



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Alexandra Pavelková

Metody pro hodnocení rizik v údržbových organizacích

Diplomová práce

2018



K621..... Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Alexandra Pavelková

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Metody pro hodnocení rizik v údržbových organizacích**

Název tématu (anglicky): **Methods of Risk Assessment in Maintenance Organisations**

Zásady pro vypracování

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

- Základní přehled metod hodnocení rizik a jejich charakteristika
- Analýza hlavních rizik údržbových organizací a popis jejich souvislostí
- Aplikace metod pro hodnocení rizik na analyzovaná rizika
- Analýza použitelnosti a aplikovatelnosti jednotlivých metod hodnocení rizik
- Porovnání jednotlivých přístupů a jejich výsledků - výběr nejvhodnější metody



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Bateman M., - Tolley's Practical Risk Assessment Handbook
Newman M., C., Strojjan C., L., - Risk Assessment: Logic and Measurement
Hurst N., W., - Risk Assessment: The Human Dimension

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Peter Vittek, Ph.D.**
Ing. Roman Matyáš

Datum zadání diplomové práce: **28. července 2017**
(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: **29. května 2018**
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



Kraus

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

Svítek

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Pavelková

Bc. Alexandra Pavelková
jméno a podpis studenta

V Praze dne28. července 2017

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 29. května 2018



podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucím mé diplomové práce doc. Ing. Petrovi Vittekovi, Ph.D. a Ing. Romanu Matyášovi za vedení při zpracování této práce. Po celou dobu mi poskytovali cenné rady a podněty. Další poděkování patří Ing. Kataríně Szentkeresztiové za konzultace a odborné rady z praxe. Ing. Vladimíru Plosovi, Ph.D. děkuji za jeho návrhy a doporučení. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za morální podporu a trpělivost, kterými mě zahrnovali po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Autor: Bc. Alexandra Pavelková

Název práce: Metody pro hodnocení rizik v údržbových organizacích

Rok vydání: 2018

Škola: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

Klíčová slova: riziko, metody hodnocení rizik, příčina, chyba, údržba

Tato diplomová práce se zabývá metodami hodnocení rizik v údržbových organizacích. V teoretické části stručně odhaluje vědecký základ hodnocení rizik, představuje jednotlivé metody hodnocení a jejich charakteristiky. V praktické části hodnotí konkrétní rizika pomocí definovaných metod a shrnuje vhodnost jednotlivých metod pro účely údržbových organizací.

Abstract

Author: Bc. Alexandra Pavelková

Title of the Diploma Thesis: Methods of Risk Assessment in Maintenance Organizations

Publication Year: 2018

School: Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Key words: risk, risk assessment methods, cause, error, maintenance

This diploma thesis deals with methods of risk assessment in maintenance organizations. In the theoretical part, it briefly reveals the scientific basis of risk assessment, presents the individual evaluation methods and their characteristics. In the practical part, it evaluates specific risks using defined methods and summarizes the suitability of individual methods for maintenance organization purposes.

Obsah

Obsah	6
Seznam použitých zkratek	8
Úvod.....	9
1. Hodnocení rizik	10
1.1 Riziko.....	10
1.2 Management rizik.....	11
1.3 Metody analýzy rizik.....	11
1.3.1 Kvantitativní hodnocení	12
1.3.2. Kvalitativní hodnocení	13
2. Vybrané metody hodnocení rizik.....	14
2.1 IPR metoda.....	14
2.1.1. Kontrolní seznam.....	17
2.1.2 Klasifikace rizik	18
2.1. FRAP - Facilitated Risk Analysis Process.....	19
2.2. TOR – Technic of Operation	22
2.4 PHEA – Predictive Human Error Analysis	25
2.5. ARMS - Aviation Risk Management Solutions.....	29
3. Aplikace metod na provozní rizika údržbové organizace	34
3.1. Instalace neschváleného dílu na motor.....	36
3.1.1 IPR metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor	36
3.1.2 FRAP metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor	39
3.1.3 TOR metoda - riziko instalace neschváleného dílu na motor	41
3.1.4.PHEA metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor.....	42
3.1.5 ARMS metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor	44
3.2. Výpadek informačního systému AMOS.....	47
3.2.1. IPR metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS.....	47

3.2.2. FRAP metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS	49
3.2.3 TOR metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS	50
3.2.4 PHEA metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS	51
3.2.5 ARMS metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS	52
3.3. Vzplanutí při čištění technickým benzínem	54
3.3.1. IPR metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem.....	55
3.3.2. FRAP metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem.....	56
3.3.2 TOR metoda - - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem	58
3.3.4 PHEA metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem	59
3.3.5 ARMS metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem	61
4. Hodnocení metod	64
4.1 Hodnocení rizika instalace neschváleného dílu na motor	67
4.2. Hodnocení rizika výpadku informačního systému AMOS.....	67
4.3. Hodnocení rizika vzplanutí při čištění technickým benzínem.....	68
4.4 Možné kombinace metod.....	69
Závěr	70
Seznam obrázků.....	72
Seznam tabulek	73
Literatura.....	74

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Anglický význam	Český význam
AOG	Aircraft On Ground	Uzemnění letadla
AR		aktuální rizikovost
BOZP		Bezpečnost práce a ochrana zdraví
ERC	Event Risk Classification	Klasifikace rizik událostí
ERCS	European Risk Classification Scheme	Evropský systém klasifikace rizik
ETA	Event Tree Analysis	Analýza stromu událostí
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	Analýza příčin a důsledků vad
FRAP	Facilitated Risk Analysis Process	Zjednodušený proces analýzy rizik
FTA	Fault Tree Analysis	Analýza stromem poruch
IPR	Process and Risk Identification	Identifikace procesů a rizik
MRO	Maintenance and Repair Organization	
PHEA	Predictive Human Error Analysis	Prediktivní analýza lidských chyb
PR		potenciální rizikovost
SHERPA	Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach	Systematická předpověď redukce lidských chyb
SIRA	Safety Issue Risk Assessment	Posouzení rizik v oblasti bezpečnosti
SMS	Safety Management System	Systém řízení bezpečnosti
SPI	Safety Performance Indicator	Indikátor bezpečnosti
SUP	Suspected Unapproved Parts	Podezření na neschválený díl
T/S	Troubleshooting	Hledání závady
TB		Technický benzín
THERP	Technique for Human Error Rate Prediction	Technika pro hodnocení chyb člověka
ZR		Závážnost rizika

Úvod

Správně provedená údržba má zásadní význam pro bezpečné provozování letadel a plynulý letecký provoz. I ta nejmenší chyba v průběhu zajišťování údržby může vést k leteckému incidentu, případně i katastrofě. Při současné stále se zvyšující konkurenci se snadno mohou ekonomické zájmy dostat nad zájmy bezpečnostní. Na techniky jsou kladeny požadavky vykonávat úkoly rychleji při zachování zavedených předpisů a standardů. Každý proces v rámci údržby je zdrojem rizik. Hrozba z přehlížených rizik s ubíhajícím časem vzrůstá, a proto se čím dál více pozornosti věnuje schopnosti identifikovat riziko a následně jej řídit. Poznání významu rizika nám přináší příležitost využít jej jako podnět k užitečným změnám. Řízení rizik se tak stává oblastí, na kterou se vedení organizací stále více obrací se snahou zvýšit spolehlivost a bezpečnost svého provozu.

Cílem této práce je nalézt vhodný a uživatelsky přívětivý systém pro hodnocení rizik v údržbové organizaci. Metod pro hodnocení rizik je velké množství a jejich kombinacemi nebo úpravami pro konkrétní potřeby vznikají stále nové. Čím vhodnější a použitelnější nástroj je zvolen, tím snadněji se implementuje do provozu a tím efektivnější výsledky může přinést. Každá organizace, nejen letecká, by tedy měla výběru metody věnovat zvýšenou pozornost.

Zvolenou metodikou práce je analýza konkrétních rizik údržbových organizací pomocí vybraných metod hodnocení rizik a následná komparace těchto metod. Na jejím základě proběhne hodnocení vhodnosti metod pro použití údržbovou organizací.

1. Hodnocení rizik

1.1 Riziko

Existují různé definice pojmu riziko. Konkrétní definice obvykle vyplývá z terminologie oblasti, pro kterou se rizika právě řeší. Obecně lze říci, že riziko je pravděpodobnost výskytu nežádoucí události s nežádoucími následky. [3]

Různé významy, ve kterých je v odborné literatuře i běžném životě slovo riziko vyjadřováno, lze shrnout do čtyř skupin. Nejčastěji jím jsou označovány hrozby, nebezpečí, rizika vzniku škody a ztráty. Riziko lze ale vnímat také jako potenciální příčina nebo zdroj nežádoucí události. V tomto případě se jím označují podmínky, okolnosti a jevy, které mohou vést ke vzniku něčeho nebezpečného. Dále se lze s významem slova riziko setkat v souvislosti s pravděpodobností a nejistotou. Pokud existují alespoň dvě situace, z nichž je jedna nepříznivá, riziko vyjadřuje potencialitu, zda nastane právě ta nežádoucí událost. Nakonec mohou být rizikem označovány dopady a následky, které nelze předem definitivně určit. [4]

Ať je riziko definováno jakýmkoli obratem, jeho povaha je interpretována pomocí jeho hodnoty. Ta vyjadřuje pravděpodobnost vzniku a závažnost následku případné nežádoucí události. Riziko je tedy funkcí parametrů pravděpodobnosti a důsledku. Lze jej vyjádřit vztahem

$$R = PxD,$$

kde R vyjadřuje riziko, P pravděpodobnost a D důsledek. [1]

Pro kombinaci rizikových faktorů lze použít termín zdroj rizika. Jsou jím podmínky, vlastnosti, události a vlivy, které mohou vést ke vzniku nebezpečné situace nebo nežádoucí události. V kauzálních řetězcích vzniká zdroj jednoho rizika jako následek rizika jiného. Každý odhalený zdroj rizika by měl proto být v následujícím kroku analyzován jako následek i jako příčina. [4]

Dalším důležitým pojmem, který bude v práci využíván, je nežádoucí událost. Tou je událost, která je časově a prostorově ohraničená, částečně nebo zcela neovládaná a má nebo za určitých okolností může mít nežádoucí následky. [4] Nežádoucími následky mohou být škody na zdraví nebo životech lidí, materiální škody, narušení průběhu procesů nebo poškození životního prostředí. Pro nežádoucí událost se také používá termín nehoda.

Vše, co má pro podnik určitou hodnotu, lze označit termínem aktivum. Jeho hodnota je závislá na objektivní ceně nebo subjektivním ocenění důležitosti. Působením hrozby může být hodnota zmenšena. [19]

1.2 Management rizik

Výraz management rizik označuje postupy omezování rizikovosti. Jeho cílem je analyzovat současná i budoucí rizika a vhodnými opatřeními snižovat pravděpodobnost a závažnost jejich možných nežádoucích následků. [4] Většina rizik má komplexní charakter. Týkají se různých oblastí společnosti nebo podniku a důsledky většinou dopadají na více oblastí současně. Přínosy managementu rizik se tak týkají všech segmentů organizace. Se snižováním rizik se zlepšují pracovní podmínky, narůstá produktivita práce a konkurenceschopnost podniku. [4]

Cílem managementu rizik je vyhýbat se chybám a nežádoucím situacím. Pokud je ovšem podnik schopen sebereflexe, sběr a vyhodnocení dat o bezpečnosti mohou být přínosem. Aby se staly zdrojem poznání je, třeba si chyby uvědomit, rozebrat, zhodnotit a vzít si z nich ponaučení [4].

Systém řízení bezpečnosti (SMS) je systematický přístup k řízení bezpečnosti, včetně potřebných organizačních struktur, odpovědnosti, a postupů. [9] Cílem systému řízení bezpečnosti je poskytnutí postupu pro kontrolu rizika při provozní činnosti, čímž je minimalizován dopad na majetkové, finanční, environmentální, lidské a společenské ztráty. Bezpečnost systému je zajišťována organizovaným přístupem k identifikaci nebezpečí a řízením rizik.

Pro oblast letectví se mnoho let věnovala pozornost osvědčeným postupům. Účastníci systému bezpečnosti analyzují procesy a systému kvůli identifikaci kritických míst, které je třeba řešit z důvodu prevence nehody. [9]

V České republice je rizikový management řízen normou ISO 31000. [8] Smyslem normy je vybízet k plnění určitých požadavků a povinností. Stanovuje zásady, podle kterých organizace stanovuje své cíle a plány v oblasti kvality a které pomocí nastavených procesů realizuje, zabývá se principy řízení dokumentace, lidských zdrojů, komunikace, měřením výkonností procesů, interními audity apod. [8] Od září 2018 bude tato norma zahrnuta do ISO 9001:2015, která od stejného data nahradí stávající normu 9001:2008 pro systém managementu kvality. Tato rozsáhlá aktualizace klade větší důraz na rizikový management a procesní přístup, je obecnější a snáze aplikovatelná. [17]

1.3 Metody analýzy rizik

Riziko většinou neexistuje izolovaně, ale jedná se o kombinace rizik, které mohou svými dopady představovat hrozbu pro daný subjekt. Vzhledem k množství rizik je třeba určit priority z pohledu dopadu a pravděpodobnosti jejich výskytu a zaměřit se na klíčové hrozby. [19] Obecný postup analýzy rizik obsahuje několik základní kroků, které jsou společné pro většinu metod.

Prvním krokem je stanovení hranice analýzy. Hranice analýzy rizik je pomyslná čára, která odděluje aktiva, která budou v rámci analýzy řešena od ostatních aktiv. [19] Při stanovení hranice se vychází ze záměrů hodnotitelů. Aktiva, ze kterých je proces složen a která jsou relevantní ze zájmu řešení, leží uvnitř hranic analýzy. Následně jsou identifikována tím, že je proveden jejich soupis a popsáno jejich umístění.

Posuzování hodnoty aktiva je založeno na velikosti škody způsobené zničením nebo ztrátou aktiva. [19] Při stanovení hodnoty se vychází z nákladových charakteristik, jako např. pořizovací cena, a výnosové charakteristiky, např. zisky z aktiva. Do hodnoty se promítá také závislost subjektu na existenci aktiva, správném fungování a škodám při omezení funkčnosti. Při velkém množství aktiv je vhodné je seskupovat do skupin podobných vlastností. Skupina pak dále vystupuje jako jedno aktivum. Protiopatření navržená jako nápravná opatření pak musí být aplikována na celou skupinu aktiv. [19]

V následující etapě se identifikují hrozby ohrožující aktiva. Možnosti identifikace jsou velmi různé. Lze vycházet ze seznamu hrozeb sestavených podle literatury, vlastních zkušeností, dříve provedených analýz apod. Identifikované hrozby jsou ohodnoceny pravděpodobností, se kterou mohou nastat, a závažnost jejich dopadu.

1.3.1 Kvantitativní hodnocení

Kvantitativní metody jsou založeny na matematických výpočtech. Pro jejich realizaci je zapotřebí velkého objemu dat. V úvodu kapitoly jsme zmínili vzorec pro vyjádření rizika pomocí pravděpodobnosti a důsledku.

$$R = PxD,$$

kde R vyjadřuje riziko, P pravděpodobnost a D důsledek. Tyto metody slouží k vyčíslení nákladů dopadu rizika na podnik nebo projekt. Díky jejich matematické formulaci jsou univerzálně aplikovatelné.

Problémem kvalitativních hodnocení je, že prakticky nikdy nejsou k dispozici dostatečně platná a spolehlivá data, která mají být do výpočtu dosazena. Pravděpodobnost konkrétní události lze jen výjimečně přesně odhadnout. O spuštění poruchových jevů rozhoduje těžko předvídatelná souhra faktorů a podmínek. Na lidské chování působí mnoho fyzických, sociálních a environmentálních faktorů, které nemohou být objektivně kvantifikovány. Vyhodnocení důsledků naráží na problém, jak vyčíslit vzniklé škody. Stanovit potenciální škody pro události, které ještě nenastaly, nelze u mnoha uvažovaných událostí. [4]

Lze tedy konstatovat, že jakékoli pravděpodobnostní odhady jsou pouze orientační a nelze je při hodnocení rizik považovat za rozhodující ukazatel.

1.3.2. Kvalitativní hodnocení

Kvalitativní analýzy také pracují s popisem závažnosti dopadu a pravděpodobnosti, že událost nastane, jsou ale založeny na kvalifikovaném odhadu. Rizika se srovnávají podle určených kritérií. Mohou se porovnávat postupně jeden s druhým postupem každý s každým nebo jim mohou být přiřazovány číselné hodnoty vyjadřující závažnost.

Hodnocení se provádí např. kategorizací do skupin podle závažnosti dopadu a pravděpodobnosti výskytu. Pravděpodobnost a důsledek jsou klasifikovány do několika kategorií. Příkladem může být tabulka 1. a 2.

Tabulka 1: Kategorie pravděpodobnosti a dopadu [4]

Pravděpodobnost	Dopad
Nízká	Nízký
Střední	Střední
Vysoká	Vysoký

Tabulka 2: Kategorizace rizika [4]

		Dopad		
		Vysoký	Střední	Nízký
Pravděpodobnost	Vysoká	A	B	C
	Střední	B	B	C
	Nízká	C	C	D

Rozměry matice závisí na potřebách hodnotitelů a hodnocené oblasti. Znázorněná matice má edukativní význam, v letectví je běžně používanou formou matice o velikosti 5 krát 5.

Kvalitativní metody jsou obvykle jednodušší a rychlejší, ale více subjektivní. [19] Význam kvalitativního hodnocení je především v tom, že poskytuje podklady pro programy prevence.

Metod pro hodnocení rizik je velké množství. Pro účely konkrétního podniku lze postupy upravovat, slučovat a kombinovat, čímž lze docílit vytvoření ideálního postupu přímo pro konkrétní potřeby.

