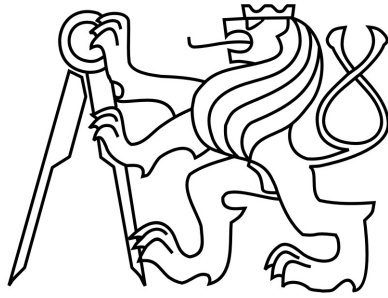


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

Bc. Petra Housková



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ
ÚSTAV LETECKÉ DOPRAVY

Bc. Petra Housková

**Návrh systému pro klasifikaci bezpečnostních událostí u
pohonných jednotek**

Occurrence classification system proposal for engine units

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plos, Ph.D.

Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Praha 2019



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Petra Housková

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Návrh systému pro klasifikaci bezpečnostních událostí u pohonných jednotek**

Název tématu (anglicky): Occurrence Classification System Proposal for Aircraft Powerplants

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza současného stavu klasifikace událostí u pohonných jednotek
- Identifikace možností pro zlepšení současného stavu
- Návrh systému klasifikace bezpečnostních událostí
- Integrace návrhu klasifikace do existujících systémů povinného a dobrovolného hlášení
- Vyhodnocení navrhovaného řešení



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Nancy Leveson. Engineering a safer world : systems thinking applied to safety. The MIT Press, Cambridge, Mass, 2012. ISBN 978-0-262-01662-9.
ADS-51-HDBK, Aeronautical Design Standard Handbook Regulation (EU) No 996/2010

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

Datum zadání diplomové práce: **1. dubna 2019**
(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: **18. května 2020**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Petra Housková
jméno a podpis studenta

V Praze dne 16.4.2019 1. dubna 2019

Čestné prohlášení

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

Rovněž prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užívání 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).

V Praze dne*28.5.2019*.....

Housková
.....
Bc. Petra Housková

Poděkování:

Mé poděkování patří vedoucímu práce Ing. Andrejovi Lališovi, Ph.D. za jeho vstřícný přístup a ochotu pomoci s každým problémem. Společnosti GE Aviation Czech za možnost, vypracovat tuto práci s daty o motorech, svým kolegům za sdílení informací, ochotu pomoci s vypracováním práce a seznámením se způsobem šetření nehod motorů.

Bc. Petra Housková

Abstrakt

Cílem předložené diplomové práce „Návrh systému pro klasifikaci bezpečnostních událostí u pohonných jednotek“ je vytvoření názvosloví pro klasifikaci bezpečnostních událostí, které s pomocí modelu bezpečnosti STAMP pomohou identifikovat důvod vzniku příčiny události. Práce je vytvořena s pomocí společnosti GEAC, které poskytla potřebná data pro její realizaci. Model STAMP společnosti GEAC je rozdělen do jednotlivých systémových analýz. Na ukázce reálné a fiktivní události je do těchto systémových analýz implementováno názvosloví prvotních faktorů, které mohou předcházet vzniku příčiny dané události. Navržené názvosloví a systémové analýzy mohou být využitelné pro následující rozvoj databáze nejen u společnosti GEAC, ale i u kterékoliv jiné společnosti, která má o daný návrh řešení klasifikace bezpečnostních událostí zájem.

Klíčová slova:

systémová analýza, databáze událostí, pohonná jednotka, letecká událost, společnost GEAC, klasifikace názvosloví, příčina, systémové opatření

Abstract:

The goal of this thesis „Occurrence classification system proposal for engine units“ is to create nomenclature for safety events classification, which will help to identify the root cause of such events via STAMP model. The thesis is made with help of the GEAC company, which provided necessary data or realization of this classification. STAMP model of the company is divided into individual system analyses. The nomenclature of primary factors, which may lead to occurrence of the event, is then implemented into the real and fictive event sample. The proposed nomenclature and system analyses are intended to be used for future database development in GEAC as well as in any other company, that is interested in such safety event classification.

Keywords:

System analysis, accident database, powerplant, aviation accident, GEAC, nomenclature classification, root cause, systemic measure, STAMP

Obsah

Seznam zkratek	5
Úvod	7
1 Historie leteckých nehod	8
2 Nehody v současném letectví	9
2.1 Charakteristika událostí v letectví	9
2.2 Spolehlivostní metody a metody analýz nehod	12
2.2.1 Metoda spolehlivostní analýzy FMEA	12
2.2.2 Analýza rizik	13
2.2.3 STAMP Model	15
3 Šetření leteckých událostí	17
3.1 Modelování příčin leteckých nehod	17
3.2 Legislativa v letecké dopravě	19
3.2.1 ICAO – International Civil Aviation Organization	19
3.2.2 EASA	20
3.2.3 EUROCONTROL	21
3.2.4 Národní orgány	22
3.2.5 ÚZPLN	22
4 Společnost GE Aviation	24
4.1 Walther Jinonice	24
4.2 Analýza rizik	24
4.3 STAMP model	25
4.4 Pohonná jednotka	30
5 Analýza současného stavu klasifikace událostí u pohonných jednotek	31
5.1 Sales Force	31
5.1.1 Vstupní data	31
5.1.2 Zpracování Informací	32
5.2 X-Fracas	32
5.2.1 Vstupní data	33

5.2.2	Zpracování informací.....	33
5.3	FDM – FS Connect.....	33
5.3.1	Vstupní data	34
5.4	Field Cases	34
6	Identifikace možností pro zlepšení současného stavu.....	36
7	Návrh systému klasifikace bezpečnostních událostí.....	39
7.1	Názvosloví událostí a poruch komponentů	54
7.2	Názvosloví systémových opatření	57
8	Integrace návrhu klasifikace do existujících systémů povinného a dobrovolného hlášení.....	60
9	Vyhodnocení celkového navrhovaného řešení	65
	Závěr	67
	Použitá literatura.....	68
	Seznam obrázků.....	70
	Seznam Tabulek.....	70
	Seznam grafů	71
	Seznam příloh.....	71

Seznam zkratek

UCL		Úřad civilního letectví
UZPLN		Úřad pro zjišťování příčin leteckých nehod
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská organizace pro civilní letectví
IATA	International air Transport Association	Mezinárodní asociace letecké dopravy
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
FAA	Federal Aviation Authority	Federální letecká správa
USA	United states of America	Spojené státy Americké
RS	Runway safety	nehody na pozemní ploše
MED	Injuries to andlor incapation of person	vliv lidského faktoru
GS	Ground safety	pozemní událost
LOC – I	Lost of control in flight	ztráta kontroly za letu
OD	Operational Damage	událost s poškozením za letu
OTH	Other	jiné
CFIT	Controlled flight into terrain	řízený let do terénu
UNK	Unknown	neznámý
FMEA	Failure mode and Effect analysis	analýza možného výskytu a vlivu vad
OTA	The Office of technology and assesment	model technologie a posuzování

Praktická část:

GEAC	GE Aviation Czech	oficiální název GE Aviation v České republice
DOA	Design Organization Approval	proces designu a vývoje
POA	Product Organization Approval	proces výroby dílu

MOA	Maintenance Organization Approval	proces údržby
MTOA	Maintenance Training Organization Approval	proces školení
CEO	Certification Chief EGINEERING Officer	oddělení certifikace
F&R	Funkcionality and reliability	oddělení funkčnosti a spolehlivosti
A&C	Airworthness and Certifications	letová způsobilost a certifikace
SB	service bulletin	servisní Bulletin
SL	service letter	servisní dopis
CRF	Customer Request Form	formulář žádosti zákazníka
ČSR		Československá Republika
ČR		Česká republika
FDM	Fleet data monitoring	monitorování flotily motorů
MS Excel		Microsoft Excel

Úvod

Safety, v překladu bezpečnost je jeden z nejdůležitějších aspektů, který se vztahuje k jakékoliv lidské činnosti, zabývá se ochranou životů, majetku, řízením a vývojem technologií.

Tak jako všechny druhy dopravy, ani letecká není zcela beznehodová. Důvodem může být spousta faktorů od těch vedlejších, přes chybu posádky až po samotnou poruchu na pohonné jednotce.

Pohonná jednotka neboli motor je jeden z nejkritičtějších a nejdůležitějších systémů na leteckém stroji. Právě touto problematikou se zabývá práce, jejíž první řádky nyní čtete.

Z důvodu mého zájmu o motory, konkrétně ty letecké, jsem si jako téma vybrala právě tuto problematiku a kontaktovala jsem společnost GE Aviation Czech (dále jen GEAC), která letecké motory vyrábí a díky ochotě vedení společnosti mi bylo umožněno tuto diplomovou práci zrealizovat.

Tato práce se zaměřuje na zlepšování bezpečnosti z pohledu motorové jednotky, konkrétně její poruchy. Jak v celém leteckém průmyslu, tak v celé společnosti není určena jednotná a jednoznačná klasifikace poruch. Ráda bych v této práci navrhla konkrétní řešení k analýze dat, které bude využitelné od obecné klasifikace až po konkrétní problematiku společnosti GEAC, která mi tuto práci umožnila a poskytla mi svá interní data k motorové databázi typu M601.

Účelem této práce je navržení vhodného systému, který bude jednotný pro klasifikaci ve všech používaných systémech. Tato klasifikace má za úkol usnadnit současnou situaci a řešení jednotlivých případů, tím i zjednodušení vytváření koncových databází, které slouží pro zdokonalení celého procesu vývoje a odstranění opakujících se závad motorů společnosti GEAC.

Cílem práce je tedy návrh nového systému, ve kterém budou shrnuty nejčastější poruchy. Tento slovník bude sloužit i pro lepší propojení případů mezi jednotlivými aktuálně využívanými systémy a také pro jejich lepší vyhledávání a následné zhodnocení.

