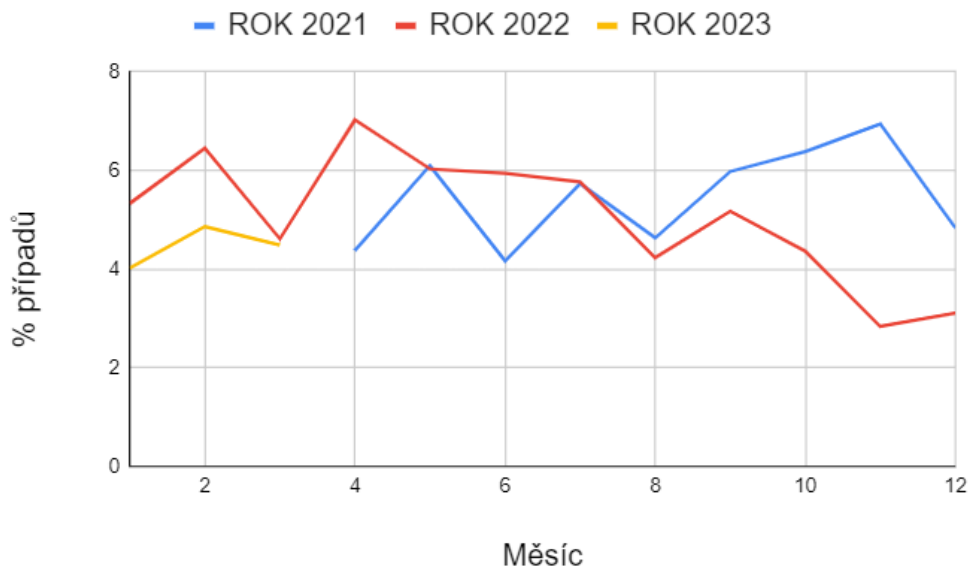
Vývoj výskytu letů se zrušením záložního letiště za letu



Obrázek 7: Vývoj výskytu letů se zrušením záložního letiště za letu

Na grafu (Obr. 7) můžeme vidět dvouletý vývoj procentuálního výskytu případů kdy bylo za letu náhradní letiště zrušeno. Vývoj výskytu je relativně nízký, mezi 0-3 %. Můžeme vidět, že vyšší vývoj je zaznamenáván v letních měsících, naopak na podzim a v zimě je výskyt méně častý. To lze přisoudit počasí, které je v létě obecně příznivější. Počasí je jeden z faktorů, které posádka během rozhodovacího procesu vyhodnocuje.

Vývoj počtu letů se zvýšenou spotřebou paliva



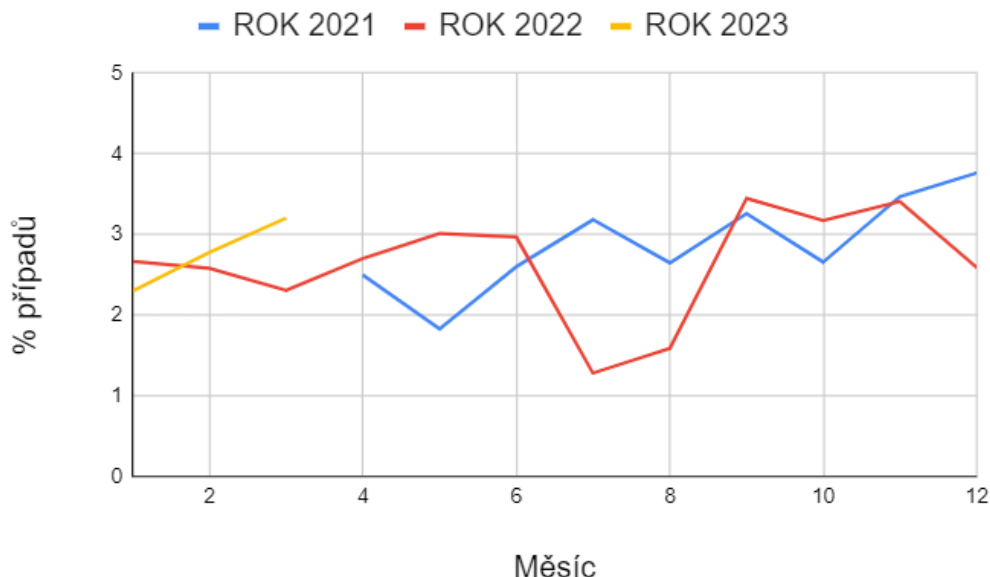
Obrázek 8: Vývoj počtu letů se zvýšenou spotřebou paliva

Jako let se zvýšenou spotřebou paliva (Obr. 8) byl definován let, kde bylo spotřebováno více paliva než suma těchto paliv: palivo na pojiždění, palivo na trať, palivo pro nepředvídatelnosti (contingency), 5 % z paliva na trať a 50% paliva na pojiždění. První složky jsou položky z navigační přípravy (OFP), poslední dvě složky (+5 % traťového paliva a 50% paliva na pojiždění) je přidána tak, aby se nezaznamenávaly případy, kdy bylo spotřebováno přesně tolik paliva, kolik bylo počítáno a zároveň aby se pokrylo palivo na pojiždění po přistání, které v navigační přípravě není. Vývoj tohoto indikátoru na grafu výše (Obr. 8) ukazuje vývoj výskytu u 3-7 % letů. Na konci roku 2022 můžeme vidět pokles výskytu, důvod je spojený s již zmíněnou změnou v plánovacím softwaru. To je spojené i s indikátorem sledujícím výskyt LMC, u kterého můžeme v tomto období naopak vidět nárůst.