2. Vybrané metody hodnocení rizik

V následující části budou představeny konkrétní metody hodnocení rizik, které by mohly být vhodné pro hodnocení rizik v leteckých údržbových společnostech. Každá z těchto metod byla pro své určité vlastnosti považována za potenciálně vhodný nástroj a dříve než budou pomocí těchto metod hodnocena konkrétní rizika, bude popsána jejich struktura rozborem jednotlivých etap a také pomocí vývojových diagramů.

2.1 IPR metod

Metoda IPR se zaměřuje především na manažerské procesy a faktory, kterými jsou vytvářeny předpoklady pro úspěšné provádění všech realizačních procesů a pro plnění podnikových cílů. Zabývá se ale také i rizikovým potenciálem provozních procesů a konkrétními podmínkami pro provádění činnosti lidmi na jejich pracovišti. Účelem metody je poskytnout návod a podklady pro odhalení potenciálních rizik. [4]

Postup metody je rozdělen do osmi etap:

- Vstupní identifikace problémů
- Konkretizace cílů, určení typu analýzy, oblastí, kritérií
- Určení postupů a metod, formulace projektu, výběr hodnotitelů
- Identifikace procesů a faktorů, jejich hodnocení a klasifikace rizikovosti
- Diagnóza, identifikace příčin
- Program prevence rizik, cíle, projekty
- Implementace opatření
- Kontrola a hodnocení

Úkolem první etapy je získat orientaci v procesech a shromáždit co nejvíce informací o řešeném riziku. Konkrétní náplň a průběh šetření závisí na velikosti organizace, struktuře, charakteru provozu atd. Nejdůležitějším zdrojem jsou vědomosti řídicích a provozních pracovníků, dále pak podnikové předpisy, organizační struktury, dokumenty managementu kvality apod. Výstupem šetření je výčet oblastí, procesů a kritických míst, u nichž by měla být provedena analýza rizik. [4]

Během druhé etapy probíhá určení pořadí, v jakém budou jednotlivé řídicí a procesní oblasti hodnoceny. Stanoví se kritéria, podle kterých bude hodnocení probíhat, a zvolí se typ analýzy. Součástí této fáze jsou diskusní setkání odpovědných manažerů s pracovníky na hodnocených stanovištích, která pomohou upřesnit cíle a priority analýzy.

V následujícím kroku dochází k výběru metody, která bude použita pro analýzu rizik, jmenování hodnotitelů a sestavení projektového týmu. Volba technik a hodnotitelů závisí na tom, jak komplexní má analýzy být. Čím větší a složitější je posuzovaná organizace, tím rostou nároky na personální a metodickou přípravu. [4]

K vlastnímu hodnocení rizikovosti dochází ve čtvrté etapě nazvané Identifikace procesů a faktorů, jejich hodnocení a klasifikace rizikovosti. Systematicky se hodnotí všechny typy procesů – hlavní, řídicí, zdrojové, podpůrné, kontrolní, změnové, externí. Klasifikace rizikovosti se provádí pomocí škál potenciální a aktuální rizikovosti. Výstupem jsou tabulky uspořádané podle závažnosti. Podle potřeby se do příslušných kolonek zapisují poznámky a komentáře. [4]

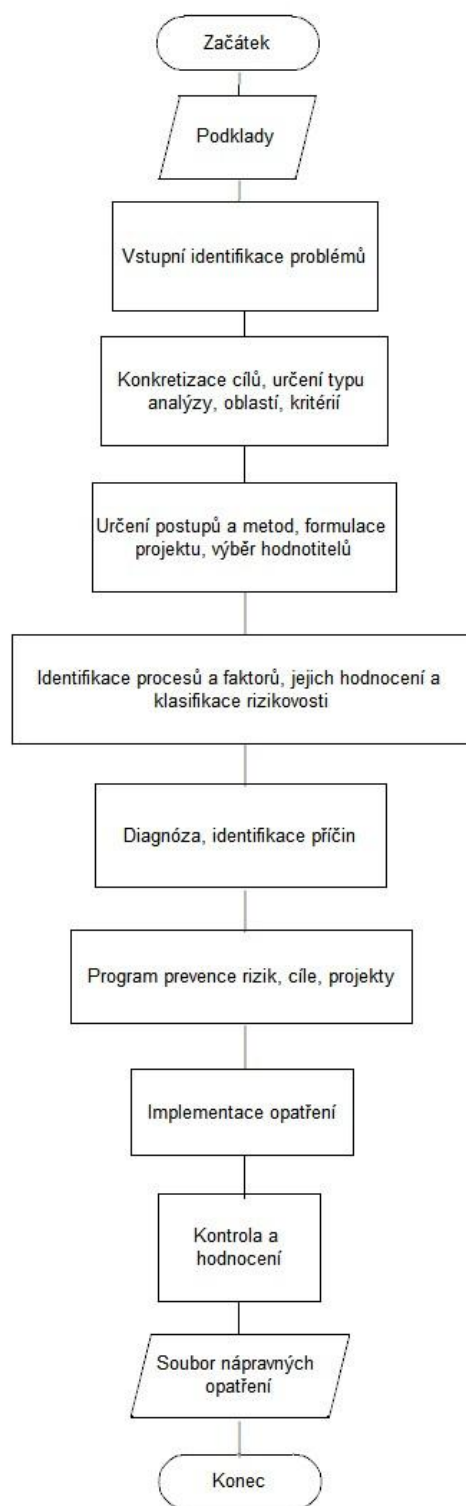
Pátou fází je Diagnóza a identifikace příčin. Identifikace příčin probíhá z velké části současně s hodnocením rizikovosti. V této části dochází k identifikaci a přesné formulaci zdrojů, které vznik rizik způsobují. Využívá se podrobných soupisů subfaktorů, které jsou uvedeny v kontrolním seznamu u každé hodnocené položky třetího řádu. Dále se hodnotí jejich vzájemná souvislost. Pro kritická místa je užitečné popsat řetězce procesních vstupů a výstupů a najít kauzální vazby. [4]

Na základě znalosti příčin a zdrojů rizik je možné rozhodnout o potřebě změn. V šesté etapě se navrhuje uskutečnitelná opatření k odstranění nebo omezení negativního vlivu zjištěných rizikových procesů a faktorů. Návrh opatření vychází ze zásady, že při snižování rizikového potenciálu lze největšího efektu dosáhnout snížením faktorů s nejvyšší hladinou rizikovosti. Předmětem zájmu jsou však především taková potenciální rizika, jejichž eliminace je technicky proveditelná a ekonomicky reálná. [4] Je tedy potřeba stanovit také podmínky a požadavky pro jejich realizaci.

Implementace opatření je etapou realizační. Podle stanovených plánů jsou prováděny potřebné změny. Může se jednat o úpravu původních procesů, zavedení nových postupů, optimalizaci pracovních podmínek, motivační systém apod. U každého kroku realizace je potřeba brát zřetel na ostatní související procesy a na možný vznik nových rizik. Úspěch realizace preventivních opatření je závislý na podpoře jak ze strany vrcholového managementu, tak všech zaměstnanců. [4]

Průběh implementace je nutné monitorovat. Vypozorovaná data se shromáždí a zdokumentují. Kromě dopadu na procesy a zaměstnance, kterých se změny týkají přímo, je nutné monitorovat vedlejší dopady provedených opatření.

Jednotlivé etapy metody jsou zobrazeny na obrázku 1.



Obrázek 1: Schéma metody IPR [4]

2.1.1. Kontrolní seznam

Kontrolní seznam, již zmíněný v postupu metody, je základem metody IPR. Jedná se o tabulky procesů a faktorů, se kterými se pracuje během identifikace a analýze rizik. Seznam poskytuje osnovu, která urychluje aplikaci metody a zároveň zvyšuje pravděpodobnost, že žádný potenciální problém nezůstane opomenut. Časová úspora a komplexní pohled jsou hlavní přínosy kontrolních seznamů. [4]

Struktura kontrolního seznamu je uspořádána hierarchicky ve třech úrovních. První úroveň tvoří segmenty. Obsahují celkem 15 segmentů ve dvou kategoriích. Kategorie A zahrnuje obecnou strukturu procesů a faktorů podnikového managementu. Kategorie B zahrnuje strukturu procesů a faktorů řízení lidských zdrojů. [4] Následující tabulka zobrazuje rozdělení jednotlivých segmentů, tedy třídění první úrovně.

Tabulka 3: První úroveň kontrolního seznamu [4]

A	1	Organizační a procesní management
	2	Strategický management, plánování
	3	Management rizik
	4	Management lidských zdrojů
	5	Management kvality
	6	Controlling
	7	Informační a znalostní management
	8	Bezpečnostní management
	9	Změnový a projektový management
	10	Ostatní složky managementu
B	11	Vedení lidí
	12	Rozvoj lidských zdrojů
	13	Pracovní podmínky
	14	Motivační systém
	15	Podniková kultura

Druhou úroveň kontrolního seznamu tvoří sekce. Každý z 15 segmentů je rozčleněn do 15 sekcí druhé úrovně. Každá sekce představuje určité téma a je tvořena společně souvisejícími procesy a faktory. Souhrn sekcí druhého řádu je kompletním popisem problematiky daného segmentu.

Třetí úrovní jsou procesy a faktory. Každá ze sekcí druhé úrovně je rozdělena do 15 řádek. Tyto položky jsou procesy a faktory, které pokrývají celý obsah dané kategorie. Na této úrovni se provádí vlastní klasifikace závažnosti rizik.

2.1.2 Klasifikace rizik

Každý proces má jinou relativní závažnost. Nedostatky u některých procesů mají pouze malý vliv na rizikovost, i jiných i malé nedostatky mohou mít závažné dopady. V prvním kroku klasifikace se proto stanoví obecná závažnost procesu. Ukazatelem této závažnosti je potenciální rizikovost. Určuje se podle toho, jaká selhání systému nebo dílčích procesů by daný proces nebo faktor mohl zapříčinit, jak vážné následky by mohly mít jeho případné nedostatky, poruchy, nežádoucí by-produkty apod. [4]

Následuje hodnocení aktuální rizikovosti. Tato veličina hodnotí konkrétní aktuální stav procesu v dané organizaci, provozu či na daném pracovišti a podmínek pro jeho efektivní, spolehlivou a bezpečnou funkci - jak je navržen, implementován, monitorován, kontrolován, hodnocen, preventivně zabezpečen, optimalizován atd. [4]

Konečným hodnocením je závažnost rizika (ZR). Tento index vyjadřuje potenciál, že daný proces způsobí selhání určité závažnosti.

Ukazatel ZR se vypočítává jako geometrický průměr hodnot PR a AR:

$$ZR = \sqrt{PR \times AR},$$

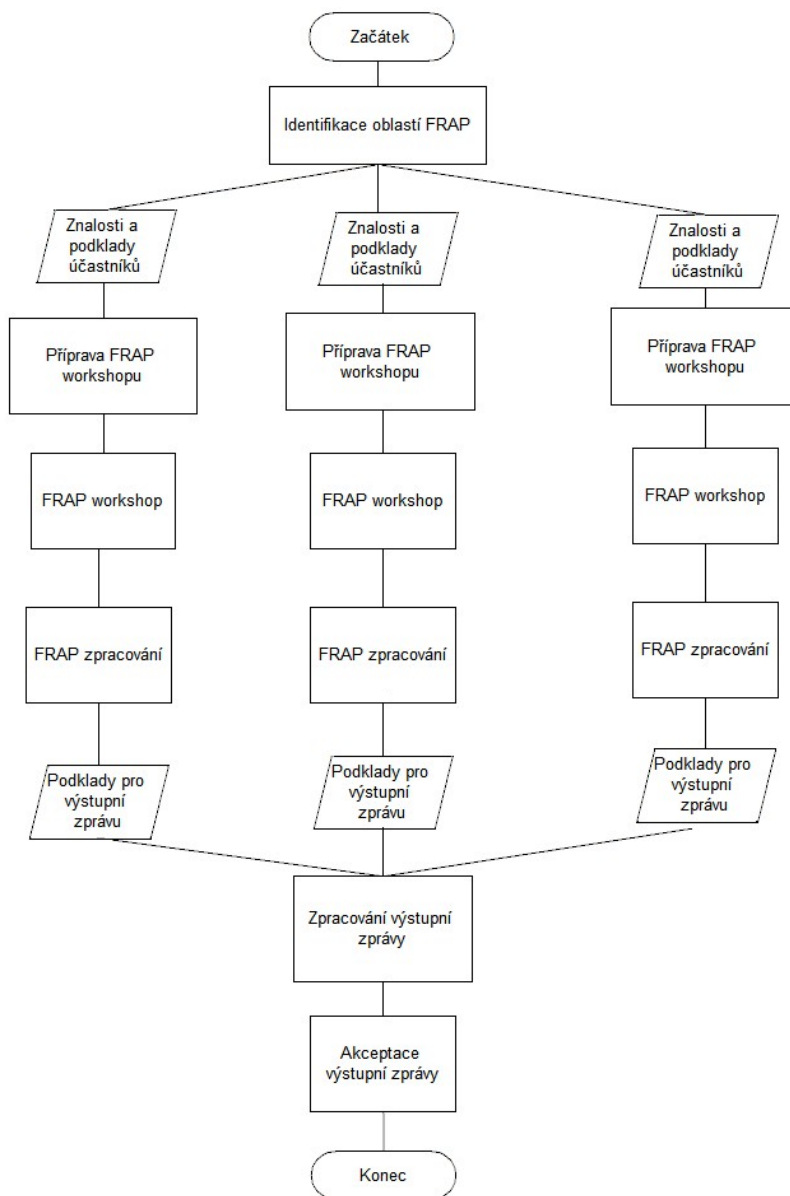
kde PR je potenciální rizikovost

AR je aktuální rizikovost.

Obě proměnné nabývají hodnot ze škály 0 až 10. Hodnotu 0 získávají procesy a faktory se zanedbatelnou rizikovostí nebo u nichž selhání s negativními důsledky nepřipadá v úvahu. Hodnotou 10 jsou ohodnoceny procesy a faktory s kritickou rizikovostí, které trvale ohrožují výkonnost, spolehlivost, efektivitu, produktivitu, kvalitu nebo bezpečnost procesů a jejich výstupů. Mohou být příčinou selhání až funkční degradace i hlavních procesů a systémů spojených se závažnými bezpečnostními, ekonomickými, případně personálními škodami. [4]

2.1. FRAP - Facilitated Risk Analysis Process

Metodu FRAP je možné aplikovat na systém, aplikaci nebo proces. Je založena na řízených workshopech, z nichž je každý zaměřen na konkrétní oblast. Workshopu se účastní zástupci managementu a výkonných složek, které mají ke zkoumané oblasti vztah. Je nutné mít na paměti, že výsledky metody závisí na přístupu zúčastněných subjektů. K výhodám patří úspora času, nákladů a srozumitelnost a rychlá aplikovatelnost výsledků, protože ty vzejdou z interních zdrojů. [5] Schéma na obrázku 2 zachycuje průběh analýzy pro 3 zkoumané objekty (systémy, aplikace nebo procesy).



Obrázek 2: Schéma metody FRAP [5]

Etapy metody FRAP jsou následující:

- Identifikace oblastí FRAP
- Příprava FRAP workshopu
- FRAP workshop
- FRAP zpracování
- Zpracování výstupní zprávy
- Akceptace výstupní zprávy

První etapou je Identifikace oblastí FRAP. Jejím cílem je vymezit přesný rozsah analýzy a provést rozdělení celkového rozsahu na menší, metodou FRAP samostatně analyzované oblasti. Oblasti musí zcela pokrývat původně vytyčenou oblast, která má být analyzována, a uvnitř hranic každé oblasti se musí nacházet všechny objekty, které jsou z hlediska posouzení rizik oblasti důležité. [5]

Pro každou definovanou oblast je potřeba připravit relevantní podklady. Tím se zabývá druhá etapa, Příprava FRAP workshopu. Výstupem jsou popis dané oblasti, klíčových pojmů, seznam účastníků workshopu, technické a organizační náležitosti workshopu. [5] Účastníci workshopu musí popisu oblasti rozumět. Je proto žádoucí vytvořit takové schéma či diagram řešené oblasti, aby se s ním v průběhu analýzy dobře pracovalo. Klíčovým faktorem je také vhodný výběr účastníků workshopu.

Během vlastního FRAP workshopu se v každé z definovaných oblastí identifikují rizika, provede se jejich prioritizace a navrhnou se možná opatření. Struktura průběhu workshopu se člení na čtyři části: úvod, identifikace rizik, prioritizace rizik, návrh opatření. Identifikace rizik probíhá metodou brainstormingu. Po identifikaci veškerých rizik se vyškrtnou opakující se rizika a přiřazují se priority. Priorita rizika se udává ve škále A až D, viz Tabulka č. 3.

Tabulka č. 4: Škála rizika A-D [5]

Riziko	Popis
A	Nápravné opatření <i>musí</i> být implementováno.
B	Nápravné opatření <i>by mělo</i> být implementováno.
C	Vyžaduje monitorování.
D	Žádná akce není potřeba.

Následuje hodnocení pravděpodobnosti a dopadu rizika. Oba údaje mohou nabývat tří hodnot.

Tabulka 5: Kategorizace pravděpodobnosti [5]

Pravděpodobnost	Popis
Nízká	Systém/aplikace/proces je dobře navržen(a), implementován(a) a provozován(a).
Střední	Existují určité slabiny.
Vysoká	Existují významné slabiny.

Tabulka 6: Kategorizace dopadu [5]

Dopad	Popis
Nízký	Malý dopad operativního charakteru, který může být zvládnut v rámci plnění běžných pracovních úkolů/povinností.
Střední	Významný dopad, který způsobí významné poškození aktiva nebo významné nepředpokládané výdaje.
Vysoký	Vážný dopad, který závažným způsobem ohrožuje aktivum (tedy ve svém důsledku existenci, dobré jméno nebo fungování organizace).

Vzájemný vztah pravděpodobnosti a dopadu vyjadřuje Tabulka 7.

Tabulka 7: Kategorizace rizik [5]

		Dopad		
		Vysoký	Střední	Nízký
Pravděpodobnost	Vysoká	A	B	C
	Střední	B	B	C
	Nízká	C	C	D

Následuje návrh nápravných opatření pro rizika zařazená do kategorie A a B. Opatření jsou opět vytvářena metodou brainstormingu.