1 Historie leteckých nehod

V dnešní rozvojové době je na výběr mnoho možných druhů dopravy, od dopravy pozemní, přes dopravu vodní až po dopravu leteckou. I přes tak velkou možnost výběru je letecká doprava nejčastěji využívána pro překonání větších vzdáleností a také představuje nejrychlejší a nejpohodlnější způsob přepravy osob. Letecká doprava je nejen bezpečná, rychlá a pohodlná, ale často je to i jediná možnost přepravy osob či materiálu na místa, která jsou jinými druhy dopravy nedosažitelná. V dnešní době rozvoje, techniky, a procesů, zajišťujících bezpečnost letecké dopravy je těžké si představit, o kolik víc byly překonány představy a očekávání od prvního letu bratří Wrightů, který se uskutečnil před sto lety se strojem těžším než vzduch, poháněným vlastním motorem. Bohužel se ale těchto několik desítek let neobešlo bez leteckých nehod, jejichž příčinou byla vada techniky, selhání lidského faktoru, nepřízeň počasí, nebo mnoho dalších neočekávaných vlivů. [1]

Letecká nehoda je vždy spojena s velmi vážnými důsledky pro leteckou přepravu a v každém případě se jedná o nežádoucí jev, kterému je třeba za každé okolnosti předcházet, i když to není v mnoha případech možné. Vše závisí na podmínkách letu, kdy určité medium, kterým je v tomto případě vzduch musí být schopno unést velkou hmotnost letadla, a to v mnoha případech i v náročných letových manévrech. Pro co největší eliminaci vzniku poruch se v dnešní době konstruuji letadla, která mají schopnost udržet svou váhu ve vzduchu tak, aby minimalizovala možnost nehod tím, že nedojde ke ztrátě letových schopností a dále piloti absolvují speciální výcvik, který klade důraz na bezpečnost letu. I přes tato opatření dochází ve světě k mnohým nehodám a incidentům. I když je létání stále statisticky nejbezpečnější druh přepravy, nehody a jejich fatální následky jsou hlavní důvod, proč se informace o leteckých nehodách řadí v médiích vždy na první místo. I přes to, že leteckých nehod je o poznání méně. V porovnání s ostatními druhy dopravy, je ale šance pro komentování katastrofálních následků veřejností stále vysoká. [1]

2 Nehody v současném letectví

Celý dlouhodobý vývoj létajících strojů jde ruku v ruce s nehodami. Mnoho prvních pokusů o let strojem těžším, než vzduch skončilo neúspěchem a mnohdy i katastrofálním pádem. Technické parametry konstruovaných letadel z počátku neodpovídaly snahám o vzlet, a tudíž nebylo umožněno vytvoření vztlakové síly, potřebné pro let. Toto je hlavní důvod, proč také řada prvních průkopníků letecké dopravy přišla při pokusech o let se svými stroji o život. [1]

První letecká nehoda se strojem těžším než vzduch, poháněným motorem a s pevnými křídly, při které došlo k úmrtí člena posádky, je historicky datována 17. září roku 1908. Tato nehoda se stala ve Forth Myer ve státě Virginia (Spojené státy Americké). Průběhu nehody předcházela prezentace Bratří Wrightů jejich sestaveného letounu Wright Flyer armádním zastupitelům Ministerstva války Spojených států Amerických. Při demonstraci letu byl pilot Orville Wright na palubě letounu společně s cestujícím, armádním poručíkem Thomasem Selfridge. Společně obkroužili 4,5krát Fort Myer ve výšce 45 m, než došlo k pádu letounu na zem z důvodu oddělení vrtule od trupu. Pilot Orville Wright, který měl několik zranění, včetně několika zlomenin a naraženého boku nehodu přežil. Dle dobových fotografií měl pilot nasazenou čepici, což mohlo mít veliký vliv na záchranu jeho života. Druhý cestující, armádní poručík Thomas Selfridge byl vymrštěn z letounu na jednu z dřevěných vzpěr a utrpěl proražení lebky. Dle dobových fotografií poručík Thomas Selfridge neměl žádnou pokrývku hlavy, která by mohla být alespoň určitým druhem ochrany. [1]

I přes první úspěšné lety motorových, letadel převážně na území Spojených států, nebyla Amerika hlavním průkopníkem letecké dopravy, tudíž ani nezaujala vedoucí pozici v rozvoji letectví. Nejsilnějším důvodem pro tento fakt, byl malý zájem amerických podnikatelů o relativně nebezpečný dopravní prostředek, který nebyl schopen zaručit požadovaný ekonomický přínos pro investory. Aktivním průkopníkem v letecké dopravě byly státy na území Evropy, kde byla hlavním tahem představa, že letadla přinesou zcela nové dimenze do oblasti dopravy, které není možné rozvíjet jen na národní úrovni. Tento fakt byl pravděpodobně důvodem, proč se v Paříži uskutečnila roku 1910 první důležitá konference o problematice mezinárodních práv v letectví. Konference se zúčastnilo 18 států Evropy a řada významných představitelů letecké dopravy. [1]

2.1 Charakteristika událostí v letectví

Letecké události se posuzují z několika hledisek. Z pohledu safety (bezpečnosti) pro posuzování slouží několik specifických faktorů. Na jedné straně jsou definovány charakteristiky incidentu, které ovlivňují bezpečnost letu, aby nedošlo k ovlivnění zdraví cestujících, posádky, ztráty na životech nebo škod na majetku jak leteckých společností, tak

cestujících či obyvatelstva. Tyto chyby vznikají hlavně vlivem lidského faktoru nebo nesprávnou činností leteckých a pozemních zařízení, jejich řízení či zabezpečení. Důsledky incidentu však z pravidla nevyžadují provádění nestandardních letových úkonů a postupů. [1]

Na druhé straně se jedná o faktory, které jsou specifikovány jako Accident (nehoda). Nehoda je definována jako letecká událost, která přímo souvisí s provozem letadla. Tato událost se počítá od doby, kdy osoba nastoupila do letadla s úmyslem vykonat let, až po chvíli, kdy všechny zúčastněné osoby letadlo opustí. Během této doby může nastat několik druhů vážné nehody, které jsou popsány níže. [1]

Usmrcení, nebo vážné poškození zdraví – způsobené následkem přítomnosti osob na palubě letadla, přímým kontaktem s některou částí letadla, včetně částí oddělených, nebo působením proudění plynů za letadlem. [1]

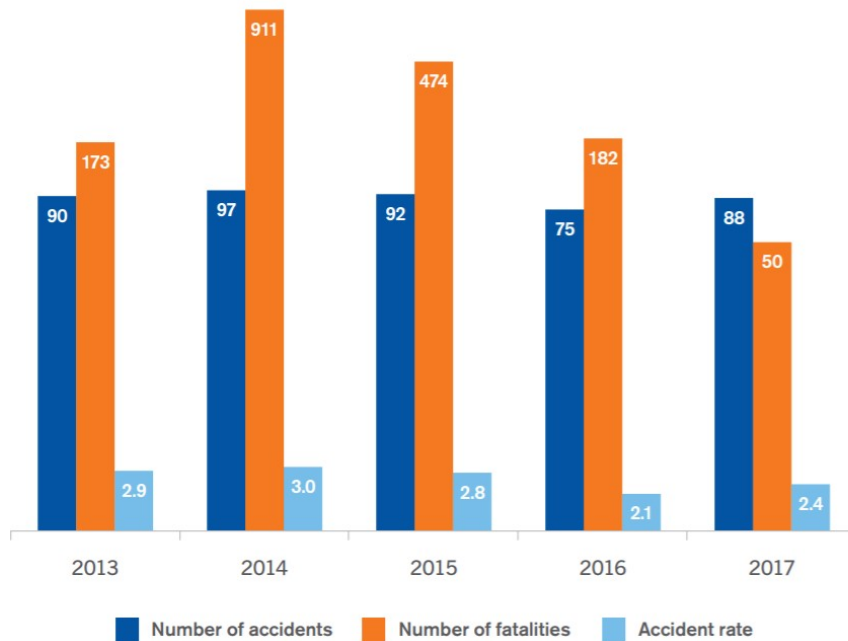
Kompletní a nevratné poškození, zničení letadla – do této kategorie patří i ztráta letadla či jeho přistání v místě, odkud není možné jeho vyzvednutí. [1]

Dočasná ztráta způsobilosti k letu letadla z důvodu poškození či poruchy – v tomto případě se jedná o nepříznivé ovlivnění pevnosti konstrukce, výkonu letadla, nebo jeho letové charakteristiky. Následkem tohoto je oprava ve větším měřítku, než je obvyklé. [1]

Dalším faktorem, kterým mohou být definovány letecké události, je Serious Incident (vážný incident). Jinými slovy se dá o vážném incidentu hovořit jako o okolnostech, kdy téměř došlo k letecké události. Rozdíl mezi leteckou nehodou a vážným incidentem je pouze v jejich následcích. [1]

Pro Českou republiku je definován ještě jeden faktor, kterým je tzv. pozemní událost. Pozemní nehoda je spojena s procedurami na pozemní ploše, které mohou souviset s přípravou k letu, obsluhou letadla, ošetřováním, údržbou, opravami, nebo pouze stáním letadla. Následky pozemní nehody jsou stejně závažné jako u letecké nehody, mohou ovlivnit zdraví osob, způsobit jejich smrt, nebo poškození či zničení letadla. [1]

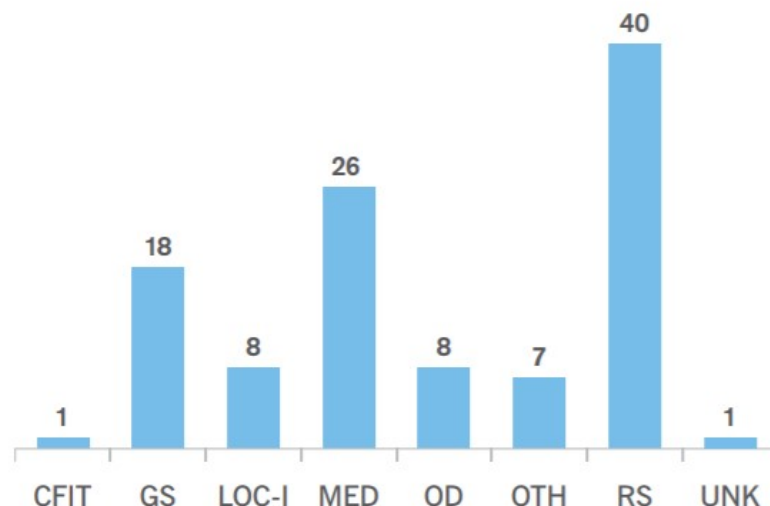
V následujícím grafu číslo 1 je uveden přehled událostí převzatý z IATA Safety report 2018 (IATA bezpečnostní zpráva), kde je ukázán pohyb následků nehod během pěti let. Jak je z tabulky zřejmé, počet nehod s fatálními následky výrazně klesl, i přes kolísající počet událostí. Ačkoliv v porovnání předchozích let s rokem 2017 počet nehod mírně vzrostl. V průměru za celých pět let se situace v letectví značně zlepšila, a to nejen počtem leteckých nehod, ale i v jejich následcích. Jak je vidět v grafu 1 je koeficient hodnocení opět v nižších číslech. [2]



Graf 1 Přehled leteckých nehod v rozmezí let 2013-2017 [2]

(tmavě modrá – počet událostí, oranžová – události s fatálními následky, světle modrá – koeficient hodnocení událostí)

Z IATA Safety Report (IATA bezpečnostní zpráva) za rok 2018 také vyplývá, která událost má největší podíl na leteckých nehodách. Toto hodnocení je uvedeno v následujícím grafu 2. Jednotlivé kategorie a jejich definice je možné nalézt v ICAO Appendix 3.