Důvodů k výskytu tohoto jevu může být celá řada, například vyšší spotřeba daného letadla, nerespektování postupů posádkou, chyba při zpracování přípravy, špatné nastavení či fungování softwaru počítající danou přípravu.

Informace o množství využitého paliva je součástí dokumentace k letu, vyhodnocení se tak provádělo porovnáním této hodnoty se součtem jednotlivých hodnot uvedených výše, byla-li hodnota použitého paliva vyšší, byl případ zaznamenán.

Vývoj letů s výskytem nové závady

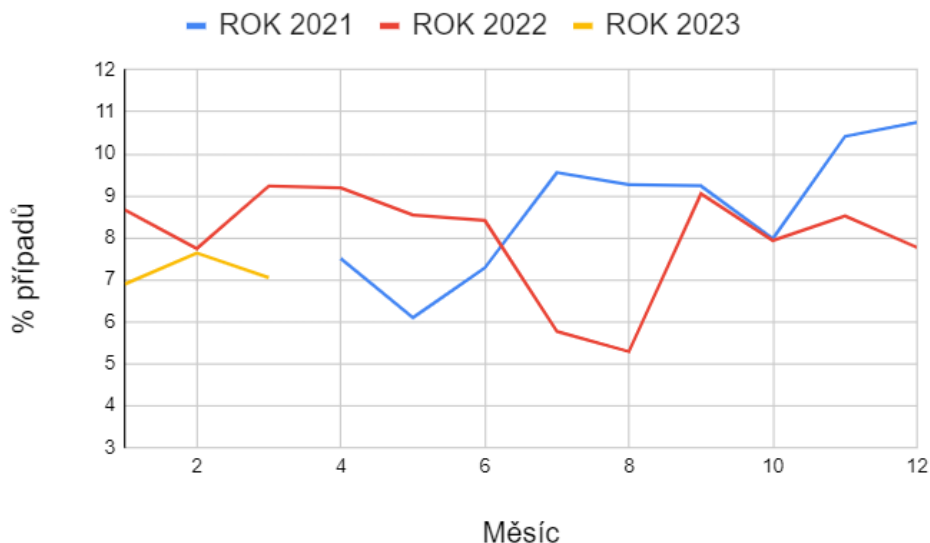


Obrázek 9: Vývoj výskytu letů s výskytem nové závady

Měření tohoto indikátoru (Obr. 9) bylo navrženo na základě počtu defektů (MEL či AOG) zapsaných v dokumentaci k letu. Jak můžeme vidět, výskyt se pohybuje mezi 1-4 % letů, ve vývoji nelze vidět žádný trend jako u předchozích indikátorů.

Vývoj výskytu zahájených letů s defektem dle MEL

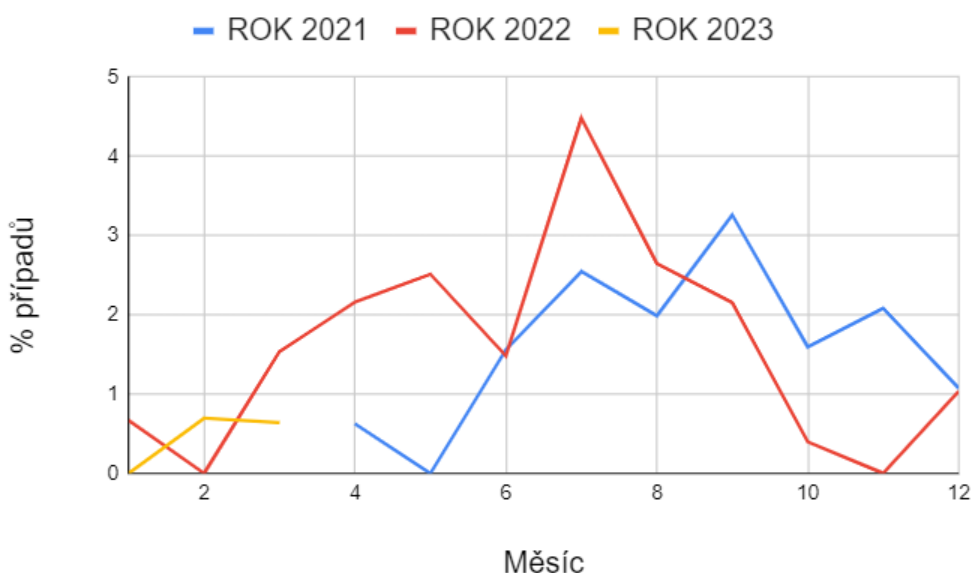
Tento indikátor (Obr.10) zaznamenává počet letů, které byly zahájeny s vypsáním MEL. Znamená to, že na letadle je závada, s kterou lze letět, je však třeba dodržet určitá omezení, který může konkrétní MEL mít. Trend vývoje je obdobný s přechozím indikátorem, jelikož vývoj letů, na kterých se objeví závada a má s vývojem počtu letů zahájených se závadou logickou souvislost. Praktické měření lze provádět na základě dokumentace k letu, která se archivuje. Je-li na letu MEL, je to v dokumentaci uvedeno.