Po workshopu následuje etapa FRAP zpracování. Během této fáze dojde ke zpracování vstupních informací a zpracování podkladů pro výstupní zprávu. Jedná se zejména o tabulku křížových referencí, která zobrazuje vazbu riziko – seznam navržených opatření. Některá navržená nápravná

opatření mohou být již realizována. V tomto případě se zjišťuje dosavadní postup a fáze, ve které se opatření nachází. Současně se k navrhovaným opatřením připojují odhady nákladů pro jejich realizaci. [5]

Posledními fázemi jsou Zpracování výstupní zprávy a Akceptace výstupní zprávy, kdy je zpracován a schválen akční plán řešení. [5] Výstupní zpráva obsahuje veškeré informace a postupy formulované během analýzy.

2.2. TOR – Technic of Operation

Metoda TOR je poměrně jednoduchý nástroj pro vyšetřování příčin nežádoucích následků bez větších požadavků na přípravu. Zaměřuje pozornost na systémová selhání, tedy skutečné příčiny konkrétních selhání. Jedná se zejména o provozní a organizační nedostatky a selhání managementu. Metoda poskytuje návod pro vyšetřování nehod v podnicích, kde nemají odborně školené pracovníky pro provádění kauzálních analýz. [4]

Všechny etapy TOR metody je doporučeno provádět v týmu pracovníků zastupujících průřez veškerých funkcí v organizaci. Jednotlivé etapy TOR jsou:

- Shromažďování informací
- Seznam faktorů
- Rozbor
- Eliminace
- Souhlas o závěrech
- Formulace nápravných opatření

První etapa zahrnuje shromáždění všech dostupných informací o vyšetřované nehodě nebo probírané situaci. Všichni pracovníci mající relevantní informace je poskytnou k šetření. [4] Cílem je sjednocení informovanosti účastníků šetření.

V rámci druhé etapy se sestaví seznam možných provozních chyb, které jsou rozčleněny do osmi skupin.

Tabulka 8: Skupiny provozních chyb pro metodu TOR [4]

Odborná příprava
Přidělené odpovědnosti
Přidělování a využívání pravomocí
Dohled a komunikace
Vedení pracovních týmů a zajišťování pracovních podmínek
Řízení a kontrola
Osobní pracovní předpoklady
Management

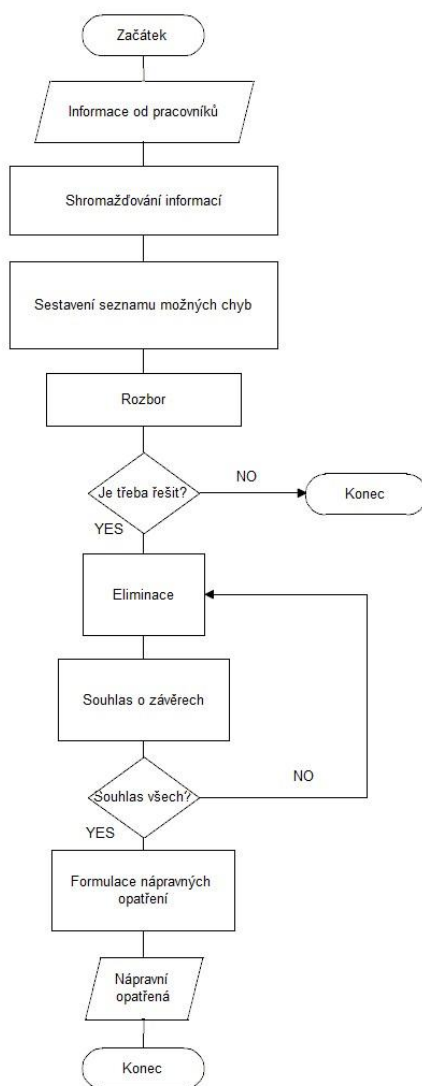
Následuje rozhodování, zda by faktory mohly či nemohly tuto situaci vyvolat. Faktory jsou definovány formou výroků popisujících nedostatky, selhání a procesní chyby. U každého výroku jsou uvedeny odkazy na příčiny, které s daným faktorem souvisí. Seznam faktorů nelze považovat za kompletní. Jedná se o soubor příkladů, které se na základě zkušeností ukázaly být nejčastějšími příčinami mimořádných událostí. [4]

Vyšetřovatelé ze seznamu vyberou položku, která se pro vznik nehody jeví jako primární. Poté jsou posuzovány faktory, které jsou v seznamu vyznačeny jako související.[4] Ve skupině se diskutuje o významu jednotlivých faktorů, zda přispěly nebo nepřispěly ke vzniku nehody. Po prošetření primární položky se pokračuje stejně s následujícími položkami.

Ve třetí části se podrobně přezkoumají vybrané faktory. Jedná se především o faktory komplikované a těžko zjistitelné nebo faktory sporné.

V etapě Eliminace skupina probírá významnost faktorů z hlediska jejich rizikovosti a realizovatelnosti preventivních opatření. Počet rizik se zredukuje o ty, které není třeba dále řešit, ať už z důvodu nízké rizikovosti nebo kvůli komplikovanému či nákladnému zavádění bariér. Po rozhodnutí o eliminaci je potřeba souhlasu všech účastníků šetření. Pokud nedojde k odsouhlasení, je potřeba se vrátit k předchozímu kroku.

V závěrečné fázi analýzy se pro určené a odsouhlasené příčiny vytvoří konkrétní postupy nápravných opatření. [4]



Obrázek 3: Schéma metody TOR [4]

2.4 PHEA – Predictive Human Error Analysis

Metoda PHEA slouží k predikci a prevenci chyb lidského činitele. Je součástí komplexní metody SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach), ale může být použita také samostatně nebo v kombinaci s metodou HTA (Hierarchical Task Analysis). Metoda je založena na tom, že k jakémukoli úkolu jsou přiřazeny chyby lidského činitele s využitím taxonometrického seznamu. V rámci tohoto procesu je zvažováno, jak mohou být tyto odhadnuté chyby eliminovány ještě před tím, než se projeví jejich negativní následky. Vstupem pro tuto metodu jsou informace o struktuře úkolů a vlivu faktorů ovlivňující výkon člověka. [6]

Etapy analýzy PHEA jsou následující:

- Definování problému
- Analýzy úkolů
- Analýzy chyb
- Analýzy následků
- Návrh nápravných opatření

V první etapě analýzy dochází k identifikaci činností, u kterých by selhání člověka při manipulaci se strojem nebo výkonu činnosti mohlo vést k nežádoucí situaci. Definují se chyby, které mohou při této interakci nastat. [6]

Následuje analýza úkolů, ke které se využívá metoda HTA. Představuje systematickou metodu, kterou identifikujeme cíle, kterých chceme plněním úkolu dosáhnout. Skládá se ze čtyř kroků.

- Seznam úkolů
- Pracovní postupy
- Pozorování analytikem
- Rozhovory s pracovníky

Výstupem je úkolový diagram a tabulka obsahující náplň práce dané činnosti. Jsou tak identifikovány cíle, které musí být dosaženy, aby se dalo úkol považovat za splněný. Tabulka obsahuje také nedostatky a doporučení. [6]

Chyby jsou klasifikovány do 6 chybových módů. Jedná se o chyby činnosti, kontroly, získávání informací, přesunu informací, výběru a plánování. Chyby, které vznikají při plnění úkolů, se ve třetí etapě rozdělí do těchto šesti módů. Identifikaci konkrétních chyb LČ je nutné provést pro každý subúkol, který se v hierarchii vyjádřeném v úkolovém diagramu nalézá na nejnižší pozici a dále se již nevětví do dalších subúkolů. [6] Následující tabulka ukazuje podrobnější členění módů chyb.

Tabulka 9: Taxonomie metody PHEA [6]

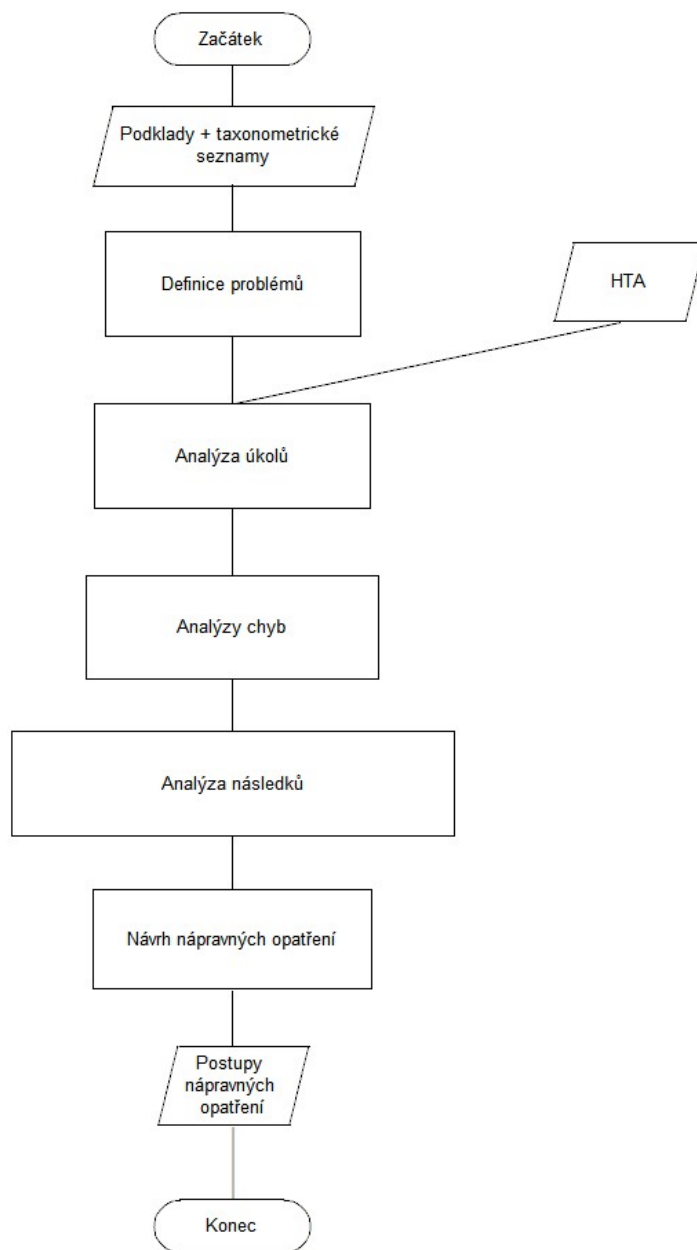
	Chyby činností
A1	Příliš krátká/dlouhá akce
A2	Špatně načasovaná akce
A3	Akce v opačném směru
A4	Příliš málo/mnoho akce
A5	Špatně uspořádaná akce (ve smyslu prostorového uspořádání)
A6	Správná akce na špatném objektu
A7	Špatná akce na správném objektu
A8	Akce opomenuta
A9	Akce nedokončena
A10	Špatná akce na špatném objektu
	Chyby kontroly
C1	Kontrola opomenuta
C2	Nekompletní kontrola
C3	Správná kontrola na špatném objektu
C4	Špatná kontrola na správném objektu
C5	Kontrola špatně načasována
C6	Špatná kontrola na špatném objektu
	Chyby získávání informací
R1	Informace není obdržena
R2	Je získána špatná informace
R3	Nekompletní přenos informace
	Chyby sdělování/přenosu informací
T1	Informace není předána dále
T2	Je předána špatná informace
T3	Nekompletní přenos informace
	Chyby výběru
S1	Opomenutí výběru
S2	Provedení špatného výběru
	Chyby plánování
P1	Vykonán špatný plán v důsledku špatné diagnózy
P2	Diagnóza je správná, zvolen špatný postup k vykonání plánu

Po rozřazení jednotlivých chyb do chybových módů následuje ohodnocení pravděpodobnosti výskytu těchto chyb tzv hodnotou HEP. Ačkoli tato fáze vede k získání konkrétních numerických hodnot pravděpodobnosti, že danou chybu pracovník udělá, je tato hodnota zatížena velkou nejistotou. Databáze HEP uvádí pro každou činnost tři hodnoty pravděpodobnosti v závislosti na kategoriích závažnosti:

- nízká (low – L) – vznik dané chyby se při současné úrovni zabezpečení téměř nepředpokládá;
- střední (medium – M) – daná chyba byla již v minulosti zaznamenána, ale současná úroveň zabezpečení dosti limituje její opakování;
- vysoká (high – H) – daná chyba se již vyskytla několikrát (a to u různých členů pracovního kolektivu), popř. opakovaně u téhož zaměstnance, a při současné úrovni zabezpečení systému se s jejím výskytem musí počítat. [6]

Jednání člověka a tedy i jeho sklon k chybám je výrazně ovlivňováno působením vnějších faktorů. Proto je nutné do analýzy chybování lidského činitele zakomponovat i zhodnocení jejich vlivu na člověka. Vnější faktory jsou v rámci PHEA analýzy označovány jako faktory ovlivňujících výkon a spolehlivost (PIF). [6] Dalším krokem analýzy je tedy ohodnocení chyb hodnotou PIF.

V poslední etapě jsou vytvářeny postupy pro předcházení chyb nebo zmírnění dopadů. Provádí se metodou brainstormingu a výstupy mohou být ve formě změny designu systému, se kterým se pracuje, školicích postupů nebo samotných pracovních postupů. [6]



Obrázek 4: Schéma metody PHEA [6]

2.5. ARMS - Aviation Risk Management Solutions

Metodika ARMS byla primárně vytvořena pro potřeby leteckých dopravců, ale dá se použít také pro ostatní letecké organizace. Kromě poskytování kvalitního nástroje pro identifikaci rizik si metodika klade za cíl také sjednocení postupů veškerých organizací, které ji používají, a tím i definování celkových rizik, kterými jsou letadla během provozu ohrožena. [13]

Etapy analýzy jsou:

- Shromáždění dat
- Klasifikace rizik událostí
- Vyšetřování
- Nápravná opatření
- Bezpečnostní databáze
- Analýzy dat
- Monitorování bezpečnosti
- Analýza rizik
- SIRA
- Nápravná opatření
- Registr rizik

Cílem první etapy je shromáždění relevantních dat. Zdroji dat mohou být safety reporty, záznamy z letu, dotazníky, pozorování, poznatky zaměstnanců apod. Pro každý typ letecké organizace se vstupní data liší.

Při shromažďování dat je potřeba rozeznávat události (events) a rizika (issues), které zahrnují nebezpečí a skryté podmínky. [13] Události budou metodou posuzovány pomocí nástroje ERC a rizika pomocí nástroje SIRA. Oba nástroje budou představeny níže.

Během klasifikace rizik události dochází k analýze vstupních informací a určují se události, na které je třeba reagovat. Jedná se tak o první zkoumání události z hlediska naléhavosti a potřeby dalšího šetření. Tento krok také připisuje každé události hodnotu rizika, což je nezbytné pro vytváření bezpečnostních statistik. Obvykle by klasifikace měla proběhnout jeden nebo dva dny po události a měla by být provedena provozním pracovníkem, který je školený v oblasti odhadování rizik. [13]

Výstupem jsou doporučení, jak by se s událostí mělo nakládat, a číselný ERC index. Tento index poskytuje kvantitativní relativní hodnotu rizika a je využíván k sestavování statistik. Jeho cílem je redukovat míru subjektivního hodnocení.

ERC se vyhodnocuje na základě dvou parametrů. Prvním je nejpravděpodobnější závažnost následku, pokud by událost vyústila v nehodu, druhým je účinnost ochranných opatření zabraňující nejpravděpodobnějšímu následku. Tyto parametry lze rozčlenit do několika kategorií. Zařazením události do kategorie je přiřazena hodnota ERC. ERC matice je zobrazena v tabulce 10.

Tabulka 10: ERC matice [13]

	Effective	Limited	Minimal	Not effective
Catastrophic Accident	50	102	502	2500
Major Accident	10	21	101	500
Minor Injuries or Damage	2	4	20	100
No Accident Outcome	1			

Po vyhodnocení ERC matice a přidělení hodnot jsou výsledky tříděny do tří kategorií dle tabulky 11. Výsledné hodnocení určuje způsob, jak se dále bude s rizikem nakládat.

Tabulka 11: Kategorizace ERC matice [13]

A	1-10	Je potřeba okamžitě prošetřit a provést opatření
B	11-499	Třeba prošetřit nebo provést další hodnocení rizik
C	500 a více	Je třeba zaznamenat do bezpečnostní databáze

Rizikovost lze kromě ERC matice hodnotit také metodou ERCS - European Risk Classification Scheme. Jedná se o metodu poskytující podrobnější hodnocení závažnosti dopadu a pravděpodobnosti nehody. Při vyhodnocování také klade dvě otázky. První z nich, uvažující následky, které by nejpravděpodobněji nastaly v případě nehody, se rozděluje do několika kategorií jako např. zranění osob, ztráta kontroly řízení apod. Každá kategorie je pak rozdělena na čtyři stupně podle závažnosti následku. Druhá otázka, zohledňující efektivnost bariér bránících nehodě, přiřazuje bodové ohodnocení každému provoznímu úseku poskytující určitý typ ochrany. Ze součtu hodnocení jednotlivých bariér a jejich účinnosti se získává celková hodnota vstupující do matice. Výstupem je opět kategorizace A-C, ovšem s podrobnějším rozřazením a potřebou podrobnější přípravy.