Graf 2 Podíl událostí na leteckých nehodách [2]

Z grafu 2 vyplývá, že nejčastější události nastaly v kategorii RS – runway safety (nehody na runway a pozemní ploše), druhý nejméně pozitivní počet nehod nastal v kategorii MED – injuries to and/or incapacitation of person (vliv lidského faktoru). Následujícími kategoriemi, seřazenými podle počtu od nejvyššího po nejmenší jsou GS – ground safety (pozemní události), LOC-I – lost of control in flight (ztráta kontroly za letu), OD – operational damage (události s poškozením v provozu), OTH – other (jiné), CFIT – controlled flight into terrain (řízený let do terénu nebo vodní plochy) a UNK – unknown (neznámý). [2]

2.2 Spolehlivostní metody a metody analýz nehod

2.2.1 Metoda spolehlivostní analýzy FMEA

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) se nejčastěji používá v předvýrobních procesech, ve kterých pomáhá identifikovat nejpravděpodobnější a nejkritičtější chyby výrobku (v tomto případě motorů a jejich jednotlivých dílů), nebo v samotném procesu výroby. [3][4]

Metodu FMEA je možné použít v jakékoliv fázi výrobního procesu, tím co nejdříve identifikovat rizika a předcházet jim či zmírnit jejich následky. [3][4]

Cílem metody FMEA je vypracování podrobného rozboru výrobku už v předvýrobních etapách, a to nejen z hlediska poruchovosti, ale i v následných nápravných opatřeních tak, aby se dosáhlo minimálních ztrát produkce podle stanovených požadavků. [3][4]

Hlavní myšlenkou této metody je ohodnocení projevu poruch od nejnižší po nejvyšší úroveň. Každé projevy poruchy se analyzují a hledají se možné lokální nebo systémové následky. [3]

Druhy FMEA metody:

FMEA konstrukce – zkoumá všechny možné selhání systému a vychází přímo z jeho funkcí. Možné příčiny mohou být tedy konstrukčního i výrobního charakteru.

FMEA proces – zkoumá pouze poruchy, které mohou nastat v procesu výroby, montáže a jejich příčiny. Pomáhá nastavit nezbytná nápravná opatření jako FMEA konstrukce.

FMEA výrobek – zkoumá konstrukci i proces výroby jako celek a analyzuje je jako jeden projekt. Nejčastěji se tento druh vztahuje už na formu nakupovaného dílu, nastavuje si ji nejčastěji zákazník.

FMEA výrobní prostředek – vztahuje se na používané výrobní prostředky a je součástí programu pro snížení rizika možných poruch důležitých zařízení. [3]

2.2.2 Analýza rizik

Analýza rizik slouží, jak vypovídá její název, ke zjišťování možných rizik a jejich závažnosti. Musí být jasná a snadno opakovatelná. Kdykoliv musí být možné vyhodnotit další identifikovaná rizika stejným způsobem opakovaně, s využitím stejné metody. [4][6]

Tato metoda pomáhá určit, s jakou pravděpodobností může konkrétní událost nastat opakovaně a jak tomu předcházet. V následných krocích metoda pomáhá detailně analyzovat rizika tak, aby bylo možné přijmout nápravné kroky k jejich eliminaci. Jedná se tedy o kombinaci pravděpodobnosti výskytu určité události a jejich možných dopadů. [4]

2.2.2.1 5 kroků pro určení analýzy

1. určování metodiky upřesňuje samostatný postup, který chceme provést. Spočívá ve sjednocení pohledu na míru dopadu a pravděpodobnost výskytu identifikovatelných rizik. [4]

Riziko lze rozdělit dle pravděpodobnosti jeho výskytu na téměř jisté riziko, kdy se vyskytuje ve skoro každém případě, přes možné riziko, kdy se v konkrétním měření může vyskytnout, ale také nemusí, až po riziko téměř vyloučené, kdy se vyskytne pouze ojedinele. V tabulce 1, kde je zobrazen konkrétní model vyhodnocení rizik pravděpodobnosti je uvedeno i označení pravděpodobné, kdy je možné, že se riziko pravděpodobně vyskytne a riziko nepravděpodobné, kdy se konkrétní riziko může vyskytnout, ale i nemusí. [4]

V tabulce 2 jsou uvedena možná rizika společně s vlivem jejich dopadu od vlivu katastrofického, přes vliv významný až po vliv téměř neznamatelný. Konkrétně se tyto intervaly vztahují od ztráty majetku, přes nutné okamžité řešení nastalé situace až po možnost, kdy riziko nijak neovlivní proces ani funkčnost výrobku. [4]

Tabulka 1 Riziko – pravděpodobnost jeho výskytu [5]

Riziko – pravděpodobnost jeho výskytu			
Úroveň	Označení	Číselné vyjádření	Interval pravděpodobnosti
5	Téměř jisté	5,0 – 4,1	Vyskytuje se skoro vždy
4	Pravděpodobné	4,0 – 3,1	Pravděpodobně se vyskytne
3	Možné	3,0 – 2,1	Někdy se může vyskytnout
2	Nepravděpodobné	2,0 – 1,1	Vyskytnout se může i nemusí
1	Téměř vyloučené	1,0 – 0,1	Vyskytuje se pouze výjimečně

Riziko lze rozdělit i dle jeho dopadu na konkrétní výrobek či proces výroby. Riziko má dvě složky, kterými jsou pravděpodobnost a závažnost. V letectví se častěji využívá alfanumerické vyjádření, což znamená, že některá tabulka nese označení písmeny A-E, a to z důvodu, aby se předešlo případům, kde by stejná hodnota vyjadřovala dvě různá klasifikační rizika. Problém s označením téměř jisté, který se opakuje skoro vždy, nemusí znamenat katastrofickou ztrátu majetku a naopak, téměř vyloučené riziko může mít větší než drobné následky, než se na první pohled zdá.

Tabulka 2 Riziko – dopad [5]

Riziko – Dopad			
Úroveň	Označení	Číselné vyjádření	Interval pravděpodobnosti
5	Katastrofický	5,0 – 4,1	Významná ztráta, ztráta majetku
4	Velmi významný	4,0 – 3,1	Významná ztráta, významné poškození
3	Významný	3,0 – 2,1	Vyžaduje okamžité řešení situace
2	Drobný	2,0 – 1,1	Ovlivňuje pouze dílčí aktivity
1	Téměř neznatelný	1,0 – 0,1	Neovlivní znatelně fungování

2. Krajní polohy rizik vymezují rozsah hodnocení dříve, než se přistoupí ke konkrétnímu hodnocení. V praxi je nutné zvážit konkrétní krajní polohy rizik. V případě implementace příkladu na konkrétní společnost, krajními polohami mohou být ztráta majetku, ztráta zákazníků, finanční problémy, nedodržení zákonů a mnoho dalších. [5]

3. Hodnocení rizik přiřazuje určitou míru pravděpodobnosti k výskytu rizika (1-5) a význam z hlediska dopadu (1-5). Pro vyhodnocení se nejčastěji využívá metoda semaforu, která využívá barevné označení zelenou barvu pro běžná rizika, žlutou barvu pro závažná rizika a červenou barvu pro kritická rizika. [5]

4. Nezávislý pohled jako nutná součást hodnocení rizik, by měl být proveden objektivní a nezávislou osobou. V zájmu společnosti by mělo být provedení analýzy rizik co nejpřesnější. [5]

5. Výstup analýzy rizik musí ohodnotit jednotlivá rizika a vymezit jejich významnost. Výsledkům vyhodnoceným jako kritické je nutné věnovat nejvíc pozornosti. [5]

Pokud se společnost drží výše uvedených pravidel k tvorbě analýzy rizik, měla by být tato metoda přínosná a pomáhat s eliminováním opakujících se rizik a problémů ve všech procesech. [5]

2.2.3 STAMP Model

STAMP model (Systems-Theoretic Accident Model and Processes), jinými slovy teoretický systém modelování nehod a procesů, je součástí systémové teorie, která hledá uspokojující cíle, vyplývající z daných předpokladů o poruchovosti dílů. Model STAMP (teoretický systém modelování nehod a procesů) mění důraz na omezení bezpečnostních opatření tak, aby zabránil jejich porušování nejméně násilnou cestou. Model zahrnuje jak nehody při selhání určitých součástí, tak i pojetí příčin, které je rozšířeno tak, aby zahrnoval i nehody či poruchy v interakci s komponenty. [6][7]

Bezpečnost je v tomto případě vnímána jako problém kontroly spíše než problém spolehlivosti. Tento „jiný“ pohled na situaci vede k mnohem účinnějším a efektivnějším způsobům, jak tvořit bezpečnostní systémy, které jsou v dnešní době nejvíce rizikové a znepokojující. [6][7]