Obrázek 10: Vývoj výskytu zahájených letů s defektem dle MEL

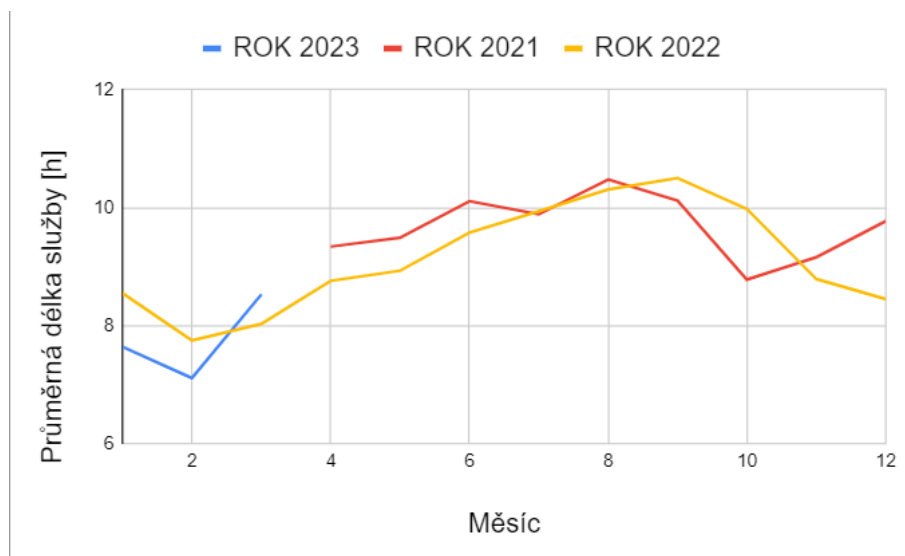
Vývoj výskytu překročení maximální délky služby

Na grafu můžeme vidět (Obr.11), že se nejedná o příliš častý jev, v některých měsících tato situace nenastala ani jednou. Zároveň můžeme pozorovat že v letní sezóně, kdy je obecně větší množství letů, je výskyt vyšší. Překročení maximální délky služby je povinné hlásit, sbírání dat je tak jednoduché.



Obrázek 11: Vývoj výskytu překročení maximální délky služby

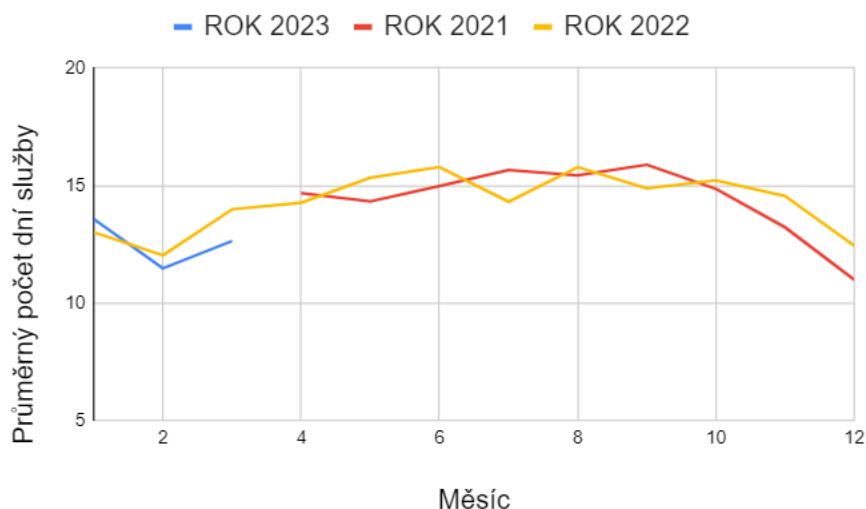
Průměrná délka služby



Obrázek 12: Průměrná délka služby

Na tomto grafu (Obr. 12) lze pozorovat, že průměrná délka služby se pohybuje mezi 7,5 a 10,5 hodinami. Na dvouletém vývoji lze vidět, že přes letní měsíce průměrná délka služby roste, což koresponduje s faktem, že přes léto je vyšší počet letů a tím pádem roste průměrná délka služby. Délka služby vypovídá o tom, jak moc jsou posádky zatěžovány. Rozdíl mezi horní a dolní hranicí je 3 h.

Průměrný počet dní služby za měsíc



Obrázek 13: Průměrný počet dní služby za měsíc



I tento indikátor nám dává informaci o vytížení posádek, pouze ve vyšším měřítku. Můžeme vidět (Obr. 13), že průměrný počet odsloužených dní v měsíci se pohyboval mezi 12 a 16 dny. Opět můžeme vidět vyšší vytížení v létě, což koresponduje s výsledky z předešlých indikátorů. Z hlediska bezpečnosti lze vyhodnocovat dopady vysokého zatížení ale i abnormálně nízkého, které může znamenat ztrátu praxe. Informace o náhlé a skokové změně vytížení může být také přínosná, neboť taková změna může mít na bezpečnost provozu vliv.

Vývoj nalétaných hodin a cyklů

Tento indikátor nebyl z důvodu ochrany dat a zamezení identifikace konkrétního provozovatele v práci publikován.

Shrnutí: Všechny indikátory byly navrženy tak, aby byla data normalizovaná, porovnatelná v čase, i v případě, že se bude vývoj počtu letů měnit. Je to jedno z omezení současného stavu. Vývoj nalétaných hodin a cyklů tak není potřeba pro relevantní vyhodnocení navržených indikátorů znát. Přesto se tyto informace mohou hodit například při šetření příčiny vývoje nějakého indikátoru. Z tohoto důvodu výsledná sada takový indikátor obsahuje, z důvodu ochrany dat však nebyl v práci představen.