Do etapy vyšetřování pokračují události, které byly v předchozím kroku vyhodnoceny jako nutné k dalšímu šetření. Účelem je získání více informací o události a jejích příčinách. Může probíhat formou rozhovorů se zúčastněnými osobami, prošetření související dokumentace, provozních podmínek, analýza bezpečnostních databází a událostí v minulosti. Vyšetřování identifikuje příčiny,

přispívající faktory a podmínky, na základě kterých jsou formulována nápravná doporučení. Takového setření může trvat až několik měsíců. [13] Hodnocení rizika samo o sobě však riziko nesníží. SMS oddělení organizace tedy po vyšetření možných příčin rizik zformuluje nápravná opatření a zajistí jejich implementaci do provozu. [13]

Pro potřeby klasifikace rizik události je nezbytné vést bezpečnostní databázi. Tato databáze by měla být strukturovaná, přehledná a umožňovat uživateli snadný přístup k datům. Slouží jako podklad pro statistické analýzy a na jejím základě mohou být provedena určitá bezpečnostní opatření ještě předtím, než jsou formálně vytvořena nápravná opatření. Na jejím základě mohou být také zavedena opatření pro sledování bezpečnosti. [13]

Následuje etapa analýzy dat. V této etapě dochází k identifikaci bezpečnostních faktorů, které mají vliv na provozní operace. Na základě trendů získaných z dat bezpečnostní databáze se hledají příčiny a souvislosti nežádoucích událostí. Výstupem je počet konkrétních událostí, případně četnost události, která více vypovídá o procentuálním zastoupení jevu vzhledem k počtu operací. Tento číselný údaj společně s hodnotou závažnosti rizika získanou z ERC poskytuje základ pro rozhodovací proces. Výstup může být ve formě grafu, kde je znázorněno procentuální zastoupení jevu. [13]

Zajištění minimální přijatelné úrovně bezpečnosti je úkolem etapy monitorování bezpečnosti. Zdrojem dat mohou být stejné materiály jako v případě první etapy – shromažďování dat. Dalším zdrojem dat je SIRA. [13]

Fáze analýzy rizik následuje hned po shromáždění dat a je určena pro rizika, které zahrnují nebezpečí a skryté podmínky. Jakmile je přesně definována oblast zaměřená na posouzení bezpečnosti, je možné k ní přiřadit související rizika. To lze provést buď pomocí zvolené metodiky, jako je např. FMEA, nebo pomocí skupiny pracovníků sestavené pro tento účel. Seznam identifikovaných rizik sám o sobě neposkytuje potřebný materiál pro SIRA. Nebezpečí se skládají ze vzájemných kombinací a souboru provozních podmínek. Dalším krokem je tedy sestavení scénářů, kdy identifikovaná rizika vytvářejí nežádoucí provozní situace, které by mohly vést k nehodě. [13]

Rizika jsou posuzována pomocí nástroje Safety Issue Risk Assessment – SIRA. Tento nástroj pomáhá určit, zda a jaká opatření jsou potřebná k eliminaci rizika. Problémy s bezpečností mohou být pravidelně přehodnocovány, aby bylo zajištěno, že riziko bude udržováno na nebo pod přijatelnou úrovní. Je potřeba připomenout, že do SIRA vstupují jak události, které prošly analýzou dat, tak rizika zahrnující nebezpečí a skryté podmínky. [13]

Prvním krokem je správné vymezení a popis bezpečnostního problému. Popis by měl zahrnovat popis nebezpečí, možné související nehody, typ letounu, místo události, provozní podmínky během události

apod. Následuje kvalitativní posouzení rizika. SIRA posuzuje riziko pomocí vzorce, kde riziko má čtyři faktory:

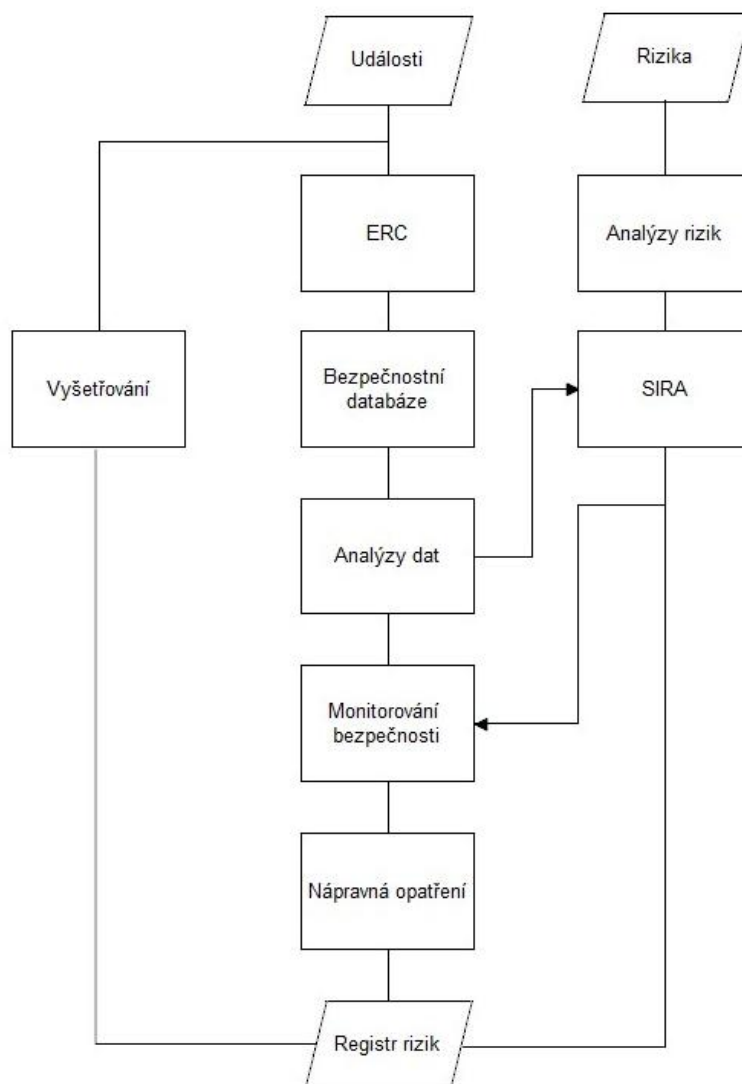
- Frekvence / pravděpodobnost tzv. spouštěcí události
- Účinnost ochranných bariér
- Účinnost nápravných bariér
- Závažnost nejpravděpodobnějšího následku

Posouzení bezpečnosti je posouzení rizik se zaměřením na určitou část úkonu. Cílem je zhodnotit, zda je operace, která prošla metodou a je pozměněna o prvky snižující riziko, dostatečně bezpečná. Ideálně by toto posouzení mělo být provedeno před zavedením změny do provozu. Důvodem pro hodnocení může být také změna provozních podmínek.

Vedle hlavního cíle hodnocení úrovně rizika operace, je obvykle žádoucí posoudit, jak organizačně obtížné a finančně nákladné by snížení rizika bylo. Tyto faktory jsou zásadní pro vedení společnosti, pokud hodnotí proveditelnost a ziskovost nové operace nebo postupu. [13]

Registr rizik obsahuje informace o rizicích, které jsou nezbytné pro jejich řízení. Typickým obsahem jsou problematické operace, jejich hodnoty rizika, schválená nápravná opatření, zodpovědní pracovníci, ochranná opatření apod. Konkrétní obsah je opět odlišný podle potřeb konkrétní společnosti.

Schéma zobrazující jednotlivé etapy metodiky je znázorněno na obrázku 5.

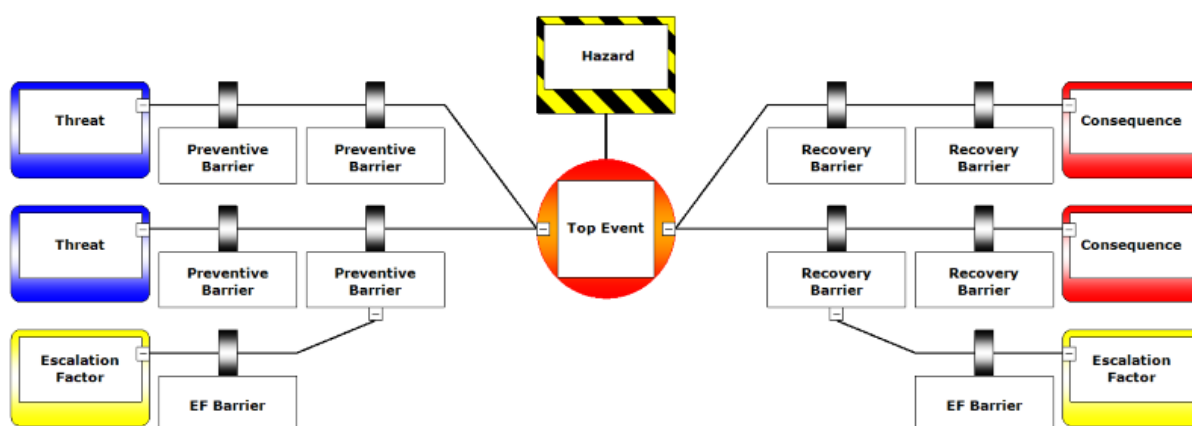


Obrázek 5: Schéma metody ARMS [13]

3. Aplikace metod na provozní rizika údržbové organizace

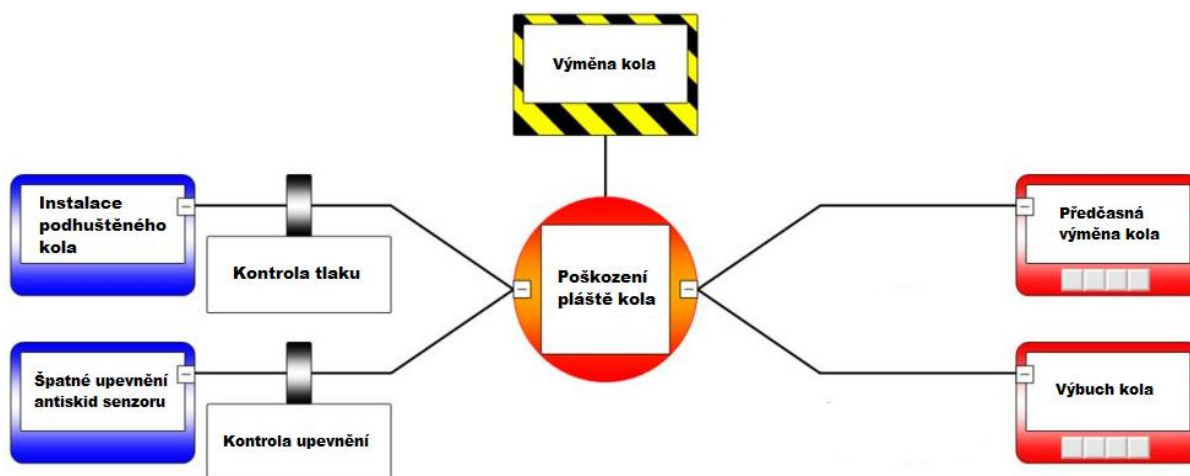
V následující části proběhne hodnocení vhodnosti metod. Pomocí jednotlivých metod bude provedeno hodnocení provozních rizik údržbové letecké společnosti a v závěru bude vyhodnoceno, která metoda je pro tento účel nejvhodnější.

Vybraná rizika byla konzultována se safety managerem letecké údržbové organizace a zaznamenána ve formě bowtie diagramů. Bowtie je metoda hodnocení rizik, která je využívána k popisu rizikových scénářů a identifikaci bezpečnostních bariér. Diagram poskytuje vizuální shrnutí všech scénářů, které mohou nastat kolem určitého nebezpečí. Zobrazuje také bariéry, které vytváří organizace jako překážku naplnění krizových scénářů. [16] Název metody je odvozen z podobnosti diagramu s motýlkem – ve středu diagramu je zobrazena vrcholová událost, k níž se zleva sbíhají příčiny a vpravo se rozvíjí následky. Typickou strukturu bowtie diagramu zobrazuje obrázek 6.



Obrázek 6: Obecný bowtie diagram [7]

Diagramy rizik poskytnutých v analýze nemohou být v práci publikovány z důvodu zachování interního know-how organizace. Pro objasnění využití bowtie diagram je uveden příklad znázorněný na obrázku 7.



Obrázek 7: Příkladové riziko [7]

Příkladovým rizikem je poškození pláště hlavního kola při dosednutí letounu na runway. Příčinami poškození při prvním letu po výměně může být instalace kola s nižším tlakem, než je doporučovaný provozní rozptyl dle AMM, nebo špatné upevnění antiskid senzoru do lože nohy hlavního podvozku. Instalaci podhuštěného kola lze zabránit kontrolou tlaku po instalaci, špatnému upevnění antiskid senzoru lze předejít kontrolou upevnění. Následkem poškození pláště může být nutnost předčasné výměny kola nebo jeho výbuch.

Bowtie diagram tak jednoduchou a názornou formou graficky zobrazuje scénáře související s vrcholovou událostí.

3.1. Instalace neschváleného dílu na motor

Prvním rizikem je instalace neschváleného dílu na motor. Neschválený díl je taková letadlová část, která není schválena orgány civilního letectví pro instalaci na typově ověřených letadlech, tzn. která není v souladu s konkrétním souborem kritérií a specifikací.

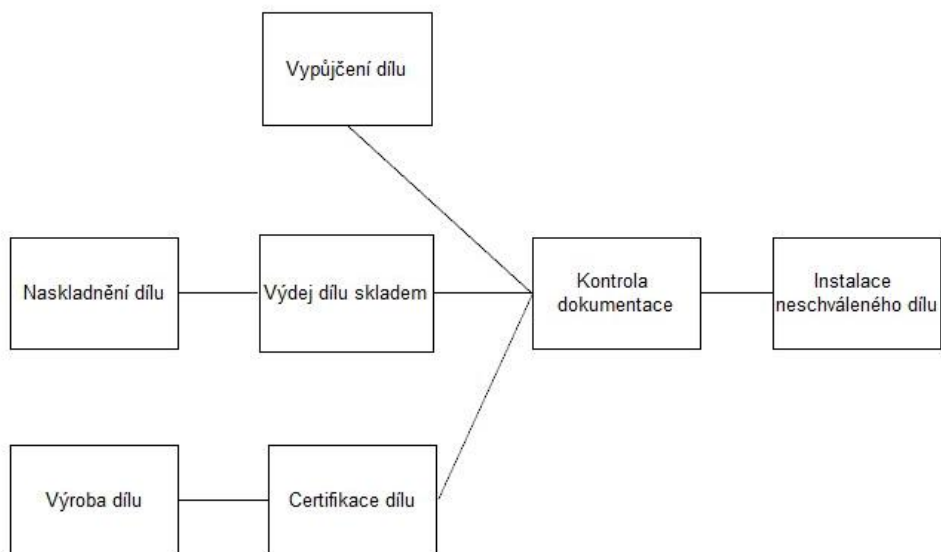


Obrázek 8: Práce na motoru [foto autor]

3.1.1 IPR metoda- riziko instalace neschváleného dílu na motor

V úvodu IPR metody je potřeba získat orientaci v procesech a shromáždit co nejvíce informací. Nejdůležitějším zdrojem jsou vědomosti řídicích a provozních pracovníků, dále pak podnikové předpisy, organizační struktury, dokumenty managementu kvality apod. Pro případ šetření instalace neschváleného dílu na motor je nutná přítomnost zástupce skladu, oddělení logistiky, techniků, výrobního oddělení a oddělení technické dokumentace. Z dokumentů podléhají šetření jde o podnikové předpisy, manuály a technická dokumentace vypsána při instalaci dílu.

V rámci první etapy je také třeba definovat pracovní úkoly související s instalací dílu. Úkoly jsou zobrazeny na obrázku 8:



Obrázek 8: Popis činností při instalaci neschváleného dílu

Riziko bylo podle postupu metody zařazeno do prvního segmentu, první sekce a dvanáctého procesu. Byla vyplněna karta rizika, která je zobrazena na obrázku. 9. Potenciální rizikovost byla ohodnocena na 5,4, aktuální na 3,8 a závažnost rizika byla vypočtena jako 4,5.

IPR		DRŽITEL LICENCE:	Studijní účely			
KARTA RIZIKA		NÁZEV KARTY:	Instalace neschváleného dílu na motor			
PODNIK:		ČSAT				
PROVOZ - úsek, divize:						
UTVAR, pracoviště:		Hangár F				
Vlastník(cí) rizika:						
1.ŘÁD	1	Organizační a procesní m.				
2.ŘÁD	1	Systém řízení	PR	AR	ZR	POŘADÍ
3.ŘÁD	14	Dokumentace SR	5,4	3,8	4,5	1
určování požadavků na dokumentaci informací v daném segmentu a na její používání, na postupy shromažďování informací, dostupnost, obsah a formu dokumentů, na úplnost, aktuálnost, inovace ■ popisy politik, strategií, klíčových principů a postupů SR ■ záznamy relevantních údajů o procesech a faktorech a jejich změnách ■ evidence odpovědností, pravomocí, úkolů ■ dokumentace manažerských procesů (personálních, realizačních, zdrojových, změnových atd.) - záznamy o funkci, výsledcích hodnocení, změnách, selháních, opatřeních atd. ■ dokumentace výsledků hodnocení, zprávy, výkaznictví ■ využití IT, databáze ■ dokumentace závěrů šetření manažerských rizik, provedených nápravných a preventivních opatření ■ sledování využívání dokumentace, zejména pro zlepšování SR ■ zabezpečení před ztrátou, úniky, zneužitím ■ informační systémy, databáze ► CONTROLLING – Legislativa, dokumentace						
POPIS RIZIKA						
Instalace neschváleného dílu na motor. Neschváleným dílem může být jak U/S díl, tak díl bez platného certifikátu.						
CO MŮŽE VYVOLAT NEZADOUČÍ UDALOST - selhání, chyby (lidí, techniky, organizace atd.), změny, vlivy (interní, externí), interakce (vazby) atd.:						
opomenutí kontroly seznamu dodavatelů; opomenutí kontroly dokumentace dílu, opomenutí prověření nového dodavatele; opomenutí kontroly seznamu dodavatelů materiálu, opomenutí certifikace dílu						
JAKÉ MOHOU BÝT NÁSLEDKY						
nutnost motorových zkoušek; zpoždění letadla; destrukce motoru						
PŘÍČINY						
únava, spěch, nedostatečné proškolení						

Obrázek 9: IPR karta rizika pro instalaci neschváleného dílu

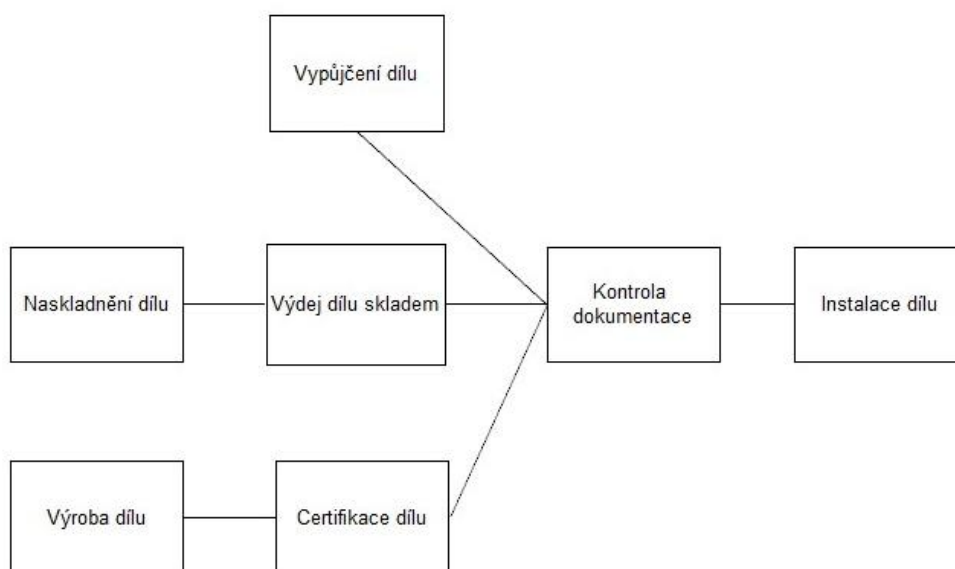
Podle souvislosti definovaných spouštěčů události a možných příčin dojde k návrhu nápravných opatření. Těmi může být okamžitá kontrola dokumentace po provedení práce nebo dvojitá kontrola při vydání dílu (skladníkem a technikem). Následuje implementační etapa, kdy jsou nápravná opatření zavedena postupy organizace do provozu a následně hodnocena jejich účinnost. V rámci implementace opatření je potřeba identifikovat případná nová rizika vzniklá změnou v postupech.