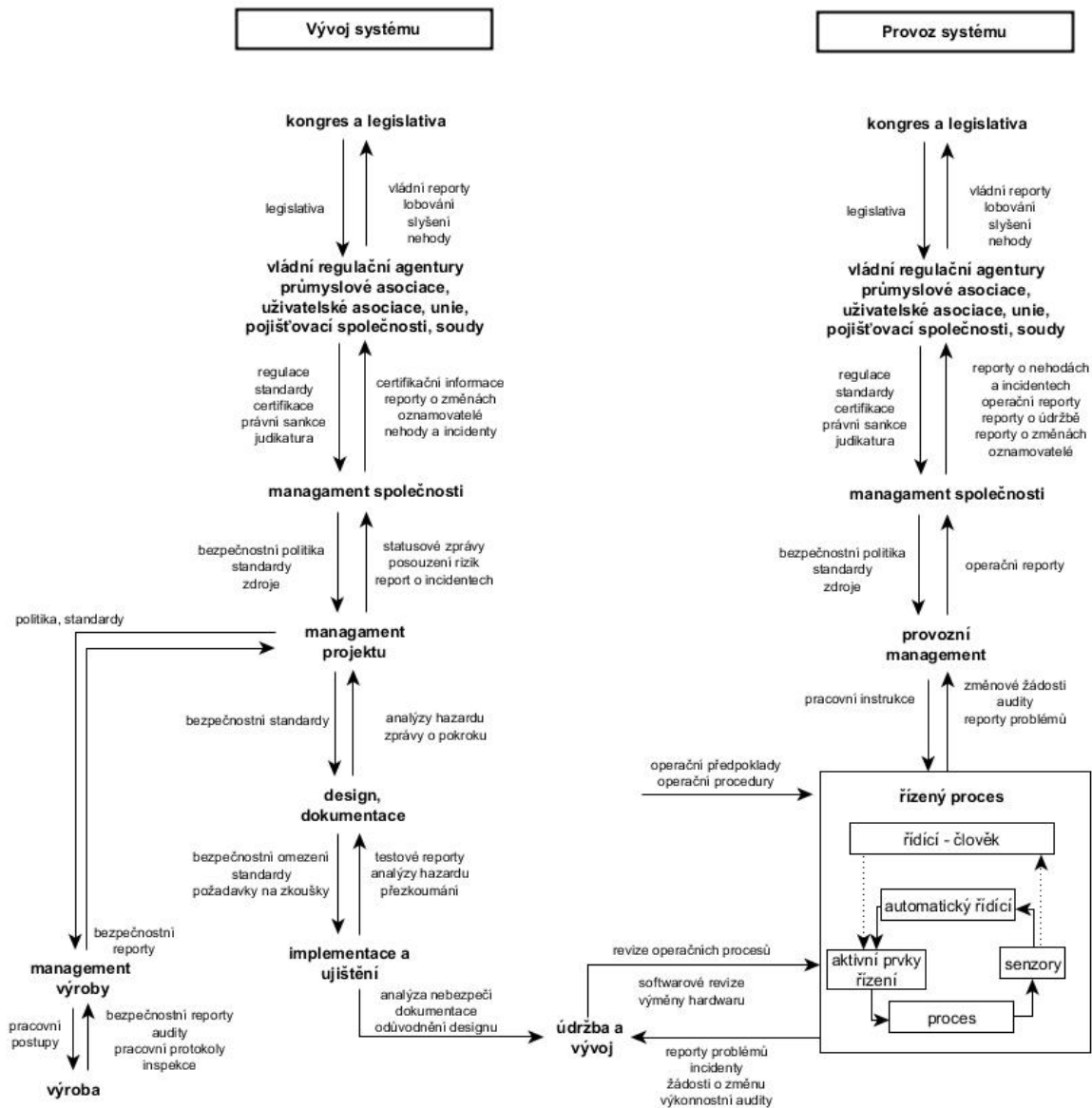
Model má 3 hlavní pojmy, kterými jsou bezpečnostní omezení, hierarchická kontrola a v neposlední řadě procesní modely. Tímto modelem jsou popsány nové pohledy na kauzalitu spolu s klasifikací příčin poruchy či nehody. [6][7]

Pro lepší pochopení STAMP modelu je možné popsat konkrétní případy v různých odvětvích, například kontaminace veřejného vodního systému bakteriemi E. coli v malém městě v Kanadě či ztráta družice Milstar a mnoho dalších. [6][7]

V tradičních modelech příčin jsou nehody považovány za návaznost způsobenou různými řetězci selhání, přičemž každá porucha přímo způsobuje další poruchu v řetězci navazující. Proto musí být definice události uvedena jako souvislost příčin, rozšířená nad rámec událostí selhání tak, aby obsahovala část ovlivňujících příčin událostí a nepřímých systémových příčin mechanismů. V prvním kroku je tedy třeba zobecnit definici nehody. Nehoda je vždy neplánovaná (z provozního hlediska, nezohledňuje se lidský faktor). Tato událost může zahrnovat lidskou smrt, zranění ale i další velké ztráty včetně vybavení, finanční a informačních ztrát. Ztráty jsou důsledkem selhání součástí poruch vnějšího systému, interakcí mezi systémovými komponentami a chováním jednotlivých komponent systému, které vedou k nebezpečným situacím. [6][7]

V teorii systému vznikají pojmy jako bezpečnost ze vzájemných interakcí mezi komponentami. Tento pojem znamená, že se bezpečnost stává problémem řízení, kdy cílem kontroly je prosazování bezpečnosti mezi jednotlivými komponentami a jejím cílem je

prosazování bezpečnostních omezení. Události jsou tedy následkem nedostatečné kontroly nebo vymáhání bezpečnostních omezení týkajících se vývoje, návrhu a provozu systému. [6]



Obrázek 1 STAMP model[6]

Jak je vidět v obrázku 1, celý STAMP model je postavený na ovlivňování každého kroku krokem předešlým. V případě události nelze hledat příčinu pouze v nejbližších krocích, ale i v příčinách, které s událostí na první pohled úplně nesouvisí. Jádrem STAMP modelu je tedy smyčka se zpětnou vazbou, kde na jedné straně je aktivní řízení procesu a na straně druhé její zpětná vazba. Konkrétní příklad modelu je uveden v praktické části této práce níže v kapitole 4.1.

3 Šetření leteckých událostí

Šetření leteckých událostí nelze popsat podle jediného přístupu k vyšetřování. Každá událost je specifická, proto vyžaduje i samostatný pohled na její šetření. I přes vzájemnou počáteční podobu, vyžaduje každá událost jiný přístup a pohled k jejímu vyšetřování, protože příčiny vzniku mohou být kompletně rozdílné. V České republice se šetřením leteckých událostí a incidentů zabývá Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, který je blíže popsán v kapitole 3.2.5. Modelování příčin leteckých událostí a jejich nejčastějších činitelů je popsáno v následující kapitole.

3.1 Modelování příčin leteckých nehod

Důležitým prvkem pro zjišťování příčin leteckých událostí je důsledná analýza jednotlivých faktorů, které mohou mít zásadní vliv na jejich vznik. Pro prevenci situací, které mají za následek leteckou událost a které mají předpoklad se v budoucnosti opakovat, mohou být výsledky těchto šetření zásadním přínosem. K Incidentům v obchodní letecké dopravě dochází v dnešní době již zřídka. I přesto ale je predikce možných příčin událostí, která vychází z vyhodnocování aktuální provozní situace velice důležitá. Nejvíce leteckých incidentů je způsobeno nedůsledným plněním bezpečnostních požadavků anebo vzájemným působením několika příčin. [1]

Z důvodu vzájemného působení několika příčin a jevů, je kategorizace a klasifikace podle typu a příčin leteckých událostí značně komplikovaná. I události, které se na první pohled zdají podobné, často vyžadují velmi rozdílné strategie pro jejich prevenci. Naopak, i jediné opatření může zmírnit či úplně vymýtit řadu předpokladů u velkého množství možných leteckých událostí. [1]

Jedním z příkladů, na kterém lze modelovat předpoklady vzniku leteckých událostí je model OTA (The Office of Technology and Assessment), který je zpracován Úřadem pro posuzování technologií. Jeho cílem je odhalení vzájemných podmínek, které spolu souvisí a vyjadřuje míru bezpečnostních faktorů, které jsou hodnotitelné a mohou být předpokladem pro vznik, nebo příčinou letecké události se zraněním nebo v horším případě se smrtelnými následky. [1]

Model OTA dělí kategorie primárních faktorů a sekundárních faktorů podle prvků, které mají nejbližší vazbu na předpoklad vzniku události. [1]

Kategorie primárních faktorů:

lidský faktor – v obchodní letecké dopravě je příčinou více než dvou třetin leteckých událostí a zahrnuje chyby způsobené nepozorností, sníženou pozorností, špatným rozhodnutím, nepochopením požadavků a mnoho dalších,

prostředí letového provozu – infrastruktura, letiště, objem a hustota letecké dopravy, organizace a způsob řízení letového provozu,

technické a provozní možnosti letadel – technické systémy a vybavení letadel jsou příčinou asi 20-30 % leteckých událostí. Konkrétními příčinami mohou být špatná údržba, špatné konstrukční řešení, nesprávná obsluha,

počasí – v dnešní době je provoz moderních letadel i v nepříznivých povětrnostních podmínkách většinou bezproblémový, avšak i přes to se mohou naskytnout nepředvídatelné jevy, které mohou způsobit provozní potíže, či dokonce poškození,