3.2 Kvalitativní indikátory

Pro měření toho druhu indikátoru bylo navrženo použití rozhovorů. Základní struktura rozhovoru vychází z vytvořeného modelu FRAM. Cílem rozhovoru je zjistit informace (data) která jinak nelze získat. Jedná se o informace, které ví a znají pouze přímí účastníci provozu, v tomto případě posádka letadla, informace, které nelze získat žádným měřením, tak jako kvantitativní indikátory. Z tohoto důvodu bylo k rozhovorům přistoupeno. Cíl je stejný jako u kvantitativních indikátorů, najít činnosti, výstupy z funkcí, které v praktickém provozu dosahují odchylek od předpokládaného stavu. Na základě toho byly navrženy osobní hloubkové rozhovory s jednotlivými členy posádky. Navržena byla struktura rozhovoru a zásady pro dosažení co nejlepších výsledků. Výstup z rozhovoru přinese informace o tom, kde se dle výpovědí přímých účastníků provozu, které model FRAM popisuje, objevuje variabilita výstupu, což je pro námi stanovené měření výkonnosti v bezpečnosti klíčové. Navržená struktura obsahuje témata:

Vytvořená osnova rozhovoru:

Nejprve je třeba danému účastníkovi vysvětlit cíle rozhovoru, ukázat mu motivaci, proč pro něj mohou být výstupy z daného rozhovoru pouze přínosem, využití získaných informací



je využito pouze pro zlepšení bezpečnosti, ujistit ho, že je vše anonymní, nenahrávané, cílem není někoho postihovat, výsledky nejsou ve společnosti ani veřejně dohledatelné a zároveň jsou anonymizovány tak, aby na základě nich nešlo dohledat, kdo rozhovor provedl. Této fázi je třeba věnovat dostatečnou pozornost, pochopení významu rozhovoru a získání důvěry a sympatií u dotazovaného je klíčové pro dosažení co nejlepších a nejpřesnějších výsledků.

Samotný rozhovor začne otázkou: *Popište, jak běžně vypadá vaše služba, od nástupu do služby, přes její průběh až po její ukončení, rozved'te všechny možné detaily*

Je to základní struktura rozhovoru, ke které se bude tazatel vracet. Dotazovaný začne odpovídat, během toho se bude vyjadřovat i k tématům, na které rozhovor cílí, nemusí však danou oblast spontánně popsat v dostatečném detailu, tazatel se ho tedy dále doptává tak, aby bylo zodpovězeno na tyto okruhy otázek, které vychází z identifikovaných možných odchylek modelu FRAM. Na základě seznamu výstupů v metodické části byl vytvořen následující seznam otázek, který přinese potřebné informace o tom, zda se jednotlivé odchylky v provozu naplňují či nikoliv:

- Provádíte vždy briefing odletu a příletu? Provádíte ho i v případě, že se jedná o letiště, které dobře znáte? Provádíte ho vždy v plném rozsahu?
- Provádíte vždy výpočet výkonnosti? Stalo se, že jste někdy vynechali?
- Provádíte vždy safety briefing pro PAX? Provádíte jej i v případě, že se jedná o PAX, kteří s vámi létají často a instrukce už slyšeli? Provádíte ho vždy v plném rozsahu?
- Stane se někdy, že z nějakého důvodu naplníte jiné množství paliva, než jste plánovali?
- Stává se, že časy nástupu a ukončení služby (reporting times) neseďí s realitou?
- Nastupujete do služby vždy zcela odpočatí?
- Stává se, že je váš odpočinek rušen? Např. musíte někdy během odpočinku řešit záležitosti spojené s následujícím letem?
- Podáváte vždy informaci o závadě technickému oddělení? Zapisujete každý defekt do letové dokumentace?
- Stane se někdy, že provedete kontrolu letadla nekompletně, nebo vůbec? Může jít o případy kdy vás ovlivňuje CTOT jiný faktor
- Stane se, že někdy neprojdete kontrolní postupy (checklisty)?
- Stane se někdy, že v posádce nenajdete shodu na nějakém rozhodnutí, které ovlivňuje let?
- Postupujete někdy vědomě proti daným postupům?



- Pokračovali jste někdy pod stanovené limity přiblížení i když proto nebyly podmínky?
- Stalo se vám někdy, že jste porušili stabilizační kritéria a pokračovali jste v přiblížení?

3.2.1 Výsledky praktického měření

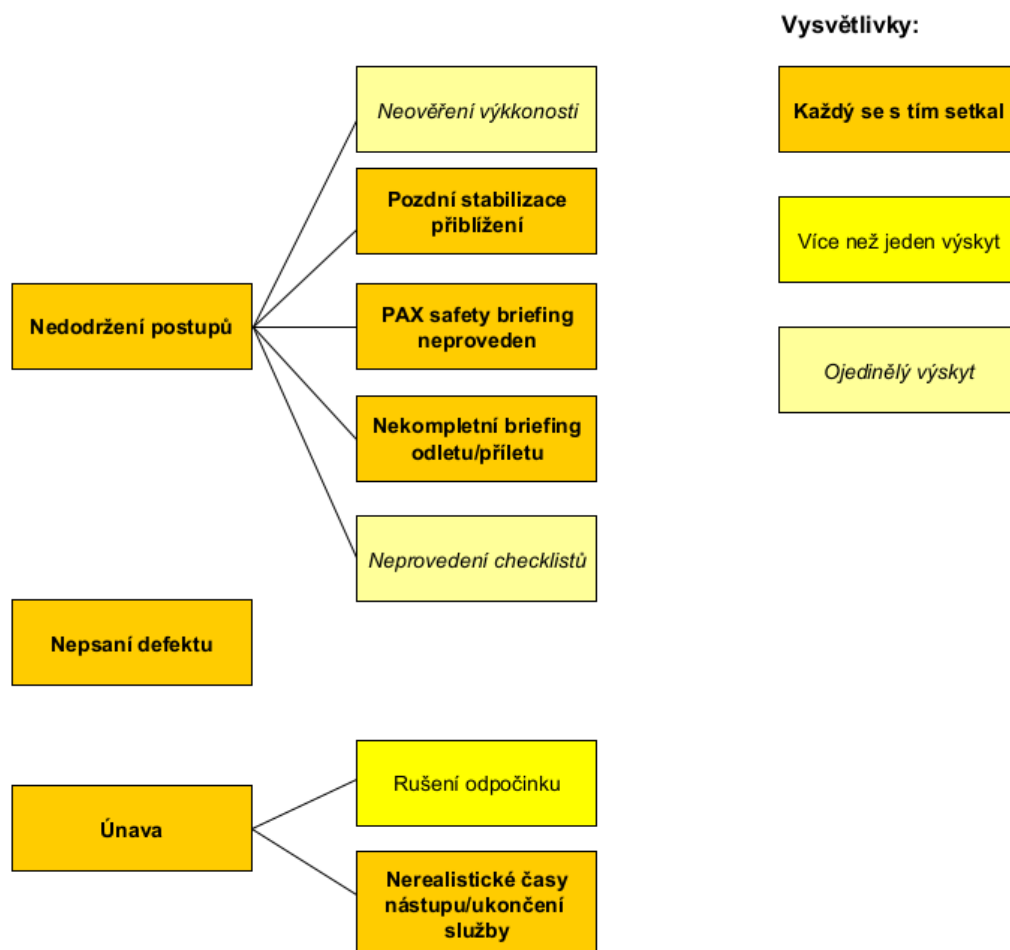
Celkem bylo na základě vytvořené struktury provedeno 6 osobních rozhovorů. K rozhovoru se dle možností vybrali piloti s různými charakteristikami z hlediska věku, pozice a délky zaměstnaní u současné společnosti:

- Věk 25-30, první důstojník, u společnosti 2-5 let
- Věk 30-35, kapitán, u společnosti 2-5 let
- Věk 30-35, první důstojník, u společnosti méně než 2 roky
- Věk 25-30, první důstojník, u společnosti méně než 2 roky
- Věk 35-40, kapitán, u společnosti déle než 5 let
- Věk 20-25, první důstojník, u společnosti méně než 2 roky

Výstup z rozhovorů je reprezentován graficky (Obr. 14). Jednotlivé variability výstupů identifikované během rozhovorů jsou reprezentovány žlutými boxy. Některé jevy mají společný základ, takové případy jsou naznačeny propojením. Vzhledem k tomu, že bylo provedeno 6 rozhovorů, bylo možné hrubě rozlišit, kolik z dotázaných se s daným jevem setkalo. To je naznačeno odlišnou barvou a stylem písma v jednotlivých boxech. Tučné písmo reprezentuje jevy, s kterými se v nějaké formě setkal každý dotázaný. Standardní velikost písma je použita v případech, které byly zmíněny více než jednou, ale ne všemi dotázanými. Kurzívou jsou reprezentovány případy, které se vyskytly pouze v jednom rozhovoru. Na základě tohoto rozdělení lze stanovit priority při řešení jednotlivých hazardů a zároveň může být tato informace použita při jejich vyhodnocení.

K celkovému vyhodnocení úrovně bezpečnosti se použijí výstupy ze všech indikátorů. Měření výkonosti v bezpečnosti mimo samotných indikátorů zahrnuje také stanovení bezpečnostních cílů. K jejich stanovení je třeba nejprve samotné měření zavést, abychom viděli aktuální stav daného indikátoru, na základě kterého se cíl stanoví. To je díky získanému dvouletému vývoji nyní možné. Bezpečnostní cíl by tak mohli vypadat takto: snížit výskyt změn v programu daného dne o 40 % do dvou let.

Shrnutí: Výsledkem je kombinace dvou druhů indikátorů, kvantitativních a kvalitativních. První skupina přinesla konkrétní výsledky vývoje deseti navržených indikátorů. Díky zpětnému vyhodnocení archivovaných je vývoj zaznamenán po dobu dvou let. Druhá skupina výsledků



Obrázek 14: Výstup z rozhovorů

získaných za pomoci kvalitativních indikátorů doplnila informace z první skupiny o výčet míst v systému provozu BA, kde dochází k odchýlení variability.

3.3 Systém měření výkonnosti v bezpečnosti

Výsledný návrh systému měření výkonnosti v bezpečnosti vytváří postup tvorby specifických indikátorů bezpečnosti za pomoci metody FRAM. Indikátory se dělí na kvantitativní a kvalitativní. Postup zahrnuje vytvoření modelu FRAM na konkrétní společnost. Návrh indikátorů by měl vycházet z identifikovaných výstupů jednotlivých funkcí vytvořeného modelu FRAM. Všechny výstupy z funkcí relevantní z hlediska bezpečnosti by měly být zahrnuty ve výsledném měření. Variabilitu výstupů se snažíme měřit kvantitativními indikátory. Není-li prakticky možno daný výstup kvantitativně měřit, použijeme kvalitativní indikátory. Kvalitativní měření prostřednictvím osobních rozhovorů s posádkami letadel by mělo být navrženo tak, aby přineslo informace, které kvantitativní indikátory nemohou měřit. Vytvořenou



sadu doporučuji rozšířit i o reaktivní indikátory, které se používají v současnosti. Díky tomu bude zajištěn sběr informací v co nejširším spektru. Vyhodnocení dat všech indikátorů by mělo být normalizováno, tak aby výsledek nebyl ovlivněn intenzitou letového provozu dané společnosti.