3.1.2 FRAP metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor

V první etapě metody je potřeba vymezit přesný rozsah analýzy a rozdělit jej na menší části, které budou plně pokrývat zkoumanou oblast. Metoda řeší zvlášť systémy, aplikace a procesy. Jedná-li se o analýzu rizika instalace neschváleného motorového dílu, bude provedena analýza v oblasti procesu.

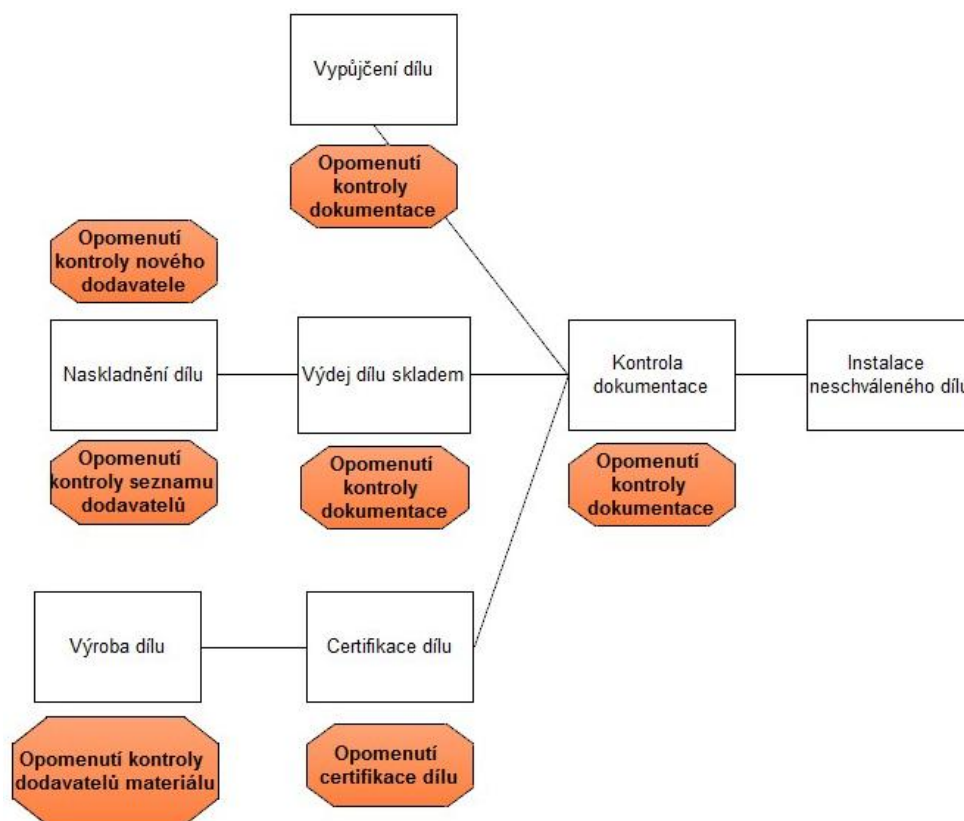
Během přípravy workshopu se shromažďují relevantní podklady a vytváří seznam účastníků workshopu. Na workshopu řešící problém instalace neschváleného dílu by měli být přítomni zástupci skladníků, oddělení logistiky, techniků, výrobního oddělení a oddělení technické dokumentace.

Metodika konkrétně nespécifikuje formu popisu daného procesu. Protože se workshopu účastní pracovníci z nejrůznějších oddělení organizace a všichni se nemusí orientovat v terminologii safety managementu, je při grafickém znázornění nutno usilovat o co největší názornost. Pro naše potřeby využijeme vývojový diagram.



Obrázek 10: Popis činností při instalaci dílu pro FRAP metodu

Na jednotlivých krocích lze identifikovat možná opomenutí zobrazená na obrázku 11:



Obrázek 11: Možná opomenutí při instalaci neschváleného dílu

Po vyškrtnutí opakujících se rizik se přistoupí k hodnocení pravděpodobnosti a dopadu zbývajících rizik. Výsledkem tohoto kroku je prioritizace rizik ve škále A (nejvyšší) až D (nejnižší). Z výsledků prioritizace v následující tabulce je vidět, že pro opomenutí kontroly dokumentace musí být implementování nápravné riziko, zatímco ostatní rizika vyžadují monitorování. Následuje brainstorming účastníku, jakými opatřeními by bylo možné eliminovat riziko opomenutí kontroly dokumentace.

Tabulka 12: Prioritizace rizik podle metody FRAP

	Pravděpodobnost	Dopad	Prioritizace
Opomenutí kontroly dokumentace	Vysoká	Vysoký	A
Opomenutí kontroly seznamu dodavatelů	Střední	Nízký	C
Opomenutí kontroly nového dodavatele	Nízká	Vysoký	C
Opomenutí kontroly dodavatelů materiálu	Nízká	Střední	C
Opomenutí certifikace dílu	Nízká	Vysoký	C

3.1.3 TOR metoda - riziko instalace neschváleného dílu na motor

Metoda TOR bývá prováděna v týmu pracovníků zastupujících průřez zúčastněných funkcí. Využívá se pro vyšetřování příčin, pro naše potřeby vyjdeme tedy z incidentu instalace neschváleného dílu na motor.

V první etapě dojde ke shromáždění všech dostupných informací. Jedná se o související dokumentaci, provozní postupy, svědectví pracovníků apod. Ve druhé fázi se sestaví seznam činností, které mohly incident způsobit. Ty jsou pro přehlednost roztříděny do kategorií zavedených metodikou:

Tabulka 13: Kategorizace činností podle metody TOR

Kontrola, zda je dodavatel ze seznamu dodavatelů.	Přidělené odpovědnosti
Kontrola nového dodavatele.	Přidělené odpovědnosti
Výroba dílu.	Osobní pracovní předpoklady
Kontrola dokumentace dílu.	Přidělené odpovědnosti
Kontrola dodavatelů materiálu.	Přidělené odpovědnosti
Schválení dílu.	Dohled

Ve 4 z 6 případů se jedná o kontrolu, která měla být provedena zaměstnancem, jedná se tedy o nedodržení přidělené odpovědnosti. Výroba dílu spadá pod osobní pracovní předpoklady zaměstnance a schválení dílu je otázkou dohledu a kontroly. Následuje diskuse nad jednotlivými činnostmi, zda by jejich opomenutí mohlo dopustit instalaci neschváleného dílu. V našem případě se jedná o všechny uvažované činnosti kromě možnosti nesprávné výroby dílu, která je z hlediska odbornosti pracovníku nejméně pravděpodobná. Činnosti, které byly zhodnoceny jako možné příčiny selhání, byly podrobně rozebrány.

V etapě eliminace dochází k prvnímu nástupu preventivních opatření. V případě kontroly seznamu dodavatelů je možné zvýšit počet kontrol a kontrolovat jak při naskladnění dílu, tak při jeho vydání technikovi. Proces certifikace dílu lze kontrolovat speciální databází pro nově schválené díly.

Skupina zhodnotí, zda je počet a rozsah opatření realizovatelný. Pokud by náklady na opatření byly příliš vysoké nebo by s ohledem na rizikový potenciál nevykazovaly dostatečný přínos, je činnost, která by byla těmito opatřeními redukována, vyřazena z šetření.

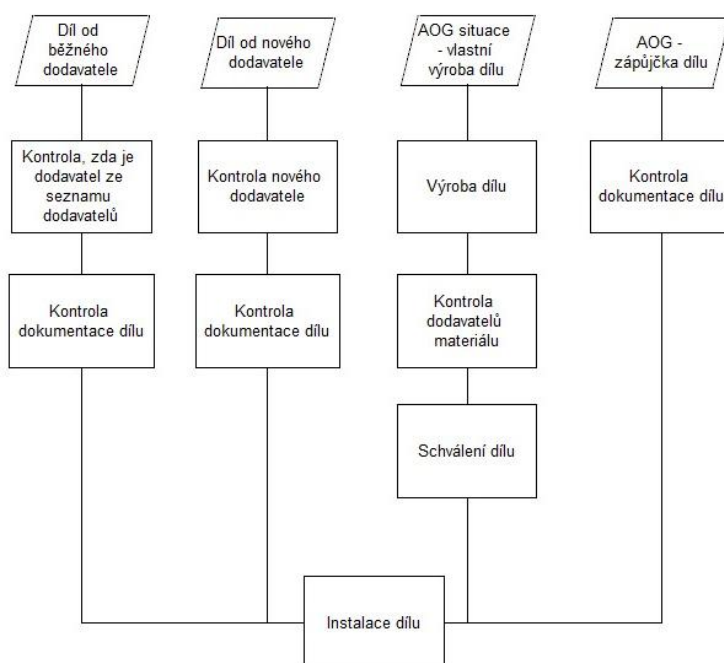
O závěrech eliminace hlasují všichni účastníci. Tento krok je důležitý z hlediska různých odpovědností jednotlivých oddělení. To, co je pro jedno oddělení nepodstatná operace může být v rámci celkového procesu neopomenutelný krok. Po odsouhlasení vyřazených činností se vytvoří nápravná opatření pro činnosti, které zůstaly v šetření.

3.1.4.PHEA metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor

V první etapě dochází k identifikaci činností, u kterých by mohlo dojít k nežádoucí situaci. Pro případ instalace neoprávněného dílu se jedná o tyto činnosti:

- kontrola, zda díl pochází od schváleného dodavatele
- vlastní výroba dílu
- vypůjčení dílu
- kontrola, zda materiál pro výrobu pochází od schváleného dodavatele
- kontrola dokumentace dílu

Za pomoci metody HTA byl sestaven úkolový diagram a tabulka obsahující náplň jednotlivých úkonů. Diagram je zobrazen na obrázku 12.



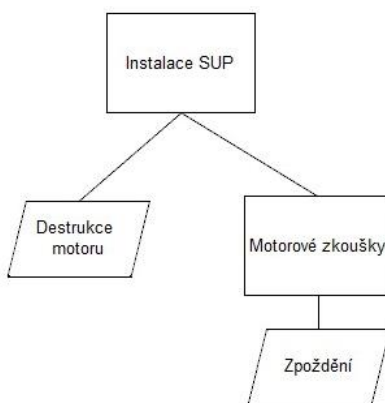
Obrázek 12: Úkolový diagram činností pro výměnu dílu

Následuje identifikace chyb u každé z definovaných činností. Chyby jsou klasifikovány do 6 chybových módů. Jedná se o chyby činnosti, kontroly, získávání informací, přesunu informací, výběru a plánování. Chyby byly ve třetí etapě rozděleny do těchto šesti módů. Za využití databáze HEP byly stanoveny hodnoty pravděpodobnosti pro jednotlivé chyby. Následující tabulka ukazuje rozčlenění módů chyb a hodnoty jejich pravděpodobností.

Tabulka 14: Kategorizace chyb a ohodnocení HEP

Chyba	Kód	HEP
Kontrola, zda je dodavatel ze seznamu dodavatelů	C1	0,05
Kontrola nového dodavatele	C2	0,1
Výroba dílu	A7	0,03
Kontrola dokumentace dílu	C1	0,05
Kontrola dodavatelů materiálů	C2	0,2
Schválení dílu	R1	0,00005

Ve čtvrté etapě dochází k analýze následků způsobených lidským činitelem. Ty lze taktéž vyjádřit pomocí diagramu.



Obrázek 13: Následky instalace neschváleného dílu

V poslední etapě metody se formou brainstormingu vytváří nápravná opatření. Chyby ohodnocené chybovými kódy se řeší postupně po skupinách, do kterých byly na základě kódů roztříděné. Čtyři činnosti spadají do chyby kontroly. Pro ně může být navrhnutá zesílená kontrola. Kvalitu výroby dílu lze posílit kontrolou výrobních postupů a opomenutí schvalovacího procesu eliminovat vedením záznamů o nově schválených dílech, např. v podobě databáze.

3.1.5 ARMS metoda – riziko instalace neschváleného dílu na motor

V první etapě metody byl proveden sběr dat o zkoumaném riziku. Byly definovány nejvážnější následky nehody a účinnost bariér, které před těmito následky chrání. Na obrázku 14 je vyobrazena ERC matice.

Question 2 What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				Question 1 If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?	
Effective	Limited	Minimal	Not effective		
50	102	502	2500	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)
10	21	101	500	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft
2	4	20	100	Minor Injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft
				No accident outcome	No potential damage or injury could occur

Obrázek 14: ERC matice pro instalaci neschváleného dílu na motor

Z hodnocení vyšla hodnota ERC indexu 21. Riziko společně s ERC indexem dále postupuje do bezpečnostní databáze. Pomocí jejich dat je provedena analýza konkrétních případů a určeno procentuální zastoupení nežádoucí události k počtu úkonů. Protože riziková událost může nastat kombinací mnoha situací a scénářů, přistupuje se k hodnocení nástrojem SIRA.

Pro každý nehodový scénář je vyplněna karta, příklad je na obrázku 15. Celkové počty operací nutné pro vyhodnocení byly určeny expertním odhadem vůči objemovému provozu. Pro příkladový scénář, že neoprávněný díl je nainstalován v důsledku naskladnění dílu bez platného certifikátu, je doporučeno zajištění rizika nápravnými opatřeními. Všechny scénáře spolu s výsledky třídy klasifikace vstupují do registru rizik a jsou k dispozici k dalšímu použití.

SAFETY ISSUE RISK ASSESSMENT (SIRA) TOOL				
1	Safety Issue title:	Instalace neschváleného dílu na motor		
2	Define/scope the SI:			
	Description of Hazard(s)	Instalace dílu bez platného certifikátu		
	Description of Scenario	Díl byl ze skladu vydán bez platného certifikátu.		
	A/C types	B373-800		
	Locations	PRG		
	Time period under study	1 rok		
	Other			
3 Analysis of potential Accident Scenario				
	3.1 Triggering event	3.2 Undesirable Operational State		3.3 Accident Outcome
	Vydání dílu bez certifikátu	Uvolnění do provozu s neoprávněným dílem		Zničení motoru
4	Describe the barriers			
		4.1 To avoid the UOS	4.2 To recover before the Accident	
		Kontrola certifikátu na skladu a technikem	Výměna dílu	
5	Risk Assessment			
	The estimated frequency of the triggering event (per flight sector) is:	The barriers will fail in AVOIDING the UOS...	The barriers will fail in RECOVERING the situation before the ACCIDENT	The accident severity would be...
	About every 100 sectors	Once in 100 times	Once in 1000 times	Major
	1,E-02	1,E-02	1,E-03	
		UOS frequency:		Mean Accident frequency:
		1,E-04		1,E-07
6	Result			
	6.1 Resulting risk class	Secure		
	Comments on actions:			

Obrázek 15: Karta SIRA pro instalaci nechváleného dílu na motor

Při provedení hodnocení rizikivosti pomocí ERCS metody jsou uvažovány bariéry technického charakteru. Pro kategorii letadel nad 100 sedadel je výsledek znázorněn na obrázku 16.

X	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	X0
S	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
M	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0
I	I9	I8	I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	I0
E	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0
A	A0									

Obrázek 16: ERCS hodnocení instalace neschváleného dílu na motor

Stejně jako při hodnocení pomocí ERC matice je potřeba zvážit další prošetření rizika.