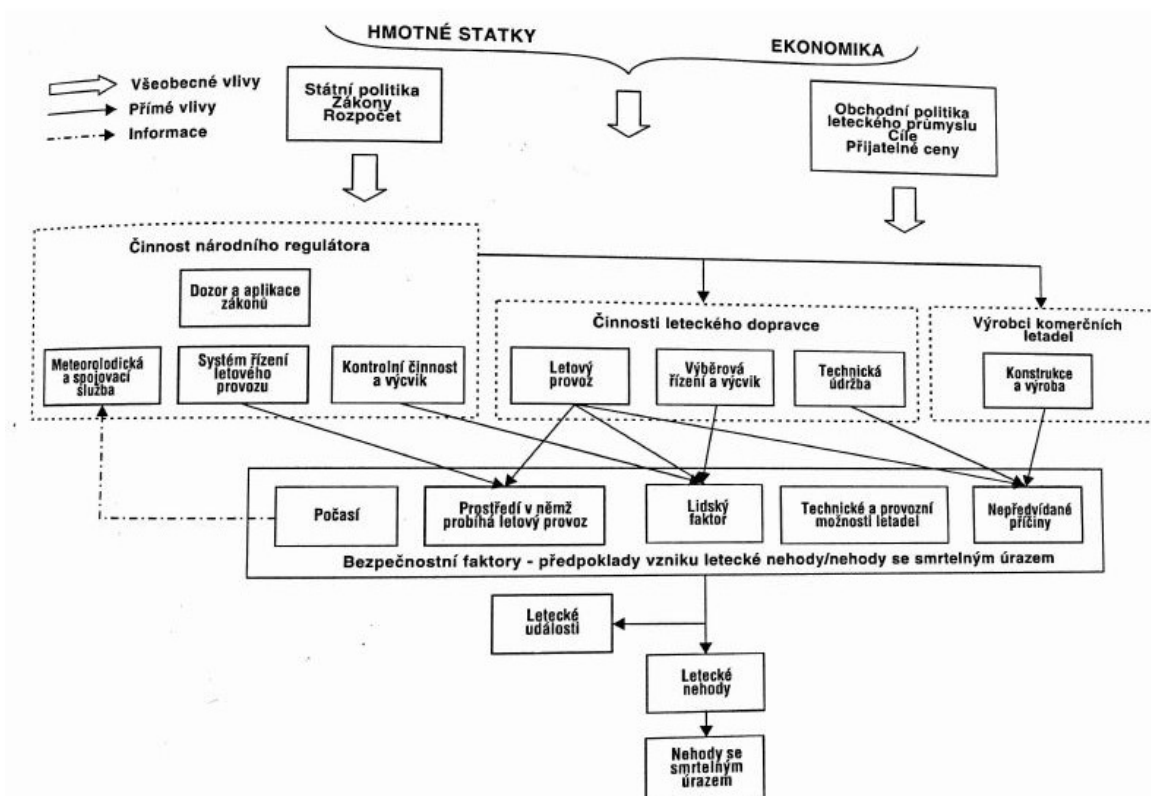
nepředvídatelné příčiny – mají neočekávaný a náhodný charakter. Ve většině případů se jedná o terorismus či sabotáž. [1]

Kategorie sekundárních faktorů obsahuje všechny bezpečnostní faktory, které představují aktivity národního regulátora, provozovatelů letecké dopravy a charakter činností výrobců. Konkrétněji se tyto aktivity dají popsat jako činnosti leteckého dopravce, charakter a kvalita údržby letecké techniky, úroveň proškolení personálu. Z pohledu řízení se jedná o kontrolní, řídicí a informační činnost národního regulátora. Z pohledu konstrukce se jedná o konstrukční a výrobní zkušenosti a praxe výrobců letecké techniky. [1]

Kategorie terciárních faktorů je postavena mimo řetězec přímých příčin leteckých událostí, když v plné šíři ovlivňují chování podniků letecké dopravy a výrobců letecké techniky. Jako terciární faktory lze uvést například politiku státu a dlouhodobé záměry v oblasti leteckého komerčního průmyslu. [1]

Model OTA, který zpracovává vzájemné působení mezi všemi faktory je zobrazen na obrázku 1. Toto vyobrazené vzájemné působení všech faktorů má význam z toho důvodu, že letecké události nejsou z pravidla výsledkem jedné izolované příčiny. [1]

Obrázek 2 model OTA, popisuje vzájemné vztahy mezi primárními, sekundárními a terciárními faktory. Některé vlivy jsou propojeny přímo, některé všeobecnými vlivy a některé pouze informativním tokem.



Obrázek 2 Model OTA [1]

3.2 Legislativa v letecké dopravě

Mezinárodních a národních organizací, které se zabývají leteckou dopravou, řešením bezpečnostních organizací je mnoho od těch největších, kterou je například ICAO, až po organizace na úrovni jednotlivých států, které jsou ale neméně důležité pro provoz a bezpečnost letecké dopravy. Hlavní orgány a organizace jsou popsány níže v následujících podkapitolách.

3.2.1 ICAO – International Civil Aviation Organization

Chicagská úmluva o mezinárodním civilním letectví, jiným názvem ICAO vstoupila v platnost dne 7. prosince roku 1944. Konference pro protihitlerovské koalice a některé další neutrální státy byla svolána Spojenými státy a na následné jednání bylo pozváno 55 států. Mezinárodní konference o civilním letectví byla uspořádána v Chicagu s cílem vypracování právních základů a následného rozvoje civilního letectví v poválečném světě. [7][10]

Výsledkem konference byl závěrečný protokol, který obsahoval čtyři mezinárodní úmluvy. Prozatímní úmluvu o mezinárodním civilním letectví, úmluvu o civilním letectví, Dohodu o tranzitu mezinárodních leteckých služeb, a dohodu o mezinárodní civilní letecké dopravě. [8][10]

Mezinárodní úmluvu o civilním letectví podepsalo 38 zúčastněných států včetně Československé republiky. Dohodu o tranzitu mezinárodních leteckých služeb pak podepsalo společně s Československou republikou i dalších 25 států. Snaha USA o docílení snazšího podnikání v obchodní letecké dopravě a otevření vzdušného prostoru neměla takový dopad, jak se předpokládalo. Jejich dohodu o mezinárodní letecké dopravě podepsalo pouze 11 států, mezi kterými Československá republika nebyla. [8][10]

Chicagská úmluva je rozdělena do dvou částí, první část obsahuje zásady budoucí spolupráce všech členských států a ve druhé části se pojednávají ustanovení, která tvoří ustanovení mezinárodní organizace pro civilní letectví jako celek včetně jejího organizačního členění. [8]

Nejdůležitější zásadou Chicagské úmluvy o mezinárodním civilním letectví se stala suverenita, uvádějící úplnou a výlučnou nadvládu nad svým státním územím a jemu odpovídajícím vzdušným prostorem. Další částí úmluvy jsou normy upravující provoz pravidelných a nepravidelných letů civilních letadel a další sbírku norem pro správnou činnost letecké civilní dopravy. [8]

Tato úmluva je obsažena i ve sbírce zákonů ČR, kde ji lze nalézt jako zákon 147/1947 sbírky Úmluva o mezinárodním civilním letectví. Zaručuje svobodu pro lety civilních letadel ve vzdušném prostoru cizích zemí a pro přistání na cizím území, ale jen v předpokladu, že jsou splněny podmínky ICAO. Standardy ICAO, na kterých se členské státy dohodly, jsou v příloze Chicagské úmluvy v přílohách, které jsou nazývány Annex. Tzv. Annexů je celkem 18. Další standardů a doporučení, které společně s Annex tvoří složku SARPs (Standards and Recommended Practices) existuje několik set ve formě dokumentů, kde jsou uvedeny návody a poradní materiály. Úmluva obsahuje 4 části, které jsou podrobněji rozdělené do jednotlivých hlav. [8]

3.2.2 EASA

Evropská agentura pro bezpečnost v letectví, zkratkou nazývána jako EASA zajišťuje bezpečnost letecké dopravy a její trvalé zvyšování. Působí na úrovni celoevropské, ale pouze v rámci jednotlivých členských států. V Evropském vzdušném prostoru bylo třeba vytvořit orgán, který se bude zabývat problematikou letecké bezpečnosti podobně, jako je tomu v USA, kde tyto povinnosti zajišťuje FAA – Federal Aviation Authority. Po vzoru amerického FAA je úkolem EASA navrhování jednotlivých technických a provozních standardů, které povedou k zajištění nejvyšší možné úrovně bezpečnosti a následná podpora jejich zavádění v rámci členských států Evropské unie a spolupráce s ostatními mezinárodními organizacemi. [7][12]

Hlavními cíly, které nařízení naplňuje, jsou stanovení, podpora a dodržení vysoké úrovně bezpečnosti letecké dopravy ve vzdušném prostoru členských států, ochrana životního prostředí, usnadnění volného pohybu osob, zboží a služeb, vysoká efektivita vynaložených nákladů v rámci certifikačních a regulačních procesů, asistence při plnění povinností členských států vůči ICAO a mnoho dalších. [7]

Zrod EASA probíhá ve dvou fázích. V první fázi se jedná pouze o vytvoření prostoru sloužící pro aktivity společenství pouze v oblasti certifikace leteckých výrobků a následné schvalování organizací a osob, které jsou zodpovědné za jejich údržbu. V druhé fázi se EASA stává centrálním regulačním a certifikačním orgánem, který je zodpovědný za licencování speciálního leteckého personálu, letišť a poskytovatelů služeb řízení letového provozu. [7]

3.2.3 EUROCONTROL

EUROCONTROL, jako samostatná organizace vznikla roku 1960 a byla založena šesti západoevropskými státy. Další státy, včetně České republiky se k organizaci připojily až v průběhu jeho fungování. Hlavním důvodem vzniku EUROCONTROL bylo zajištění bezpečnosti aeronavigace, letového provozu, kontroly letů civilního i vojenského letectví v horním vzdušném prostoru nad území jednotlivých členských států. [7]

EUROCONTROL jako organizace se skládá ze dvou řídicích orgánů, kterými jsou stálá komise pro bezpečnost letového provozu a agentura pro obsluhu letového orgánu. Stálou komisi tvoří členské státy v zastoupení, přičemž každý zastoupený stát disponuje pouze jedním hlasem. Komise vyhodnocuje jednotlivé návrhy na úpravu letového provozu, aeronavigace, unifikace pravidel a zároveň dohlíží na činnost agentury pro obsluhu letového provozu. [7]

Agentura pro obsluhu letového provozu je řízena řídicím výborem a generálním ředitelem. EUROCONTROL tedy vytvořil střediska pro vývoj a výuku vědy a techniky, experimentální střediska aeronavigace a řízení letového provozu. Mimo jiné i několik regionálních služeb pro řízení letového provozu, které podléhá operativním řídicím střediskům, sledujícím jednotlivé činnosti středisek národních a také koordinují jejich činnost. [7]

Konkrétně řečeno agentura, pro splnění svých základních úkolů, stanovuje trasy leteckých spojení na hranicích leteckých koridorů, řídí jednotlivé lety, dává instrukce pilotům přes jednotlivá střediska, organizuje spolupráci mezi jednotlivými vojenskými složkami členských států, dohlíží na dodržování specifických potřeb vojenského letectví, spolupracuje s jednotlivými členskými státy ohledně řešení zabezpečení letů, poskytování pomoci letadlům v nouzi a mnoho dalších. [7]

EUROCONTROL aktivně spolupracuje s ICAO, IATA a dalšími důležitými mezinárodními organizacemi v civilním letectví. V souladu s požadavky ICAO byl členskými státy vytvořen i systém poplatků za používání aeronavigačních služeb a na jeho dodržování také dohlíží. [7]