Po stanovení výsledné sady indikátorů a zavedení jejího měření lze po získání dostatečného vzorku dat provést první vyhodnocení a stanovit bezpečnostní cíle. Ty udávají hodnoty jednotlivých indikátorů, kterých chce organizace za určité časové období dosáhnout. Práce s bezpečnostními cíli vychází z postupů navržených v ICAO SMM (Safety Management Manual) [1]. Stanovení bezpečnostního cíle je obvykle spojeno s určitým zásahem do systému, od kterého se zlepšení vývoje očekává. Cíl je hodnota, na kterou se díky tomuto zásahu chce společnost dostat. Organizace na vyhodnocení bezpečnostních cílů nemusí čekat až na konec stanoveného časového období, ale může průběžně vyhodnocovat, zda trend vývoje daného indikátoru směřuje k danému cíli. Pokud k němu nesměřuje, může zareagovat dříve, než stanovené období nastane. Perioda vyhodnocení stavu bezpečnosti je navržena na jeden měsíc. Celková úroveň bezpečnosti organizace se odvíjí od vývoje jednotlivých indikátorů.



4. Diskuze výsledků

Navržené způsoby měření výkonnosti v bezpečnosti pomocí indikátorů bezpečnosti byly rozděleny do dvou skupin, a to na kvantitativní indikátory, které nám poskytují exaktní číselné vyjádření naměřených dat, a dále na kvalitativní indikátory, které nám přináší pouze subjektivní informace na základě výpovědi posádky. První skupina indikátorů se dá měřit přesně, zdrojem dat je zejména vyplněná letová dokumentace jako je OFP a letový deník. Na základě údajů z těchto dokumentů lze jednotlivé indikátory měřit. Postup sestává v procházení jednotlivých letů a vyhodnocení informací, které jsou pro jednotlivé indikátory směrodatné. Druhou skupinu indikátorů bylo navrženo měřit s využitím bezpečnostních pohovorů. Vzhledem k množství provedených rozhovorů se i některé z těchto výsledků daly kvantifikovat. Vzhledem k povaze získávání dat se však nejedná o přesná čísla. Není to ani cílem kvalitativních indikátorů. Cílem a důvodem návrhu jejich použití je získání informací, které jinak získat nelze. Jedná se o informace, které BA provoz neumožňuje měřit a specificky vyhodnocovat. Některé informace získané na základě rozhovorů by nebylo možné získat ani u letadel vybavených FDM.

Indikátory byly vytvořeny na základě metody FRAM. Informace o tom, jak provoz funguje a jaká jsou specifika vycházely z popisu uvedeného v první kapitole a znalostí autora. Na základě modelu FRAM, jeho funkcí a jejich výstupů byly tam, kde to bylo prakticky možné, navrženy kvantitativní indikátory. Na výstupy, které měřit nelze, se zaměřuje druhá sada indikátorů, kvalitativní, měřená za pomoci rozhovorů. Postup tvorby indikátorů na základě metody FRAM byl již v minulosti několikrát použit a odzkoušen, jak je uvedeno v kapitole zabývající se dostupnou literaturou, lze ho tedy považovat za validní. Postup využívá první a druhý krok metody FRAM. Jelikož byl systém měření aplikován na všechny výstupy, které byly z hlediska bezpečnosti relevantní, nebylo třeba se zaměřovat na výslednou rezonanci. Stejně tak lze dohledat příklad, kdy byly bezpečnostní pohovory a jejich osnova tvořena na základě metody FRAM. I když tato publikace vznikla až během tvorby této práce, lze díky tomu konstatovat, že i tento postup je validní.

Metodický postup vycházel z literatury, která se problematice návrhu indikátorů za pomoci metody FRAM věnovala.[15] Zásady, dle kterých je v uvedené práci, a následně i v této práci postupováno jsou v souladu s teorií metody FRAM a Safety-II. Použitý postup tak lze označit za validní. Řešení měření výkonnosti v bezpečnosti pomocí rozhovorů s přímými účastníky bylo již také použito.[14] Samotné výsledky byly validovány na základě praktického měření. Bylo tak odzkoušeno, že data lze skutečně získat a měřit. Vývoje jednotlivých indikátorů lze logicky odůvodnit například sezónností či známým vývojem nastavení procesů



v organizaci, které mají na vývoj konkrétního indikátoru vliv. Navržené indikátory tak na základě toho lze považovat za validní a funkční. Na základě získaných dat z jednotlivých indikátorů lze vyhodnotit celkovou úroveň bezpečnosti. Výhodou indikátorů navržených na základě vyhodnocení dostupných dat z letu je možnost provést toto měření i zpětně. Díky tomu lze data získat téměř okamžitě a díky tomu rychleji stanovit bezpečnostní cíle a provádět opatření, která zajistí větší bezpečnost.

K měření kvalitativních dat byla možnost použít dotazník nebo rozhovor. V práci byl vybrán rozhovor. Celá problematika byla konzultována se sociology a dostupnou literaturou. Důvodem volby rozhovoru před dotazníkem byla potřeba získat detailní informace o dané oblasti tak, aby šlo vyhodnotit, zda k variabilitě dochází či nikoliv. Dalším důvodem volby rozhovoru byly výsledky konzultací se sociologem. V neposlední řadě toto rozhodnutí validuje i použití rozhovorů v publikaci [14], kde byly rozhovory využity pro měření bezpečnosti ve společnosti Cathay Pacific. Rozhovor také umožňuje postup, kdy respondent sám vypráví o tom, jak jeho pracovní den vypadá a je pouze dotazován na detaily, které jsou potřeba k vyhodnocení stanovených variabilit. Dotazník by směřoval pouze na konkrétní dotazy bez možnosti odpověď doplnit, není-li dostatečná. Přesvědčení respondentů o nutnosti sdělovat pravdu je také v osobní rovině účinnější.