3.2. Výpadek informačního systému AMOS

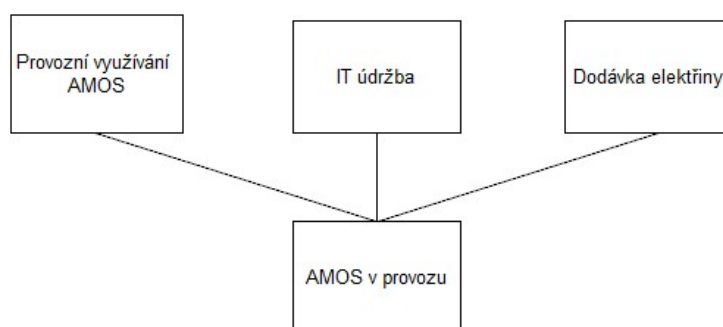
Pro údržbové organizace existuje několik různých softwarů pro práci s daty a informacemi, jedním z nich je švýcarský systém AMOS. AMOS je komplexní, plně integrovaný softwarový balík, který řídí a zpracovává požadavky na údržbu, inženýrství a logistiku leteckých a údržbových společností. [11] Pokrývá obchodní a organizační požadavky jak nezávislých poskytovatelů MRO, tak leteckých společností všech typů a velikostí od začínajících společností až po společnosti s rozsáhlou flotilou. Je proto aplikovatelný pro všechny typy letadel. [12]

Softwarové řešení AMOS se skládá ze sedmi modulů, které jsou doplněny dalšími dvěma sadami pro řešení lidských zdrojů a finančního řízení. Funkce modulů lze uzpůsobit pro potřeby zákazníka. Systém je celosvětově používán velkým množstvím organizací. Díky možnosti sdílení dat prostřednictvím cloudu lze otevřít vlastní platformu pro spolupráci v požadovaném rozsahu s dalšími uživateli systému a tím zjednodušit spolupráci s dalšími organizacemi. [12]

3.2.1. IPR metoda - riziko výpadku informačního systému AMOS

Pro šetření výpadku informačního systému AMOS by měli být přítomni zástupci IT oddělení, provozní vedoucí a zástupci každého oddělení pracující během provozu se systémem. Protože se jedná o systém zajišťující komplexní provoz organizace, prakticky každé oddělení přichází se systémem do styku. V případě, že by počet účastníků byl neúnosný, lze tento počet redukovat na zástupce těch oddělení, jejichž přítomnost je nezbytná. Už v tomto kroku by se měl klást důraz na to, aby žádný klíčový účastník nebyl z šetření vyloučen.

Pro znázornění vztahů pro provoz systému AMOS byl využit vývojový diagram:



Obrázek 17: Provoz systému AMOS

Hodnocení rizikovosti je vyobrazeno na obrázku č. 15. Karta rizika přiřazuje riziku potenciální rizikovost 7,7, aktuální rizikovost 5,4 a celkovou závažnost rizika 6,5.

IPR		DRŽITEL LICENCE:	Studijní účely			
KARTA RIZIKA		NÁZEV KARTY:	Výpadek systému AMOS			
PODNIK:		ČSAT				
PROVOZ - úsek, divize:						
ÚTVAR, pracoviště:		Všechna pracoviště				
Vlastník(cí) rizika:						
1.ŘÁD	7	Informační a znalostní management				
2.ŘÁD	1	System řízení	PR	AR	ZR	POŘADÍ
3.ŘÁD	3	Znalostní procesy	7,7	5,4	6,5	2
plánování, zajišťování, rozdělování a dokumentování podnikových vstupů, zdrojů, předpokladů a podmínek potřebných pro efektivní funkci procesů v daném segmentu						
POPIS RIZIKA						
Výpadek systému AMOS.						
CO MŮŽE VYVOLAT NEŽÁDOUCÍ UDÁLOST						
neodborný zásah zaměstnancem; chyba HW; výpadek zdrojů elektřiny; chyba v systému						
JAKÉ MOHOU BÝT NÁSLEDKY						
zpoždění letadla; uzemnění letadla; prodloužení termínu ukončení revize letadla						
PŘÍČINY						
nedostatečné školení zaměstnanců; zanedbání pravidelné údržby počítačů, problémy v elektrické síti; vývojová chyba v systému; stres; spěch; únava						

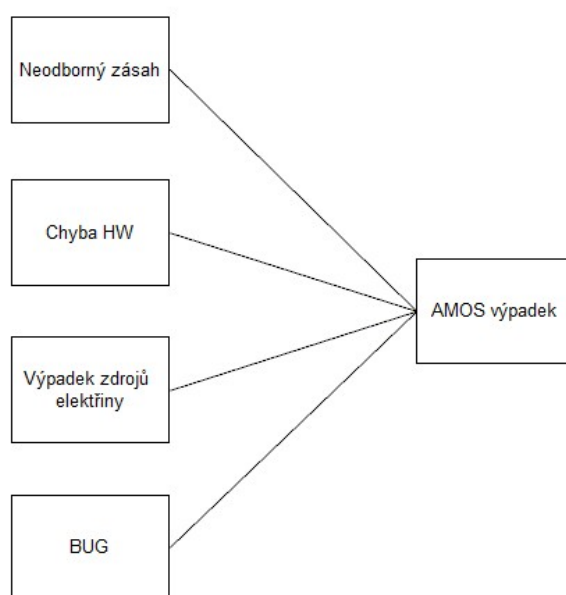
Obrázek 18: IPR karta pro výpadek systému Amos

Nápravná opatření mohou zahrnovat častější školení zaměstnanců a pravidelnou IT údržbu. Chyba při vývoji systému a výpadek zdrojů elektřiny není možné ovlivnit činností organizace do té míry, aby bylo výhodné a efektivní se těmito opatřeními zabývat. Dále se v rámci metody definují možnosti implementace opatření do provozu a po jejich zavedení se hodnotí naplnění a účinnost.

3.2.2. FRAP metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS

V případě analýzy rizika výpadku systému AMOS využijeme metodiku FRAP z hlediska systému. Průběh analýzy je ovšem totožný s průběhem analýzy aplikace a procesu.

Na workshopu řešící výpadek systému AMOS by měli být přítomni zástupci IT oddělení, provozní vedoucí a zástupci každého oddělení pracující během provozu se systémem. Společně zavedou klíčové pojmy a popíší danou oblast. Výstupem workshopu bude diagram možných příčin výpadku systému AMOS. Jde tedy o rizika spojená s využíváním systému v provozu. Těmito riziky jsou neodborný zásah do systému, chyba hardwaru, výpadek elektrických zdrojů nebo softwarový bug. Možné grafické znázornění je na následujícím obrázku.



Obrázek 19: Možné příčiny výpadku systému AMOS

Rizika definovaná v předchozím kroku budou ohodnocena z hlediska pravděpodobnosti a dopadu rizika. Protože je AMOS rozšířeným a dlouhodobě používaným softwarem, nepředpokládá se výskyt chyb nebo že by jej bylo možné narušit neodborným zásahem. Ovšem v případě, že by taková situace nastala, mohla by mít závažný dopad a to především v případě, že by nebyla okamžitě odhalena a organizace by dál pracovala v chybovém režimu. Naopak se střední pravděpodobností se počítá s výpadkem zdrojů elektřiny a s vysokou s chybou hardwaru.

Tabulka 15: Prioritizace výpadku systému AMOS pro metodu FRAP

	Pravděpodobnost	Dopad	Prioritizace
Neodborný zásah	Nízká	Vysoký	C
Chyba hardwaru	Vysoká	Střední	B
Výpadek zdrojů elektřiny	Střední	Střední	B
Bug v softwaru	Nízká	Vysoký	C

Z výsledků prioritizace vyplývá, že je nutné definovat nápravná opatření pro chybu hardwaru a výpadek zdrojů elektřiny. Následuje navrhování nápravných opatření metodou brainstormingu, následované zpracováním výstupní zprávy a schválením akčního plánu řešení. Správné fungování hardwaru lze zajistit pravidelnou údržbou, případně pravidelnou výměnou starších počítačů a jejich příslušenství. Následky výpadku zdrojů elektřiny lze zmírnit využitím záložních zdrojů.

Následuje zpracování vstupních informací a zpracování podkladů pro výstupní zprávu. Posledními fázemi jsou Zpracování výstupní zprávy a Akceptace výstupní zprávy, kdy je zpracován a schválen akční plán řešení.

3.2.3 TOR metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS

Metoda TOR se používá pro vyšetřování příčin jednotlivých selhání. Pro její využití se tedy zavede vyšetřovaná událost – Výpadek systému AMOS. Při šetření by měli být přítomni zástupci IT oddělení, provozní vedoucí a zástupci každého oddělení pracující během provozu se systémem.

V první etapě dojde ke shromáždění všech dostupných informací. Ve druhé fázi se sestaví seznam činností, které mohly incident způsobit. Ty jsou pro přehlednost roztrženy do kategorií zavedených metodikou. Třídění je zobrazeno v tabulce č.14:

Tabulka 16: Kategorizace činností metodou TOR

Neodborný zásah	Odborná příprava
Chyba HW	Přidělené odpovědnosti
Výpadek zdrojů el. proudu	Přidělené odpovědnosti
Chyba v systému	Odborná příprava

Ve dvou případech se jedná o selhání v oblasti odborné přípravy a ve dvou o selhání v přidělených odpovědnostech.

Činnosti, které byly zhodnoceny jako možné příčiny selhání, byly podrobně rozebrány. Výpadek zdrojů energie může být velmi pravděpodobně způsoben na jiném místě než na provozovně

organizace. Chyba v systému je těžko odhalitelný a není úkolem organizace, která systém využívá, aby se jej snažila odhalit. Tyto dvě příčiny lze z analýzy vyloučit.

Pro zbývající dvě příčiny byla zformulována nápravná opatření. Neodbornému zásahu zaměstnanců lze zamezit pravidelnými školeními. Pravidelná údržba počítačů přispěje k omezení rizika chyby hardwaru.

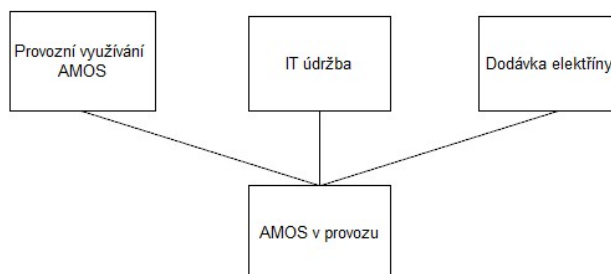
Žádné z formulovaných nápravných opatření neznámá velké zásahy do organizační struktury nebo finanční zátěž, obě tedy mohou být realizovatelná. Po jejich odsouhlasení všemi účastníky budou přesně formulována a implementována do chodu společnosti.

3.2.4 PHEA metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS

V první etapě dochází k identifikaci činností, u kterých by mohlo dojít k nežádoucí situaci. V rámci provozu systému AMOS s ním přichází do vztahu tyto činnosti:

- Provozní využívání systému
- IT údržba
- Dodávka elektřiny

Za pomoci metody HTA byl sestaven úkolový diagram, který je zobrazen na obrázku č. 17:



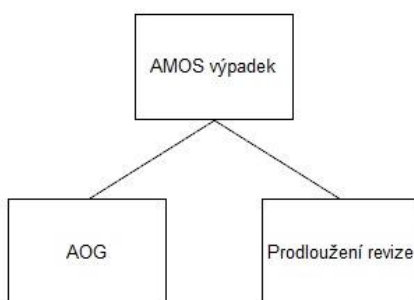
Obrázek 20: Diagram užívání systému AMOS

V následující fázi se definují možné chyby při užívání systému a přiřadí se k nim chybové kódy. Při využívání systému během provozu nelze konkrétně předpovídat, o kterou chybu činnosti by se jednalo. V rámci ohodnocení v následující tabulce je tedy využit kód A pro všechny druhy chyby činnosti. Stejně tak v rámci klasifikace chyby kontroly nelze konkrétně určit, který typ chyby nastal. IT údržba je ohodnocena kódem C pro všechny možné chyby kontroly. Možnost výpadku proudu je v této metodě zavedena tak všeobecně, že nelze předpovídat, v rámci jaké chyby k němu došlo. Zůstává tedy bez ohodnocení. V důsledku toho, že nebyly přiřazeny konkrétní chybové kódy nelze ani přesně určit hodnotu pravděpodobnosti výskytu chyby pomocí axonometrické databáze.

Tabulka 17: Kategorizace chyb podle metody PHEA

Chyba	Kód
Provozní využívání systému	A
IT údržba	C
Dodávka elektřiny	X

Ve čtvrté etapě je vytvořen diagram možných následků, pokud by došlo k výpadku systému. Pro letadla spadající pro traťovou údržbu by případný výpadek znamenal uzemnění letadla. V případě těžké údržby by došlo k posunutí termínu ukončení revize.



Obrázek 21: Diagram následků výpadku systému AMOS

V poslední etapě metody se formou brainstormingu vytváří nápravná opatření. Správně užívání systému mohou posílit odborná školení zaměstnanců. Správný chod počítačů zajistí pravidelná IT údržba, případně pravidelná výměna starších počítačů a jejich příslušenství.

3.2.5 ARMS metoda – riziko výpadku informačního systému AMOS

Na základě povahy zkoumaného rizika lze dospět k názoru, že následky na provoz letounu budou velmi malé a budou pouze organizační charakter. Byl zvolen spodní řádek matice a v tomto případě není nutno vyhodnocovat druhou otázku. Pro tento případ riziko nepokračuje k dalšímu vyšetřování. ERC matice je zobrazena na obrázku 22.

Question 2				Question 1	
What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?	
Effective	Limited	Minimal	Not effective		
50	102	502	2500	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)
10	21	101	500	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft
2	4	20	100	Minor Injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft
1				No accident outcome	No potential damage or injury could occur

Obrázek 22: ERC matice pro výpadek systému AMOS

K obdobnému výsledku dojde při využití ERCS matice. Hodnocení spadá do spodního řádku matice a je zobrazeno na obrázku 23.

X	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	X0
S	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
M	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0
I	I9	I8	I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	I0
E	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0
A	A0									

Obrázek 23: ERCS matice pro výpadek systému AMOS

3.3. Vzplanutí při čištění technickým benzínem

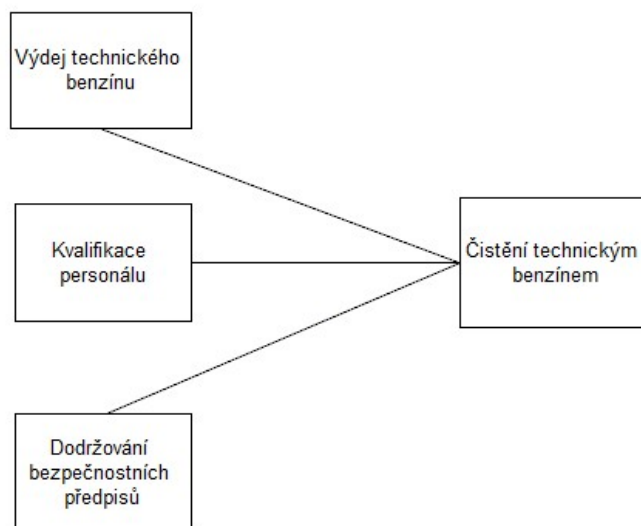
Technický benzín se v omezeném množství využívá k mytí a odmašťování předmětů a povrchů, které lze takto čistit podle postupů AMM. I přes vhodné fyzikální vlastnosti se jeho použití v co nejvyšší míře omezuje, protože se jedná o vysoce hořlavou kapalinu. Kromě doporučení uvedených v AMM je práce s technickým benzínem upravována vnitřními předpisy organizací a řešena v rámci BOZP. V rámci údržby jde o spotřební materiál, který je uskladněn a zabezpečen na k tomu určených místech. Použití je doporučeno pouze v odvětrávaných prostorech mimo dosah zdrojů ohně nebo jisker a po vychladnutí částí určených k čištění. Pokud je nutné čištění v uzavřených prostorech jako např. v cargo prostoru, je vhodné nemanipulovat určitou dobu po čištění s přístroji, které mohou generovat teplo. Při práci je potřeba používat ochranné pomůcky jako např. rouška a rukavice. Při manipulaci s benzínem je vhodné dbát zvýšené opatrnosti jak při čištění samotném, tak při otevírání a zavírání nádoby apod.



Obrázek 24 a 25: Možné způsoby uložení technického benzínu [foto autor]

3.3.1. IPR metoda - riziko vzplanutí při čišťení technickým benzínem

Analýza začíná sběhem relevantních podkladů a souvisejících dokumentů. Šetření by měli být přítomni zástupci oddělení bezpečnosti práce, protipožární ochrany, techniků a skladu. Činnosti související s procesem mytí technickým benzínem jsou následující:



Obrázek 26: Činnosti související s procesem čištění technickým benzínem

Na následujícím obrázku je znázorněna IPR karta rizika. Hodnota potenciální rizikovosti byla stanovena na 9,3, aktuální rizikovosti na 8,4 a závažnost rizika byla vypočtena jako 8,8.

IPR		DRŽITEL LICENCE:	Studijní účely			
KARTA RIZIKA		NÁZEV KARTY:	Jiskra při mytí technickým benzínem			
PODNIK:		CSAT				
PROVOZ - úsek, divize:						
ÚTVAR, pracoviště:		Hangár F				
Vlastník(ci) rizika:						
1.ŘÁD	8	Bezpečnostní management				
2.ŘÁD	9	Analýzy bezpečnostních rizik	PR	AR	ZR	POŘADÍ
3.ŘÁD			9,3	8,4	8,8	3
Identifikace a rozbor rizikových procesů a faktorů, hrozeb, nebezpečí, zdrojů a příčin rizik ■ odstranění zdrojů rizik nebo eliminace jejich potenciálních účinků ■ prevence selhání lidského a technického činitele						
POPIS RIZIKA						
Jiskra a následné vzplanutí při mytí technickým benzínem						
CO MŮŽE VYVOLAT NEŽÁDOUCÍ UDÁLOST						
nevhodná manipulace s technickým benzínem; nadměrné množství technického benzínu; porušení bezpečnostních předpisů						
JAKÉ MOHOU BÝT NÁSLEDKY						
shoření letadla nebo letadlové části; shoření pracovních pomůcek; zranění osoby						
PŘÍČINY						
výdej nekontrolovaného množství technického benzínu; nedostatečně kvalifikovaný personál; nedostatečná bezpečnostní školení; únava; stres; spěch						

Obrázek 27: IPR karta rizika pro čištění technickým benzínem

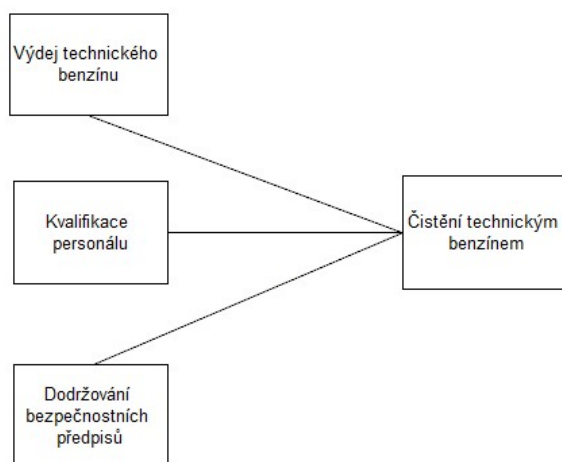
Po vyhodnocení rizikovosti následuje návrh nápravných opatření. V případě výdeje nekontrolovaného množství technického benzínu lze stanovit maximální vydávané množství nebo zavést výdech v nádobách s předem definovaným objemem. V rámci školení lze zavést kratší intervaly mezi školeními nebo testy kontrolující zvládnutí obsahu školení. Bezpečnostní předpisy by také mohly být posíleny odbornými školeními.