3.2.4 Národní orgány

Národními orgány, které se zabývají leteckou dopravou a řeší problematiku její bezpečnosti, jsou **Ministerstvo dopravy**, konkrétně odbor civilního letectví a **Úřad pro civilní letectví**. [1]

Ministerstvo dopravy představuje zajišťování a realizaci přijatých zákonů a schválených mezinárodních smluv v civilním letectví parlamentem České republiky. Pravomoc k rozhodování si však ministerstvo dopravy ponechalo jen v některých případech, například v udělování licencí na provoz letecké dopravy. Ostatní rozhodovací pravomoci přenechalo Ministerstvo dopravy Úřadu pro civilní letectví. [1]

Úřad pro civilní letectví (UCL) byl zřízen roku 1997 a to konkrétně zákonem 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb. (živnostenský zákon), jako úřad pro výkon státní správy ve věcech civilního letectví. Je podřízen Ministerstvu dopravy. Jeho činnost je rozdělena do 3 sekcí, kterými jsou sekce technické, sekce letové a provozní a sekce letových standardů. Každá sekce má svého ředitele. Jednotlivé sekce se dále dělí do odborů, které také mají vlastní ředitele. Jednotlivé odbory se dále dělí na oddělení či referáty, které jsou řízeny vedoucími. [1]

Úřad pro civilní letectví byl také pověřen výkonem národního dozorového orgánu. v souladu s legislativou Evropské Unie, konkrétně nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 549/2004 stanovující rámec pro vytvoření jednotného nebe. [1]

3.2.5 ÚZPLN

Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, zkratkou ÚZPLN se řídí zákonem č. 358/2002 Sb., byl jím novelizován zákon 49/1997 Sb. o civilním letectví a s účinností od 1. 1. 2003 byl zřízen ÚZPLN, který převzal kompetence ÚCL (Úřadu pro civilní letectví) v oblasti zjišťování příčin leteckých nehod. [1]

Hlavním důvodem pro jeho založení bylo objektivní šetření leteckých nehod, bez toho, aby se úřad, jakkoliv podílel na zpracování legislativy, vydávání licencí, oprávnění a osvědčení. [1]

Výsledky šetření ÚZPLN nemohou být ovlivněny zájmy leteckých dopravců, provozovatelů letišť, výrobců letadel, orgánů státní správy ani kýmkoliv jiným. Pro ÚZPLN je důležitou součástí nejen šetření nehod, ale i prevence bezpečnosti letecké dopravy. ÚZPLN shromažďuje údaje o leteckých nehodách, hledá a určuje příčiny leteckých nehod

a vypracovává závěry. Na základě vlastního šetření a závěrů předkládá ÚZPLN vlastní návrhy na provádění bezpečnostních opatření. [1]

4 Společnost GE Aviation

General Electric, jako zahraniční korporace vlastní několik společností, jednou z nich je i společnost GEAC sídlící v České republice, na kterou se zaměřuje tato práce.

V roce 2008 společnost GEAC odkoupila výrobní závod společnosti Walter, která se desítky let specializovala na výrobu spolehlivých turbovrtulových motorů. Jen krátký čas nato společnost GEAC vyvinula nový turbovrtulový motor s označením H80, který částečně vychází z původně vyráběného motoru Walter M601. Vyráběné motory se využívají jak pro přepravní, užitkové, zemědělské, tak i moderní letadla. [9]

V průběhu let byla nabídka motorů rozšířena o modely H75 a H85. Všechny motory mají termodynamický výkon 1040 koní a efektivní využití paliva, proto je letadlům s těmito motory umožněn delší dolet, významné zlepšení výkonu při vzletu v horkých dnech a také vyšší rychlost letu ve vysokých nadmořských výškách. Jinými slovy umožňují pohodlný let pilotům i pasažérům v nepříznivých podmínkách. [9]

4.1 Walter Jinonice

První zmínky o spuštění letadlového motoru ve výrobních halách společnosti Walter se datuje do roku 1923. Jednalo se o poválečný motor Walter Minor 4 – IIII s úctyhodnými šedesáti koňskými silami. Po roce 1918 v ČSR drakařský letecký průmysl vzkvétal, ale oblast výroby motorů byla poněkud dramatičtější. S postupem času a zvyšujícími se požadavky na jednoduchost konstrukce, snazší možnost obsluhy a údržby. Dále pak i požadavky na maximální spolehlivost v zátěžových zkouškách. [10]

Pro motory série M601, o kterých se v této práci jedná, se datuje certifikace podle předpisů L8/C, Dodatkem č. 8 do roku 1985. V průběhu roku 1985 se přestavělo celých 7 motorů starší verze M601D na verzi M601E. Sériová výroba motorů verze M601E byla započata koncem roku 1985. Za uplynulých 10 následujících let bylo vyrobeno úctyhodných 1220 kusů. [10]

Se zájmem provozovatelů letadel L410UVP-E mimo země RVHP o vestavění motorů M601E byla společnost Walter donucena certifikovat motory podle předpisů JAE-E a FAR 33 a to nejen od SLI, ale i od ostatních zahraničních zemí a jejich dohlížecích úřadů vztahujících se k budoucímu provozu letadel. [10]

4.2 Analýza rizik

Pro uvedení konkrétního příkladu společnost GEAC nahlíží na tuto problematiku trochu odlišněji. Nevyužívá tabulky s pěti úrovněmi, jak bylo ukázáno v kapitole 2.1.2, ale uvádí

pouze čtyři úrovně, zobrazené v tabulce 3, kterými jsou: no effect – minimal effect – Major effect – hazardous effect. Ve volném překladu to znamená žádný efekt – minimální efekt – vážný efekt – hazardní efekt. Tyto termíny ale není vhodné překládat, jsou uváděny jako „terminus technicus“ a jejich překlad může změnit celý význam hodnocení.

Tabulka 3 Analýza rizik společnosti GEAC [11]

No effect	Minimal effect	Major effect	Hazardous effect
1–3	4–5	5–8	9-10

Základní následky, kterými jsou poškození či ztráta majetku, nízké výnosy a mnoho dalších jsou u většiny leteckých společností stejné. Konkrétní následky vztahující se k dané společnosti, jako ztráty dodavatelů, riziko nedodržení zákonů, nebo nedodržení termínů, například pro zaplacení daného výrobku zákazníkem jsou vázány smlouvami, není tedy pravděpodobné, že tato rizika nastanou.

4.3 STAMP model

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.3. STAMP model, jinými slovy model nehodovosti záleží na systémové teorii hledá uspokojující cíle pro řešení daných událostí, které vyplývají z předpokladů o poruchovosti dílů. Model STAMP teoretický systém modelování událostí a procesů napomáhá snižovat bezpečnostní opatření tak, aby zabránil jejich porušování nejméně násilnou cestou. Model zahrnuje jak události při selhání určitých součástí, tak i pojetí příčin, které je rozšířeno tak, aby zahrnovali události či poruchy v interakci s komponenty. [6]

Společnost GEAC jako zahraniční korporace je ovlivňována z mnoha směrů, nejen od nejvyššího vedení společnosti, ale i lokálním vedením společnosti v ČR, zahraničními i českými zákony přes firemní procesy, vývoj, reklamace a mnoho dalších.

Celý proces ovlivňování je uveden v následujícím obrázku 3. Pro lepší čitelnost jednotlivých polí ve STAMP modelu společnosti je celý model vložen jako příloha 1.

Popis obrázku 3 STAMP model GEAC

Pro lepší pochopitelnost modelu jsou jednotlivá propojení zobrazena čarami, dle jejich účelu.

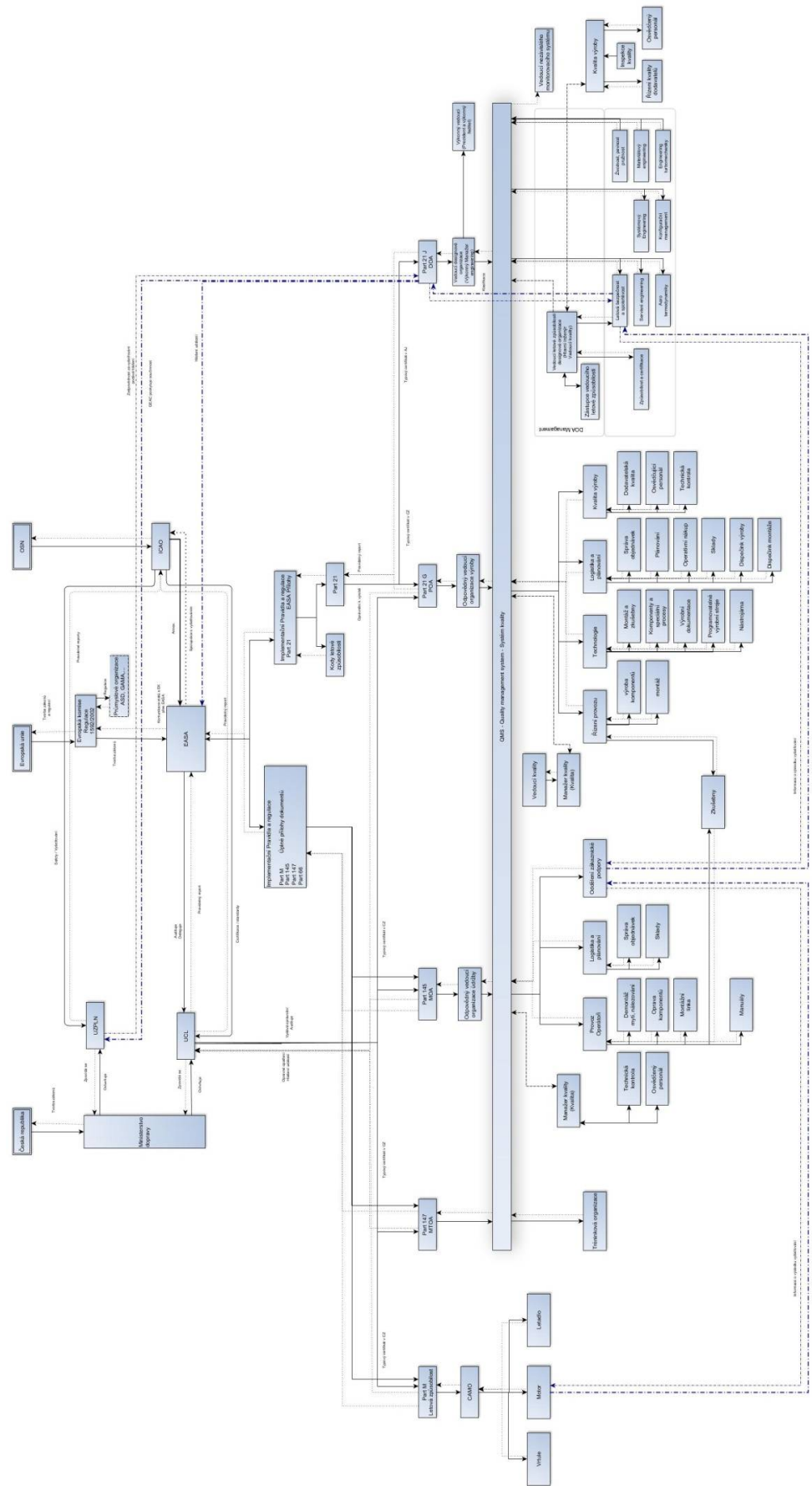
Plná černá čára určuje nejdůležitější propojení, tím jsou dané regulace, certifikáty a všechny podstatné příkazy, které dá nadřazená společnost/oddělení sobě podřazenému oddělení. Zpětná vazba, kterou bývají povětšinou opravná opatření, hlášení, reporty apod. jsou značeny tečkovanou čarou.