Alternativou k použité systémové metodě FRAM je model STAMP. Lze odhadovat, že STAMP by přinesl částečně odlišené výsledky a mohl by navržený systém měření výkonnosti v bezpečnosti rozšířit o další indikátory. Pokud by se to nepotvrdilo a použití modelu STAMP by odlišné výsledky nepřineslo, ukázalo by se, že použití dvou různých systémových metod přináší v problematice návrhu systému měření výkonnosti v bezpečnosti stejné výsledky. Výsledky metody STAMP by se však daly použít k validaci výsledků metody FRAM. Použití modelu STAMP by tak bylo přínosné v obou případech.



5. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout systém měření výkonnosti v bezpečnosti v BA letecké společnosti s využitím systémového přístupu. V úvodní části práce byl provoz BA popsán a definován. Byly představeny specifika a limity BA provozu, ovlivňující možnosti měření. Následoval popis měření výkonnosti v bezpečnosti a rozdělení a popis indikátorů bezpečnosti. Dále byl popsán současný stav měření výkonnosti v bezpečnosti, a to jak obecně, tak z pohledu BA. V závěru úvodní kapitoly byly zmíněny dosavadní práce, které se touto problematikou zabývají a z kterých bylo vycházeno při dalším postupu

V metodické části byl popsán systémový přístup a zvolen model FRAM pro řešení návrhu systému měření. Metoda modelu FRAM využívá systémový přístup, jedná se rezonanční model postavený na myšlence Safety-II. Ta se odlišuje zejména zaměřením se na všechny výstupy systému, tedy i na každodenní situace, které nemají žádný negativní výstup.

Postup zahrnoval identifikaci funkcí, jejich vstupů a výstupů. Tento výstup je v grafické i textové podobě. Následně byly identifikovány odchylky jednotlivých výstupů. Indikátory bezpečnosti byly navrženy tak, aby měřily, zda a jak často dochází k naplnění odchylek jednotlivých funkcí. Část výstupů lze měřit číselně, druhá část i s ohledem na specifika BA měřit číselně nelze. Vznikly tak dvě sady indikátorů, kvantitativní a kvalitativní. Kvalitativní měření je navrženo za pomoci osobních rozhovorů s přímými zúčastněnými, tedy posádkou letadla.

Následně byly navrženy způsoby měření použity v praktickém provozu za účelem jejich ověření. Výsledky ukázaly že indikátory jsou funkční a data lze v praktickém provozu změřit. Výhodou navržených indikátorů je, že při dostupnosti historických dat lze měření provést i zpětně, což bylo provedeno. To může pomoci s vyhodnocením dat čerstvě po zavedení měření, jelikož lze data srovnat s historickým vývojem. K vyhodnocení bezpečnosti bylo mimo indikátorů navrženo provádění osobních rozhovorů, které se podařilo také prakticky ověřit, a to provedením šest rozhovorů. Výstupy z rozhovoru byly graficky prezentovány a přináší další zdroj informací o bezpečnosti.

Vzhledem k menšímu počtu dat plynoucím z nižšího počtu letů v BA provozu, bylo vyhodnocení jednotlivých indikátorů navrženo v měsíčních intervalech. Čas, za který se dá daný indikátor vyhodnotit a případně na něj reagovat, je tak delší než u společnosti, které mají vyšší počet letů, a tak je možno indikátory vyhodnocovat na denní nebo týdenní bázi. Menší počet dat přináší i nižší výpovědní hodnotu získaných informací.



Dalším limitujícím faktorem při návrhu indikátorů byly omezené možnosti automatického sběru letových dat. Navržené řešení získává data ze zdrojů, které má každý provozovatel, jako je vyplněné letové dokumentace. Informace, které se z těchto zdrojů dají získat jsou však v porovnání s daty z FDM značně omezené. Mimo významné časové náročnosti je sběr těchto dat také zatížen lidskou chybou pracovníka, který data z dané dokumentace opisuje. Lidský faktor se může projevit i v zápisu daných informací do dokumentace posádkou, celková přesnost výsledků tím může být negativně ovlivněna.

Návrh rozhovorů zmiňuje důležitost vytvoření důvěry u osoby podávající rozhovor. Je to zároveň největším omezením rozhovorů, pokud se posádka necítí komfortně a nemluví vždy pravdu, jsou výstupy z rozhovoru zkreslené a nepřesné. Omezený je také počet a četnost rozhovorů, a to množstvím pilotů v dané společnosti a minimálním časovým rozstupem mezi rozhovory se stejným respondentem. Limitujícím prvkem také nadále zůstává lidský faktor, konkrétně paměť. Výpovědi nemusí ve všech případech odrážet realitu i při snaze o pravdivé odpovědi. V neposlední řadě je také třeba zmínit časovou náročnost a potřebu spolupráce osoby, s kterou má být rozhovor proveden.

Přínos práce vidím ve vytvoření modelu FRAM popisujícího BA provoz. Tento model může být použit i pro další bezpečnostní analýzy tohoto provozu, neslouží pouze k měření výkonnosti v bezpečnosti. Celá práce může být použita jako návrh a motivace pro BA společnosti aktualizovat současně používané sady indikátorů. Práce popisuje, v jakých aspektech a z jakých důvodů jsou současné indikátory považovány za nevhodné. Dále je popsán postup, jak nové indikátory vyhledat. Navržené výsledky jsou ověřeny v praxi. Pro společnosti s podobným typem provozu jako byla vybraná společnost je možné použít mnou navrženou sadu indikátorů. Navržené rozhovory přinesly z hlediska informací o bezpečnosti více poznatků než samotné indikátory. Návrh na sestavení rozhovoru obsahuje i sociologické rady, jak dosáhnout co nejlepších výsledků, které se v praxi osvědčily.