3.3.2. FRAP metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem

V první etapě dochází k vymezení rozsahu analýzy a rozdělení na části, které pokrývají šetřenou oblast. V případě vzplanutí při čištění technickým benzínem se uvažují všechny procesy přecházející události. Analýza bude tedy provedena v oblasti procesu.

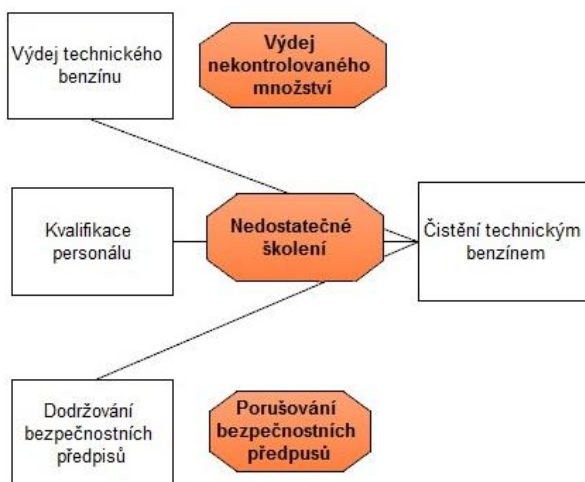
Během přípravy workshopu se shromažďují relevantní podklady a vytváří seznam účastníků workshopu. Na workshopu řešící problém vznícení při čištění technickým benzínem by měli být přítomni zástupci oddělení bezpečnosti práce, protipožární ochrany, techniků a skladu.

Pomocí vývojového diagramu se definují činnosti, které souvisí s činností mytí technickým benzínem.



Obrázek 28: Činnosti související s čištěním technickým benzínem

V dalším kroku se na diagramu definují rizika ohrožující správné vykonání činnosti.



Obrázek 29: Chyby při čištění technickým benzínem

V diagramu se nenachází žádná opakující se rizika, je tedy možné přistoupit k prioritizaci rizik. Z výsledků v následující tabulce je vidět, že pro všechna identifikovaná rizika by mělo být implementováno nápravné opatření.

Tabulka 18: Kategorizace rizik pro metodu FRAP

	Pravděpodobnost	Dopad	Prioritizace
Výdej nekontrolovaného množství technického benzínu	Střední	Vysoký	B
Nedostatečné školení	Nízká	Střední	B
Porušování bezpečnostních předpisů	Střední	Vysoký	B

V následující fázi jsou definovaná možná nápravná opatření. V případě výdeje nekontrolovaného množství technického benzínu lze stanovit maximální vydávané množství nebo zavést výdech v nádobách s předem definovaným objemem. V rámci školení lze zavést kratší intervaly mezi školeními nebo testy kontrolující zvládnutí obsahu školení. Bezpečnostní předpisy by také mohly být posíleny odbornými školeními.

Po zpracování výstupní zprávy o workshopu a jejího schválení je zpracován akční plán řešení.

3.3.2 TOR metoda - - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem

Při analýze metodou TOR probíhá formou vyšetřování nehody, vycházíme tedy z předpokladu, že došlo ke vznícení letadlového dílu nebo pracovní pomůcky během čištění technickým benzínem.

V první etapě dojde ke shromáždění všech dostupných informací. Jedná se o související dokumentaci, provozní postupy, svědectví pracovníků apod. Podklady a poznatky v šetřeném případě předkládají technici, kteří čištění prováděli, hasiči, pracovníci odpovědní za bezpečnost práce, pracovníci ze skladu a všichni ostatní, kteří byli nehodě přítomni.

Ve druhé fázi je sestaven seznam možných provozních chyb a ty jsou roztříděny do kategorií:

Tabulka 19: Třídění podle metody TOR

Výdej nadměrného množství TB	Dohled a komunikace
Nedostatečná kvalifikace personálu	Odborná příprava
Porušení bezpečnostních předpisů	Přidělené odpovědnosti

Následuje diskuse o každém faktoru, zda by mohl vést k nežádoucí situaci. U každého faktoru jsou definovány další související příčiny, které jej mohly ovlivnit. V případě fasování nadměrného množství TB lze definovat chybějící omezení vydávaného množství. Za nedostatečně kvalifikovaným personálem může stát nevhodná personální politika nebo absence odborných školení. Porušování předpisů může být vědomé nebo nevědomé a může mít mnoho různých příčin.

V etapě eliminace dochází k prvnímu nástinu preventivních opatření. Skupina zhodnotí, zda je počet a rozsah opatření realizovatelný. Pokud by náklady na opatření byly příliš vysoké nebo by s ohledem na rizikový potenciál nevykazovaly dostatečný přínos, je činnost, která by byla těmito opatřeními redukována, vyřazena z šetření.

O závěrech eliminace hlasují všichni účastníci. Tento krok je důležitý z hlediska různých odpovědností jednotlivých oddělení. Následuje formulace nápravných opatření. Množství vydávané látky by mohlo být kontrolováno pomocí vydávání v lahvích o jednotném objemu nebo stanovením maximálního

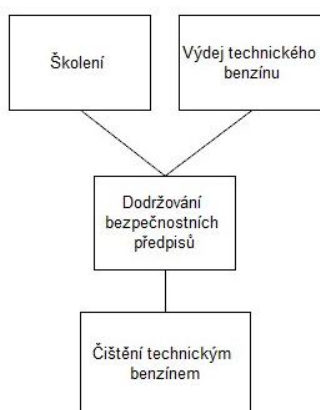
objemu, který bude najednou k dispozici. Obě tato opatření jsou jednoduchá a jejich zavedení by nemělo být nákladné ani složité. Nedostatečně proškolený personál lze školit pravidelněji nebo kvalitu školení ověřit testy. Kontrola dodržování interních předpisů je komplexní problém zahrnující mnoho aspektů, při diskusi o nutnosti řešení by mohla být vyřazena ze seznamu. Po odsouhlasení vyřazených činností se vytvoří nápravná opatření pro činnosti, které zůstaly v šetření.

3.3.4 PHEA metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem

V rámci čištění technickým benzínem lze identifikovat následující činnosti:

- Výdej technického benzínu ze skladu technikovi
- Školení personálu pro práci s technickým benzínem
- Vlastní čištění
- Dodržování bezpečnostních předpisů

Pro úkon čištění byl sestaven vývojový diagram



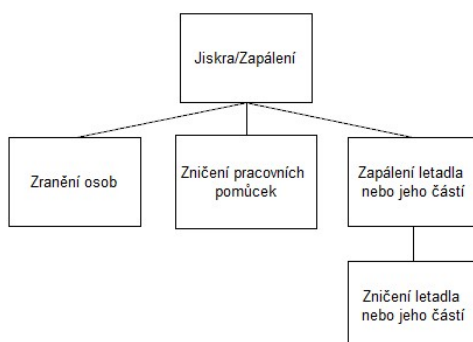
Obrázek 30: Diagram činností pro metodu PHEA

Následuje identifikace chyb u každé z definovaných činností. Výdej nekontrolovaného množství technického benzínu patří do módu C1 – kontrola opomenuta, nedostatečné proškolení do módu R1 – Informace není obdržena. Porušení bezpečnostních předpisů lze dále rozdělit na konkrétní chyby činnosti, které zobrazuje tabulka 21.

Tabulka 20: Kategorizace chyb a ohodnocení HEP

Chyba	Kód	HEP
Výdej nekontrolovaného množství technického benzínu	C1	0,2
Nedostatečné školení	R1	0,05
Nedodržení správného postupu	A7	0,09
Použití velkého množství benzínu	A4	0,05
Kouření v blízkosti benzínu	A10	0,0005

Následky způsobené těmito chybami jsou znázorněny v následujícím diagramu.



Obrázek 31: Následky vzplanutí při čištění technickým benzínem

V poslední etapě metody se formou brainstormingu vytváří nápravná opatření. Stejně jako v minulém případě by množství vydávané látky mohlo být kontrolováno pomocí vydávání v lahvích o jednotném objemu nebo stanovením maximálního objemu, který bude najednou k dispozici. Obě tato opatření jsou jednoduchá a jejich zavedení by nemělo být nákladné ani složité. Nedostatečně proškolený personál lze školit pravidelněji nebo kvalitu školení ověřit testy. Kontrola dodržování interních předpisů je komplexní problém zahrnující mnoho aspektů a významně ovlivňující firemní kulturu. Jeho řešení by se měla přikládat dostatečná pozornost.

3.3.5 ARMS metoda - riziko vzplanutí při čištění technickým benzínem

Po shromáždění dostupných materiálů došlo k hodnocení možných následků a efektivnosti bariér, jak je znázorněno na obrázku 32. ERC index je 102.

Question 2 What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				Question 1 If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?	
Effective	Limited	Minimal	Not effective		
50	102	502	2500	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)
10	21	101	500	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft
2	4	20	100	Minor Injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft
				No accident outcome	No potential damage or injury could occur

Obrázek 32: ERC matice pro čištění technickým benzínem

Událost společně s ERC indexem vstupuje do bezpečnostní databáze, kde jsou k ní přiřazeny relevantní události. Dochází k analýze dat, kdy je určeno procentuální zastoupení nežádoucí události vůči počtu operací.

Pomocí nástroje SIRA jsou vyhodnoceny scénáře možných příčin události. Každý jednotlivý scénář je vyhodnocen mírou akceptace. Celkové počty operací byly určeny expertním odhadem vůči objemovému provozu. SIRA karta pro případ vzniku jiskry v důsledku kouření v prostoru čištění je zobrazena na obrázku 33.

SAFETY ISSUE RISK ASSESSMENT (SIRA) TOOL				
1	Safety Issue title:	Čištění technickým benzínem		
2	Define/scope the SI:			
	Description of Hazard(s)	Vzplanutí při čištění technickým benzínem		
	Description of Scenario	Vzplanutí v důsledku kouření v prostoru, kde probíhá čištění technickým benzínem		
	A/C types	B373-800		
	Locations	PRG		
	Time period under study	1 rok		
	Other			
3	Analysis of potential Accident Scenario			
	3.1 Triggering event	3.2 Undesirable Operational State		3.3 Accident Outcome
	Kouření v prostoru čištění	Jiskra v prostoru čištění		Vzplanutí letadlového celku
4	Describe the barriers			
	4.1 To avoid the UOS	4.2 To recover before the Accident		
	Dodržování bezpečnostních předpisů; bezpečnostní školení	Použití hasicích přístrojů		
5	Risk Assessment			
	The estimated frequency of the triggering event (per flight sectors) is:	The barriers will fail in AVOIDING the UOS...	The barriers will fail in RECOVERING the situation before the ACCIDENT	The accident severity would be...
	About every 1000 sectors	Once in 1000 times	Once in 10 000 times	Catastrophic
	1,E-03	1,E-03	1,E-04	
		UOS frequency:		Mean Accident frequency:
		1,E-06		1,E-10
6	Result			
	6.1 Resulting risk class	Accept		
	Comments on actions:			

Obrázek 33: Karta SIRA pro čištění technickým benzínem

Výsledky vstupují společně s definovanými nápravnými opatřeními do registru rizik.

Při využití ERCS metody lze z obrázku vidět, že riziko je vhodné přenést k dalšímu vyšetřování.

X	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	X0
S	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
M	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0
I	I9	I8	I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	I0
E	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0
A	A0									

Obrázek 34: ERCS matice pro čištění technickým benzínem

4. Hodnocení metod

Byla provedena analýza tří provozních rizik údržbové společnosti. Těmito riziky byla instalace neschváleného dílu na motor, výpadek údržbového systému AMOS a vznícení letadlového celku při čištění technickým benzínem. Tato rizika byla zvolena se snahou zastoupit rizika různých povah a tím se zaměřit na různé aspekty provozu údržby.

Při využití IPR metody je zásadní definice činností. U zařazení činnosti do segmentu, sekce a procesu je potřeba volit pečlivě, protože zařazení ovlivňuje potenciální a aktuální rizikovost. Pro potřeby organizace lze hodnotící škálu upravovat, provedená analýza proběhla na všeobecném nastavení. Při využívání IPR metody pro veškerá rizika organizace bych úpravu vlastního nastavení doporučila. Díky jasně formulovaným kartám jsou vytvořená hodnocení přehledná a snadno lze použít k vytvoření registru rizik. Vlastní nastavení by ovšem vyžadovalo čas, rozsáhlý sběr dat a zkušené pracovníky.

Metoda FRAP řeší rizika formou workshopů a jsou pro ni vhodná jednoduchá znázornění, protože se workshopů zúčastňují zaměstnanci napříč všemi zúčastněnými odděleními. Jednotlivé etapy jsou jasné a logicky na sebe navazují, je tedy snadné sledovat postupný vývoj. Hodnocení pravděpodobnosti a dopadu pomocí tří úrovní je jednoduché a umožňuje rychlé rozhodování, do jaké kategorie činnost zařadit, pro potřeby větších organizací je ale určitě nedostačující. Byla by vhodná zavedení víceúrovňových kategorií.

Metoda TOR je primárně určena pro vyšetřování příčin nehod, dle zdrojů ji lze ale aplikovat i na hodnocení potenciálních rizik. Z hlediska vyšetřování nehody dává smysl rozhodování, zda činnost mohla vést k nehodě. Pro zkoumání možných rizik je ale nevhodné jakoukoli příčinu vypouštět, protože již tím, že byla v úvodu metody zavedena jako možná příčina, je třeba se jí zabývat. Následné navrhování nápravných opatření a hlasování o nutnosti zavedení také dává větší smysl u událostí, které již proběhly a mají tak k dispozici pevné argumenty pro rozhodování. V případě možných příčin jde o část, která může být vyřešena mnoha způsoby. Z těchto důvodů bych konstatovala, že přestože je metoda na hodnocení rizik aplikovatelná, nejde o ideální a dlouhodobé řešení.

Metoda PHEA je zaměřena především na chyby způsobené lidským činitelem, ostatní chyby je obtížné do metody zavést a hodnotit. Pro riziko výpadku AMOS se metoda ukázala být zcela nevyhovující. V úvodu metody dochází nejprve k seznamu činností a poté k vytvoření diagramu činností, v rámci jejichž vykonávání by mohlo dojít k nežádoucí situaci. Toto zdvojení identifikace činností lze uvést jako nevýhodu. Chyby definované u každé činnosti jsou poté kategorizovány podle typu chyb. Díky sdružení chyb do skupin stejného charakteru je jednodušší v pozdější fázi definovat nápravná opatření. Získávání hodnoty pravděpodobnosti výskytu chyb je založeno na taxonometrické

databázi a ohodnocení je tak zatíženo velkou nejistotou. K vytvoření co nepřesnější databáze připravené přímo pro potřeby konkrétní organizace by bylo potřeba sběru a zpracování velkého množství dat. Tento přístup je tak vhodný pro podniky zabývající se omezeným spektrem činností a postupů, které lze snáze kategorizovat a určit tam pevnou databázi chyb s jasně určenými následky. Pro potřeby velké organizace řešící každodenně pestrou paletu úkolů je hodnocení tímto způsobem značně nespolehlivé. Je potřeba také zmínit, že ačkoli se v letecké údržbě klade na lidský činitel velký důraz, ne všechna rizika v něm mají příčinu a ta jsou pomocí PHEA metody velmi obtížně hodnotitelné.

Metoda ARMS byla vytvořena pro potřeby leteckých dopravců s možností modifikace pro potřeby jakékoli letecké organizace. Její struktura a postup analýzy koresponduje s potřebami údržbové organizace. Velkou výhodou je krok výběru rizik, která je nutná vyšetřit a kterými se naopak není potřeba dále zabývat. Ve velkém objemu událostí jde o úsporu času SMS týmu. Sběr dat pro analýzu zajišťuje neustálou kontrolu nad proběhlými operacemi. Neopomenutelnou výhodou je také snadná komparace dat s dalšími organizacemi, které ARMS využívají. Vhodným doplněním metody je hodnocení pomocí matice ERCS, která detailněji řeší bariéry bránící projevu rizika a poskytuje tak podrobnější analýzu. Ačkoli je hodnocení časově náročnější, je vhodným nástrojem pro řešení rizik vyžadující větší pozornost hodnotitelů.

V následující části budou jednotlivé metody okomentovány konkrétně pro daná rizika. V tabulce 21 jsou metody ohodnoceny známkami v rámci definovaných parametrů. V řádku celková vhodnost použití jsou metody seřazeny od 1 do 5, kdy 1 je přiřazena nejvhodnější metodě a 5 metodě nejméně vhodné. Při interpretaci je třeba mít na paměti, že stejně jako hodnocení rizik samotné, i hodnocení metody je vždy zatíženo určitou mírou subjektivity.