Další podstatné propojení je značeno čarou čárkovanou. Toto značení udává propojení systému kvality s jednotlivými podřízenými odděleními. Toto propojení je uvedeno jinak, protože společnost GEAC má jednotný systém kvality pro celou společnost, nicméně každé oddělení (POA, MOA, DOA) má svou vlastní kontrolu kvality, která se zodpovídá pouze QMS (Systému kvality).

Poslední a neméně důležité propojení je uvedeno modrou čerchovanou čarou. Jedná se o oboustrannou komunikaci s operátorem motoru ohledně poruch, událostí, vyšetřování a podobně.

Operátor nahlásí událost pracovníkovi oddělení Zákaznické podpory, který dále informuje oddělení Service engineering. Tento postup proběhne pouze u těch událostí, které podléhají procesu šetření. Oddělení Service engineering oznámí událost na EASA a ÚZPLN, které událost dále řeší z pohledu bezpečnosti. Po došetření události jde zpětná vazba opět přes oddělení Service engineering k pracovníkovi Zákaznické podpory. Pracovník Zákaznické podpory následně vyrozumí operátora o výsledcích vyšetřování a o následných nápravných opatřeních.

Obrázek 3 STAMP model GEAC



Legislativa – všechny národní i nadnárodní organizace, které jsou v grafu uvedeny, jsou popsány v kapitole 4.2. Dalšími konkrétními nařízeními, která vydala Evropská agentura EASA a které je nutné popsat a vysvětlit konkrétněji pro lepší pochopení grafu jsou Part M, Part 145 a Part 147.

Part M – Part neboli Hlava M je dokument, vydaný Evropskou agenturou EASA a týká se způsobilosti letadel, letových výrobků a jednotlivých částí zařízení, společně i s kvalifikací všech pověřených pracovníků. Stanovuje požadavky na letovou způsobilost dopravců a vlastníků letadel s ohledem na povinnost zachovat letovou způsobilost. [11][16]

Part 145 – dokument, vydaný Evropskou agenturou EASA, udávající oprávnění k údržbě leteckých výrobků a jednotlivých částí zařízení, společně s klasifikací všech pověřených pracovníků. Na oficiálních stránkách Evropské agentury EASA lze nalézt všechny společnosti, které mají vydaná oprávnění k údržbě.

Part147 – dokument, vydaný Evropskou agenturou EASA, udává podobně jako hlava 145 oprávnění k údržbě leteckých výrobků a současně opravňuje k výcviku pověřených pracovníků.

POA – product organization approval, organizace výrobního (produktového) schvalování, je součástí společnosti GEAC, pod kterou spadá celý proces výroby pohonných jednotek vyráběných společnostmi GEAC včetně všech interních procesů.

MOA – maintenance organization approval, organizace údržby, je součástí společnosti GEAC, pod kterou spadá kompletně celý proces údržby pohonných jednotek, vyráběných společnostmi GEAC včetně zákaznické podpory, nebo komunikace s dodavatelem či zákazníky (operátory).

DOA – design organization approval, oddělení vývoje zajišťuje celý proces vývoje, zkoušek nového materiálu a ostatních procesů, potřebných k designovému procesu.

MTOA – maintenance training organization approval, oddělení pro školení pověřených pracovníků je součástí společnosti GEAC, sloužící pro výcvik pracovníků údržby, aby jejich práce splňovala všechny požadavky, určené nejen interními směnicemi, ale i uvedenými v oprávnění vydaném Evropskou agenturou EASA.

Zákazník (customer) – zákazníkem jsou bráni všichni provozovatelé leteckých prostředků s motory, vyrobenými společnostmi GEAC a kterým se společnost stará nejen o údržbu, ale i opravy, zaškolení personálu a všechny práce, které je potřeba pro bezpečný provoz leteckého motoru.

QMS – quality management systém v překladu systém jakosti, je jedna z nejdůležitějších organizací v rámci společnosti GEAC. Hlídá a kontroluje dodržování kvality, bezpečnosti a postupů ve všech organizacích uvnitř společnosti.

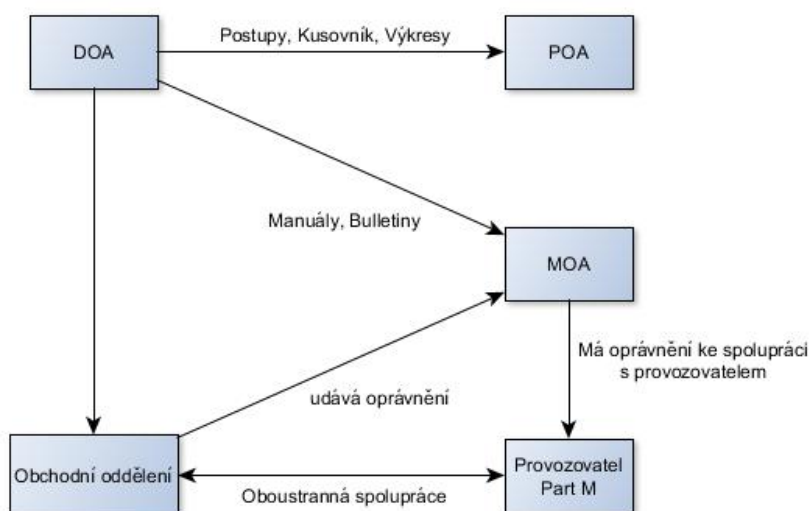
CAMO – předpis, daný Úřadem pro civilní letectví udávající předpisy pro řízení zachování letové způsobilosti letadel, která nejsou využívána pro obchodní leteckou dopravu a jejichž typové osvědčení spadá pod pravomoc agentury EASA. Jedná se o tzv. transferová letadla a je řízeno výhradně v souladu s Partem M. [12][16]

Pro konkrétní popis procesu fungování mezi odvětvími DOA-POA-MOA-Zákaznické oddělení-Zákazník (customer), kde zkratka DOA je pro design, POA pro produkt a MOA pro údržbu. V následujícím obrázku 4 je zobrazeno jejich propojení včetně popisu jednotlivých způsobů, jak které odvětví ovlivňuje ty ostatní.

DOA – Jako hlavní oddělení zadává úkoly všem ostatním a udává, jak mají jednotlivé kroky správně vypadat.

MOA a POA pracují na základě instrukcí, které jim zadává DOA. Ovšem POA ručí konkrétně za letuschopnost (vydává Form1) a MOA vydává Form1 pouze na provedení prací vypsanych v manuálu, který je volně přístupný všem zákazníkům.

Obchodní oddělení domluví konkrétní proces komunikace se zákazníkem a následně dá požadavek oddělení údržby (MOA), aby klasifikovaný pracovník našel řešení konkrétního problému.



Obrázek 4 Proces fungování DOA-POA-MOA-Provozovatel

Konkrétní systém spolupráce, aby oddělení údržby bylo schopno pracovat samostatně, je určen v interních směrnících společnosti GEAC.

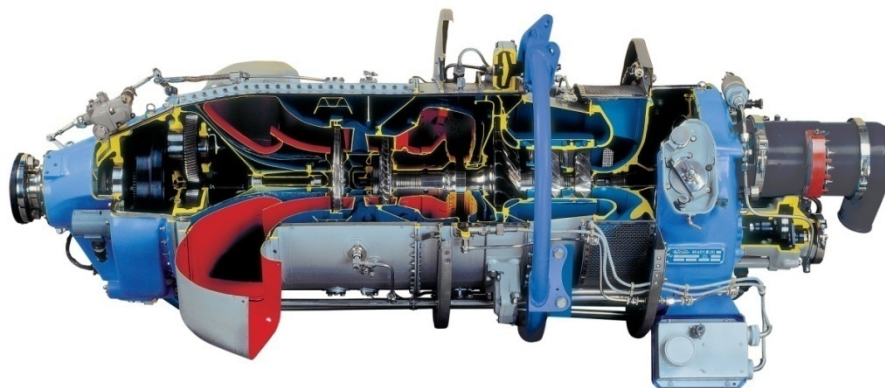
Work Scope (Rozsah prací), udává rozsah prací, které si zákazník na základě údržbových procesů vydaných MOA smí provádět sám.

4.4 Pohonná jednotka

Pohonných jednotek pro letecké stroje malých i velkých rozměrů je velké množství. Popis všech druhů není tématem této práce. Proto se budu věnovat pouze motorům M601, které vyrábí společnost GEAC, která poskytla svá interní data, pro tvorbu této práce.