Jak bylo v diskusi výsledků uvedeno, metoda FRAM není jediná systémová metoda. Pro kompletnější výsledky, které by navržený způsob měření výkonnosti v bezpečnosti mohly rozšířit o další indikátory, by bylo vhodné postup opakovat také s použitím systémového modelu STAMP. Prostor pro další práci, která by mohla na zjištěné výsledky navázat a rozšířit je v oblasti tvorby a vedení rozhovorů. Sociologické metody představují široké možnosti dalšího výzkumu, který by mohl vylepšit jak samotnou tvorbu a vedení rozhovoru, tak zpracování informací, které z rozhovorů vyplývají.



Seznam použité literatury

1. Doc 9859, Safety Management Manual (SMM). Fourth edition. Montréal, Quebec, Canada: ICAO, 2018. ISBN 978-92-9258-552-5.
2. EASA. Easy Access Rules for Air Operations (Regulation (EU) No 965/2012). 2023. Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/965/oj>
3. FICHERT, Frank, Ivana KIRSCHNEROVÁ a Anna TOMOVÁ. Business models in business aviation – An empirical analysis with a focus on Air Charter Companies. Research in Transportation Economics [online]. 2020, 79 [cit. 2023-03-20]. ISSN 07398859. Dostupné z: doi: 10.1016/j.retrec.2019.100794
4. PAZOUREK, Michal a Vojtěch VÁCLAVÍK. Assessment of Business Aviation OCCs' Capacity Issues. Procedia Engineering [online]. 2017, 187, 46-52 [cit. 2023-04-21]. ISSN 18777058. Dostupné z: doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.348.
5. PAZOUREK, Michal. Business Aviation in Europe. [online] 2011, [cit. 2023-03-28] Dostupné z: <https://pernerscontacts.upce.cz/index.php/perner/article/view/923>
6. ICAO. Annex 19: Safety Management. 2. vyd. Montreal, Quebec, Canada: International Civil Aviation Organization, 2016. ISBN 978-92-9249-965-5.
7. VERSTRAETEN, J. G.; ROELEN, A. L. C.; SPEIJKER, L. J. P. Safety performance indicators for system of organizations in aviation. [online]. 2016.) [cit. 2023-04-20] Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10921/1103>
8. PIRIC, Selma, Robert J. DE BOER, Alfred ROELEN, Nektarios KARANIKAS a Steffen KASPERS. How does aviation industry measure safety performance Current practice and limitations. International Journal of Aviation Management [online]. 2019, 4(3) [cit. 2023-03-20]. ISSN 1755-9901. Dostupné z: doi:10.1504/IJAM.2019.10019874
9. Stabilised Approach. SKYbrary [online]. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/tutorials/stabilised-approach>
10. PAZOUREK, Michal. Proposal of Procedures for Business Aviation Jets Oceanic Flight Planning. 2018. [online]. [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://portal.upce.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
11. Flight Data Monitoring (FDM). SKYbrary [online]. [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/articles/flight-data-monitoring-fdm>
12. Improving European ATM Safety through SMART Safety Indicators. EUROCONTROL, 2009.
13. ROELEN, A. L. C. and MAGRIET B. Klompstra. The challenges in defining aviation safety performance indicators. National Aerospace Laboratory, Amsterdam, Netherlands, (2012).



14. MCCARTHY, Pete. The Application of Safety II in Commercial Aviation – The Operational Learning Review (OLR). In: HARRIS, Don a Wen-Chin LI, ed. Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Cognition and Design [online]. Cham: Springer International Publishing, 2020, 2020-07-10, s. 368-383 [cit. 2023-03-06]. Lecture Notes in Computer Science. ISBN 978-3-030-49182-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-49183-3_29
15. PATRIARCA, Riccardo, John WATT, Mark SUJAN, Francesco COSTANTINO, Maria Luisa VILLANI a Antonio DE NICOLA. Developing Leading Safety Indicators using the Functional Resonance Analysis Method [online]. 2021. [cit. 2023-04-28] Dostupné z: <https://scsc.uk/rp161.25:1>
16. SULTANA, Sharmin, Bjørn Sørskot ANDERSEN a Stein HAUGEN. Identifying safety indicators for safety performance measurement using a system engineering approach. Process Safety and Environmental Protection [online]. 2019, 128, 107-120 [cit. 2023-05-01]. ISSN 09575820. Dostupné z: doi: 10.1016/j.psep.2019.05.047
17. PATRIARCA, Riccardo, Giulio DI GRAVIO a Francesco COSTANTINO. A Monte Carlo evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess performance variability in complex systems. Safety Science [online]. 2017, 91, 49-60 [cit. 2023-03-06]. ISSN 09257535. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ssci.2016.07.016
18. HOLLNAGEL, Erik. FRAM: The Functional Resonance Analysis Method [online]. CRC Press, 2017 [cit. 2023-02-15]. ISBN 9781315255071. Dostupné z: doi:10.1201/9781315255071
19. HOLLNAGEL, Erik. Safety-II in Practice [online]. Routledge, 2017 [cit. 2023-03-09]. ISBN 9781315201023. Dostupné z: doi:10.4324/9781315201023
20. HERRERA, Ivonne Andrade, Erik HOLLNAGEL a Solfrid HÅBREKKE. Proposing safety performance indicators for helicopter offshore on the Norwegian Continental Shelf [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00613956>
21. FODDY, William, 1993. A theoretical framework. In: Constructing Questions for Interviews and Questionnaires [online]. Cambridge University Press, 2009, 1993-1-29, s. 12-24 [cit. 2023-04-28]. ISBN 9780521420099. Dostupné z: doi:10.1017/CBO9780511518201.003