Tabulka 21: Hodnocení použitelnosti metod pro daná rizika

		IPR	FRAP	TOR	PHEA	ARMS
Instalace neschváleného dílu na motor	Časová náročnost aplikace metody	3	3	2	3	3
	Eliminace nepodstatných příčin	5	2	1	5	2
	Uživatelská náročnost	2	2	1	3	2
	Srozumitelnost výsledků	1	2	5	1	1
	Celková vhodnost použití	3	2	5	4	1
		IPR	FRAP	TOR	PHEA	ARMS
Výpadek informačního systému AMOS	Časová náročnost aplikace metody	3	3	3	5	1
	Eliminace nepodstatných příčin	5	1	2	5	1
	Uživatelská náročnost	2	1	2	3	2
	Srozumitelnost výsledků	1	2	4	5	1
	Celková vhodnost použití	2	3	4	5	1
		IPR	FRAP	TOR	PHEA	ARMS
Vzplanutí během čištění technickým benzínem	Časová náročnost aplikace metody	3	4	2	4	3
	Eliminace nepodstatných příčin	5	2	2	5	3
	Uživatelská náročnost	2	1	1	3	2
	Srozumitelnost výsledků	1	2	5	1	1
	Celková vhodnost použití	4	3	5	2	1

4.1 Hodnocení rizika instalace neschváleného dílu na motor

Při hodnocení rizika instalace neschváleného dílu na motor metodou IPR je na riziko pohlíženo jako na problém chybějící či nekompletní dokumentace. Díky kontrolnímu seznamu a zařazení rizika do konkrétního procesu jsou dobře určeny vztahy se souvisejícími procesy.

FRAP metoda je díky jednoduchým krokům snadno použitelná metoda. Za předpokladu, že kategorizace pravděpodobnosti a dopadu na tři kategorie je dostatečná, práce touto metodou probíhala dobře a byla adekvátně časově náročná. Za pozornost stojí krok vyškrtnutí opakujících se možných chyb. Dalo by se diskutovat o nutnosti vyškrtávat pouze zcela identické chyby u různých činností nebo zda by typově podobné chyby, které nastávají v tomto případě v oblasti kontroly dokumentace, mohly být slučitelné a řešeny jako jedna příčina. Řešení této otázky by bylo v kompetenci účastníků workshopu.

Stejně jako u FRAP metody je i u metody TOR podstatná spolupráce zástupců oddělení, kterých se činnost týká. Na rozdíl od FRAP metody je postup méně strukturovaný a výsledky nejsou kategorizované. Při jejich zaznamenávání tedy nejsou dána jasná pravidla a to může znesnadňovat následnou práci s nimi.

Metoda PHEA byla pro riziko instalace neschváleného dílu na motor dobře aplikovatelná. Díky rozboru jednotlivých činností souvisejících s instalací se dalo snadno rozčlenit možné chyby do chybových módů a hodnoty HEP jasně určily, kterým činnostem je třeba věnovat zvýšenou pozornost. Brainstroming jako způsob určení nápravných opatření je vhodným nástrojem.

Metoda ARMS od začátku jasně hodnotí závažnost následků a bariéry a dává tak rychle data k následnému postupu. Vyhodnocování jednotlivých scénářů pomocí nástroje SIRA je časově náročnější s ohledem na potřebná vstupní data, výsledek je ale objektivní, jasný a snadno použitelný pro další zpracování.

4.2. Hodnocení rizika výpadku informačního systému AMOS

Riziko výpadku informačního systému AMOS má specifický charakter. Ačkoli tento výpadek způsobí provozní problémy ve většině oddělení společnosti, přímé ohrožení letadel z něj nevyplývá. Zatímco metoda IPR pro něj zařazení v rámci kontrolního seznamu má, metoda PHEA se pro toto riziko ukázala být zcela nevyhovující. Příčiny neodborného zásahu do systému mohou být různé povahy a takto široká paleta chyb je obtížně zařaditelná do taxonometrického seznamu a tímto ji nelze

ohodnotit hodnotou pravděpodobnosti výskytu lidské chyby. Toto šetření by zasluhovalo hodnocení komplexnějším a rozsáhlejším způsobem.

Metodou FRAP se riziko hodnotilo velmi dobře. Díky již zmiňovaným postupným krokům je analýza snadno použitelná a vyhodnocení jasné. Díky eliminaci příčin, kterými není potřeba se dále zabírat, se závěr metody soustřeďuje na podstatné příčiny a není časově náročný. Metoda TOR jako další snadno použitelný nástroj poskytuje dobrý celkový přehled o souvislostech rizika. Pro tento případ ale tyto jednoduché a snadné postupy nejsou dostačující a plně nepokryjí všechny souvislosti.

Metoda ARMS na riziku výpadku informačního systému ukázala svou výhodu pro snadné třídění na rizika přímo ohrožující letadla a životy a na rizika ostatní. Hodnocení bylo ukončeno v etapě určení ERC indexu pomocí ERC matice.

4.3. Hodnocení rizika vzplanutí při čištění technickým benzínem

Stejně jako u předchozích rizik bylo při hodnocení metodou IPR zásadní zařazení pomocí kontrolního seznamu. Od tohoto kroku je hodnocení řízeno v rámci karty rizika, která poskytuje jasné souvislosti a konkrétní výsledky. Také s metodou FRAP se pracovalo díky srozumitelným krokům dobře a etapy pokryly podstatné oblasti šetření.

Metoda TOR, jak již bylo zmíněno, neposkytuje kvantifikované výstupy. Pro riziko jiskry či vzplanutí se jedná o nedostatečně odborný nástroj hodnocení. Své uplatnění by spíše než pro plnohodnotné hodnocení našel pro předběžné prošetření okolností. Oproti tomu metoda PHEA, která se také zabývá primárně chybou lidského faktoru, konkrétně kvantifikuje pravděpodobnosti selhání s přihlédnutím na závažnost rizika a faktory ovlivňující pracovní prostředí. Pro toto riziko je tedy vhodnějším nástrojem.

Pomocí metody ARMS je již v úvodu určena závažnost rizika a nutnost následné analýzy a monitorování bezpečnosti. Jednotlivé scénáře jsou za pomoci nástroje SIRA hodnoceny ve chvíli, kdy jsou již data rizika zpracovávána a vytvářena nápravná opatření. Výsledky ze SIRA tato data doplní, ale v prvním okamžiku není nutno čekat na vyhodnocení všech scénářů, kterých je velké množství. V tom spočívá velký přínos metody.

4.4 Možné kombinace metod

Prvním návrhem je začlenění ERCS metody do metody ARMS, jak bylo vyzkoušeno během hodnocení rizik. Práce s ERC maticí metody ARMS je díky jejím rozměrům jednoduchá a výsledky okamžitě interpretovatelné. Pro hodnocení určitých rizik ale počet čtyř kategorií nemusí být dostatečný a významové skoky mezi dvěma sousedními kategoriemi příliš velké. V tomto případě doporučuji použít hodnocení pomocí ERCS matice. Podrobnější kategorie pomáhají odlišit i menší rozdíly a přesněji kvantifikovat výsledek.

Metoda FRAP je postavena na řízených workshopech. Celý proces hodnocení rizik tak probíhá ve skupině pracovníků, z nichž každý má určité zkušenosti s řešeným problémem a svůj pohled na věc. Provádění celého průběhu analýzy v početném týmu může být zdlouhavé. V určitých etapách by však workshopy byly přínosné pro každou metodu, protože mnoho dílčích problémů lze snadno vyřešit zvýšením informovanosti o tom, co přesně které oddělení v rámci definované činnosti dělá. Implementace workshopu do fáze definování problémů a činností a následně diskuse nad výsledky by byla užitečným nástrojem za cenu mírného zvýšení časové a organizační náročnosti.

Metoda TOR byla definována jako snadný nástroj pro hodnocení rizik bez větších požadavků na přípravu. Pro řešení většího počtu rizik je nutností uchovávat výsledky a to ideálně v jednotné formě výstupu pro případnou potřebu porovnávání. I přes malý nárůst náročnosti metody by bylo vhodné doplnit průběh hodnocení např. o kategorizaci rizik z FRAP metody, případně jakýkoli jiný způsob kvantifikace podle potřeb organizace.

Závěr

Hodnocení rizik je nelehká úloha a vždy je do jisté míry zatížena subjektivitou hodnotitelů. Je potřeba zaobírat se rozličnými scénáři a uvažovat v širších souvislostech. Jako nástroj k usnadnění tohoto úkolu bylo vytvořeno nepřeborné množství metod analýzy rizik, avšak stejně tak, jako může vhodná metoda usnadnit práci hodnotitele, špatně zvolená metoda může z hodnocení udělat úkol mnohem náročnější.

Lze předpokládat, že nároky na údržbové organizace se budou s rostoucím objemem letecké přepravy stále zvyšovat. Přestože ekonomické nároky budou navyšovat počet letových hodin a posouvat využívání letounů k maximu, je potřeba neustále udržovat bezpečnostní standart a poskytovat zákazníkům to, o co by mělo jít především – bezpečné létání. Otázka řízení rizik by se tak měla vyvíjet ještě rychleji než rozvoj letecké dopravy a vždy být o několik kroků napřed.

Předmětem práce bylo porovnání pěti metod hodnocení rizik a určení jejich vhodnosti pro potřeby údržbových organizací. Jednalo se o metody Process and Risk Identification, Facilitated Risk Analysis Process, Technic of Operation, Predictive Human Error Analysis a Aviation Risk Management Solutions. Analyzovaná rizika byla konzultována safety managerem Czech Airlines Technics. Postupy analýzy byly konzultovány s pracovníkem společnosti Datacons. Postupy údržby a aspekty provozu byly konzultovány s certifikujícími techniky společnosti Travel Service. Metody byly ohodnoceny, navzájem porovnány na základě čtyř parametrů a pro každé riziko bylo vytvořeno pořadí vhodnosti použití. Na základě porovnání byly navrženy úpravy pro lepší uživatelskou přístupnost a kvalitnější výsledky.

Jako nejvhodnější metoda byla vyhodnocena Aviation Risk Management Solutions z důvodů snadného zavedení pro potřeby údržbové organizace, srozumitelného postupu, vhodného třídění rizik pro potřeby vyšetřování atd. Metoda Facilitated Risk Analysis Process je postavena na řízených workshopech a tento prvek by mohl být s úspěchem použit pro uvedení do problematiky v rámci kteréholi analýzy, tedy i do metody Aviation Risk Management Solutions. Zvláště v komplikovaných organizačních strukturách je potřeba neustále dbát o orientaci v činnostech napříč odděleními. Workshopy se zastoupením jednotlivých oddělení mohou zajistit komplexnější pokrytí problematiky.

Metody Technic of Operation a Predictive Human Error Analysis jsou zaměřeny na hodnocení lidského faktoru. Přestože této oblasti je v údržbě potřeba věnovat velkou pozornost, samy o sobě metody neobsáhnou také rizika jiného charakteru. Byly by vhodné především jako doplněk ke komplexnějším metodám.

Process and Risk Identification je propracovaná a detailní metoda, která vyžaduje o něco delší čas na přípravu, v závěru ale poskytuje jasně formulované výsledky, které jsou snadno zaznamenatelné do databáze k dalšímu použití. Byla vyvinuta pro podniky nespecifikovaného zaměření, proto pro naplnění potřeb údržbových organizací by bylo potřeba její úpravy a personifikace. Tento krok by znamenal dodatečné náklady.

Z hodnocených metod lze tedy označit jako nejvhodnější Aviation Risk Management Solutions. Věřím, že pro údržbové organizace bude přínosem k prevenci rizik a pro hledání nových řešení při vytváření bezpečnostních bariér. Ztotožňuji se totiž se slovy americké důstojnice námořnictva Grace Hopper: „Nejnebezpečnější fráze v jazyce je, že jsme to vždy dělali tímto způsobem. “

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma metody IPR

Obrázek 2: Schéma metody FRAP

Obrázek 3: Schéma metody TOR

Obrázek 4: Schéma metody PHEA

Obrázek 5: Schéma metody ARMS

Obrázek 6: Obecný bowtie diagram

Obrázek 7: Příkladové riziko

Obrázek 8: Práce na motoru

Obrázek 8: Popis činností při instalaci neschváleného dílu

Obrázek 9: IPR karta rizika pro instalaci neschváleného dílu

Obrázek 10: Popis činností při instalaci dílu pro FRAP metodu

Obrázek 11: Možná opomenutí při instalaci neschváleného dílu

Obrázek 12: Úkolový diagram činností pro výměnu dílu

Obrázek 13: Následky instalace neschváleného dílu

Obrázek 14: ERC matice pro instalaci neschváleného dílu na motor

Obrázek 15: Karta SIRA pro instalaci neschváleného dílu na motor

Obrázek 16: ERCS hodnocení instalace neschváleného dílu na motor

Obrázek 17: Provoz systému AMOS

Obrázek 18: IPR karta pro výpadek systému Amos

Obrázek 19: Možné příčiny výpadku systému AMOS

Obrázek 20: Diagram užívání systému AMOS

Obrázek 21: Diagram následků výpadku systému AMOS

Obrázek 22: ERC matice pro výpadek systému AMOS

Obrázek 23: ERCS matice pro výpadek systému AMOS

Obrázek 24 a 25: Možné způsoby uložení technického benzínu

Obrázek 26: Činnosti související s procesem čištění technickým benzínem

Obrázek 27: IPR karta rizika pro čištění technickým benzínem

Obrázek 28: Činnosti související s čištěním technickým benzínem

Obrázek 29: Chyby při čištění technickým benzínem

Obrázek 30: Diagram činností pro metodu PHEA

Obrázek 31: Následky vzplanutí při čištění technickým benzínem

Obrázek 32: ERC matice pro čištění technickým benzínem

Obrázek 33: Karta SIRA pro čištění technickým benzínem

Obrázek 34: ERCS matice pro čištění technickým benzínem

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kategorie pravděpodobnosti a dopadu

Tabulka 2: Kategorizace rizika

Tabulka 3: První úroveň kontrolního seznamu

Tabulka č. 4: Škála rizika A-D

Tabulka 5: Kategorizace pravděpodobnosti

Tabulka 6: Kategorizace dopadu

Tabulka 7: Kategorizace rizik

Tabulka 8: Skupiny provozních chyb pro metodu TOR

Tabulka 9: Taxonomie metody PHEA

Tabulka 10: ERC matice

Tabulka 11: Kategorizace ERC matice

Tabulka 12: Prioritizace rizik podle metody FRAP

Tabulka 13: Kategorizace činností podle metody TOR

Tabulka 14: Kategorizace chyb a ohodnocení HEP

Tabulka 15: Prioritizace výpadku systému AMOS pro metodu FRAP

Tabulka 16: Kategorizace činností metodou TOR

Tabulka 17: Kategorizace chyb podle metody PHEA

Tabulka 18: Kategorizace rizik pro metodu FRAP

Tabulka. 19: Třídění podle metody TOR

Tabulka 20: Kategorizace chyb a ohodnocení HEP

Tabulka 21: Hodnocení použitelnosti metod pro daná rizika

Literatura

- [1] HURST, Nick W. *Risk Assessment: The Human Dimension*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1998. ISBN 978-0-85404-554-9.
- [2] NEWMAN, Michael C. a Carl L. STROJAN. *Risk assessment: logic and measurement*. Chelsea, Mich.: Ann Arbor Press, c1998. ISBN 9781575040486.
- [3] BATEMAN, Mike. *Tolley's Practical Risk Assessment Handbook*. 5th edition. Routledge, 2006.
- [4] KRULIŠ, Jiří. *Jak vítězit nad riziky: aktivní management rizik - nástroj řízení úspěšných firem*. Praha: Linde, 2011. ISBN 9788072018352.
- [5] *Metodika řízení rizik bezpečnosti informací*. Praha: ČESKÁ REPUBLIKA MINISTERSTVO DOPRAVY, 2014.
- [6] SKŘEHOT, Petr a Jakub TRPIŠ. *Analýza chybování lidského činitele pomocí integrované metody HTA-PHEA*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009.
- [7] *CGE Academy* [online]. CGE Risk Management Solutions, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: https://www.cgerisk.com/knowledgebase/The_bowtie_method
- [8] *ISO* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.iso.cz>
- [9] *IATA: Safety Management System* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: www.iata.org
- [10] BERNATÍK, Aleš. *Prevence závažných havárií I*. [online]. Ostrava, 2006 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/040/.content/sys-cs/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>. Technická univerzita Ostrava.
- [11] *Airline Software* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.airlinesoftware.net/product/1286/amos>
- [12] *Swiss Aviation Software* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.swiss-as.com/amos-mro>
- [13] *The ARMS Methodology for Operational Risk Assessment in Aviation Organisations* [online]. In: . 2010, s. 67 [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <https://skybrary.aero/bookshelf/books/1141.pdf>
- [14] SWAIN, A.D. a H.E. GUTTMANN. *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications* [online]. Albuquerque, 1983 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.nrc.gov/docs/ML0712/ML071210299.pdf>. United States Department of Energy.

[15] YANG, Kun, TAO, Liquan a BAI Jie. Assessment of Flight Crew Errors Based on THERP. *Procedia Engineering* [online]. 2014, (80) [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: www.sciencedirect.com

[16] *Patient Safety BowTies* [online]. CGE Risk Management Solutions, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://www.patientsafetybowties.com/knowledge-base/6-the-bowtie-method>

[17] *MladýPodnikatel.cz* [online]. 11.8.2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://mladypodnikatel.cz/revize-normy-iso-90012015-a-3-zmeny-kttere-prinese-t33689>

[18] VINTR, Zdeněk, David VALIŠ, Michal VINTR a Jiří HLINKA. *Analýzy spolehlivosti a bezpečnosti v praxi*. Brno, 2009.

[19] RAIS, Karel a Radek DOSKOČIL. *Risk management*. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, 2007.

[20] CZECH AIRLINES TECHNICS, A.S. *Výroční zpráva společnosti Czech Airlines Technics, a.s.* [online]. In: . Praha, 2017, s. 45 [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.csatechnics.com/media/files/6/6/CSAT-VZ-2016-SIGNED.PDF>