Pohonná jednotka M601 je využívána pro menší letadla, například letadlo L 410 vyráběná společností Aircraft Industries společně s vrtulí, vyráběnou společností Avia Propeller. Letadlo L 410 je sériově vyráběný hornoplošník, sloužící pro přepravu maximálně devatenácti cestujících. Je poháněn dvěma turbovrtulovými motory GE M601. [13]

Turbovrtulový motor M601 se skládá ze dvou hlavních částí, plynového generátoru, který dodává horký plyn a turbíny, sloužící k pohonu vrtule prostřednictvím reduktoru. Tyto části jsou na sobě mechanicky nezávislé a oddělitelné. [9]



Obrázek 5 Pohonná jednotka M601 [9]

5 Analýza současného stavu klasifikace událostí u pohonných jednotek

Aktuální proces zpracování vstupních informací (jejich kompletace, zaznamenání do systému, vyhodnocení) a následné hledání řešení probíhá v několika na sobě nezávislých krocích a realizuje se v několika různých systémech. Podstatnou komplikací v aktuálním procesu je nedokonalá návaznost mezi jednotlivými systémy. Provázanost systémů závisí na komunikaci pověřených osob, které spolupracují na řešení stejného problému. Podklady jsou předávány mezi systémy dle skupin, které pracují na řešení daného problému.

Systémy se nazývají X-Fracas, Sales Force, FDM-FS Connect (Fleet Data Monitoring), a interní Excelovská databáze „Field Cases“. Tyto systémy jsou konkrétněji popsány v následujících kapitolách.

5.1 Sales Force

Sales Force je CRM systém, vyvinutý pro zefektivnění a zjednodušení práce v oblasti prodeje, zákaznického servisu, marketingu a dalších. Poskytuje přístup k datům odkudkoliv, kdykoliv a z jakéhokoliv zařízení (počítač, tablet, mobilní telefon online i offline) díky řešení ukládání dat na virtuálním úložišti. [14]

Pokryje většinu firemních procesů výrazně rychleji než interní systémy. Zároveň je možné daná řešení přizpůsobit na míru konkrétním požadavkům, včetně online spojení s interními systémy. [14]

První informace o události, poruše, či dokonce o incidentu se do společnosti dostanou většinou přímo od zákazníka, který kontaktuje oddělení zákaznické podpory společnosti GE Aviation Czech. První kontakt zákazníka s oddělením zákaznické podpory probíhá přes emailovou komunikaci či telefonicky. Pracovník zákaznické podpory událost zaznamená, poté zhodnotí situaci a najde nejvhodnější řešení. Letecké společnosti mnohdy kontaktují servisní centra i v případě, že potřebují „jen“ radu, nicméně i tyto případy se zaznamenávají v systému Sales Force. V případě, že se nejedná o servisní žádost (dotaz), nebo k vyřešení problému nestačí pouze zásah provozního technika, je třeba povolat i vyšetřovací tým z oddělení Bezpečnosti.

5.1.1 Vstupní data

Zákazník je povinen v prvním kroku zaslat vyplněný CRF (Customer Request Form) buď elektronický, nebo papírový, společně s kopií EASA form1 (Form one) a Atestem, do společnosti, konkrétně na oddělení zákaznické podpory. V dalším kroku následuje

dohoda o tom, zda je díl v záruce, nebo jestli je nutné ho opravit na náklady zákazníka. I v případě vyšetřování dílu z důvodu bezpečnosti, je opět nejdříve kontaktováno oddělení zákaznické podpory, poté je případ předán s kompletní sadou informací specializovaným oddělením. Po ukončení šetření je oddělení zákaznické podpory obeznámeno s výsledkem a o výsledku informuje zákazníka. Po provedení šetření se každý šetřený díl vyřadí z provozu a zlikviduje dle předpisů.

Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, vstupní data pochází přímo od zákazníka, provozovatele motoru, či od servisního centra. Pracovník oddělení servisu zaznamená kompletní informace do systému Sales Force, ze kterého je dále možné tyto informace čerpat, doplňovat, nebo si vyžádat doplnění informací od jiných pracovníků nebo od zákazníka. Do tohoto systému se zaznamenávají všechny akce od oznámení problému zákazníkem, přes proces řešení včetně řešení reklamace, opravy, šetření až po konečné řešení a zpětné informování zákazníka. Bez rozdílu závažnosti je každý případ nutné zaznamenat do systému Sales Force. Zaznamenávají se i jednotlivé kroky nejen fyzické, ale i komunikační jak ze strany zákazníka, tak v rámci komunikace uvnitř firmy.

5.1.2 Zpracování Informací

Pro vyřešení problému/dotazu, který přijde od zákazníka, musí být nejprve kompletní všechna potřebná data (viz předchozí odstavec). Samostatný proces v rámci firmy závisí na druhu problému, zda se jedná o incident a tím pádem se díl/motor vyšetřuje, nebo zda se jedná o díl, který je v rámci reklamace nahrazen za nový nebo opraven na náklady zákazníka. Po interním vyhodnocení a uzavření celého procesu je zákazník obeznámen se situací, kterou dle svého uvážení schválí či zamítne. V případě zamítnutí rozhodnutí zákazníkem, probíhá část procesu opakovaně, dokud nejsou se zákazníkem dohodnuty podmínky, které oběma stranám vyhovují.

5.2 X-Fracas

Webový systém, sloužící pro hlášení, analýzu a nápravu poruch. Díky své konfigurovatelnosti je možné implementovat hlášení o incidentu/selhání, jako analýzu poruch na všech součástech, konkrétní sledování dílu pro serializované systémy, analýzu základních příčin, řešení problémů v týmu a sledování dokončení přiřazených akcí. [15]

Klíčovými vlastnostmi systému X-Fracas jsou nejen snadný přístup přes web, usnadňující spolupráci a využití na více místech (u dodavatelů, u zákazníků), ale i flexibilita a vysoká konfigurovatelnost, díky kterým může lépe vyhovovat specifickým procesům konkrétních organizací. V neposlední řadě i možnost překlenutí mezi řešením jednotlivých selhání a řízením úsilí o pochopení, omezení a vyřešení základních problémů. [15]

5.2.1 Vstupní data

Vstupní data přichází do systému vždy od zákazníka, stejně jako tomu je u systému Sales Force avšak do X-Fracas zaznamenávají pověření pracovníci události, které je nutné objasnit. Do systému se vyplní konkrétní informace o motoru, o zákazníkovi a o dané události.

V dalším kroku zadavatel přiřadí tzv. „vlastníka“, který je zodpovědný za celý průběh a řešení konkrétní události. Systémové „poslání“ je, že vlastník zadává do systému konkrétní akce a také je přiřazuje na konkrétní řešitele, kterými jsou členové jeho týmu. Po řešitelích vyžaduje dodání informací v předem určeném termínu. Po shromáždění všech potřebných informací vytvoří vlastník závěrečné vyjádření, kde popíše kořenovou příčinu a její nápravné opatření.

Podle klasifikace se události hlásí na vedení společnosti, nebo přímo na EASA. Po nalezení kořenové příčiny a zadání nápravných opatření se událost systémově zreviduje a následně uzavře.

5.2.2 Zpracování informací

Prvotní informace, které se zadávají do systému X-Fracas pochází od zákazníka, přes oddělení zákaznické podpory, které je se zákazníkem v přímém kontaktu. Poté se všechny informace zaznamenají do systému, řešení události projde všemi požadovanými kroky procesu šetření a následně po vyhodnocení šetření je vydán závěr, kde se definují příčiny události a určí se konkrétní nápravná opatření.

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, během šetření události je třeba několik různých kroků. Výsledkem je poté určení nápravných opatření, aby se při objevení totožné příčiny událost nestávala opakovaně. Výsledek šetření je zákazníkovi oznámen prostřednictvím oddělení zákaznické podpory, stejně jako v případě všech událostí, hlášených přes systém Sales Force.

5.3 FDM – FS Connect

Flight Data Management, zkráceně FDM je internetová databáze, díky které lze mít celou „flotilu“ (databázi) motorů, vyrobených společnostmi GEAC, na jednom místě a dostupnou pro pracovníky po celém světě.

Jinak řečeno FDM slouží jako kompletní správa motorové flotily, včetně událostí, servisních bulletinů, informací o letadle, na kterém je motor instalován a jeho nálety. Ze zmíněného systému lze databázi FDM přirovnat k systému Sales Force, kdy oba slouží pro informování pracovníků GEAC v celé společnosti z jakéhokoliv kontinentu.

5.3.1 Vstupní data

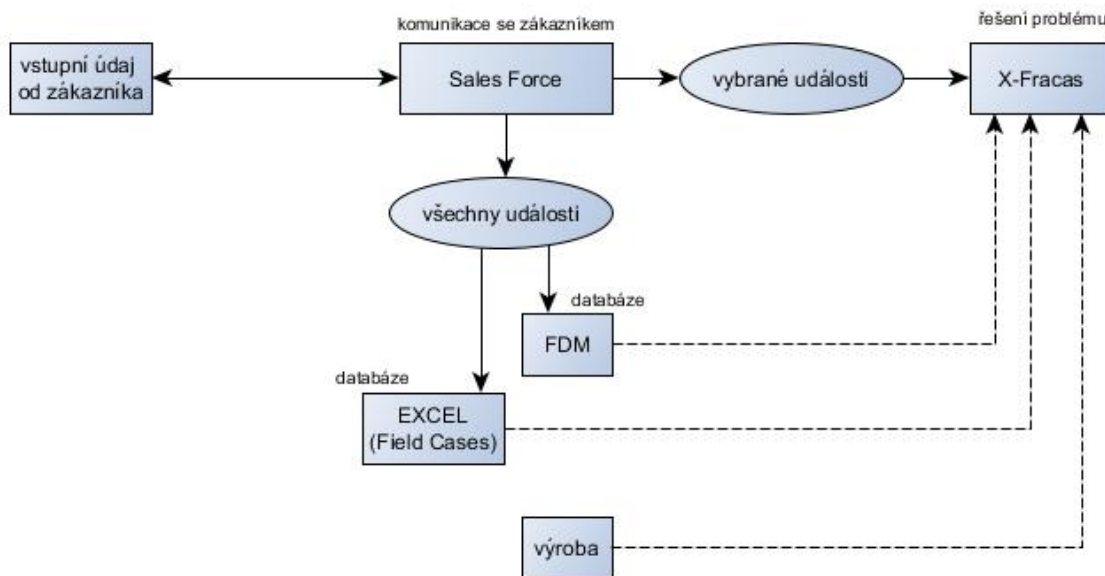
Vstupní data do systému FDM FS-Connect jsou čerpána ze systému Sales Force, které je nutné zadat maximálně do 24 hodin, aby byla udržena komplexnost informovanosti všech pověřených pracovníků včetně vedení společnosti. Určený pracovník, který dostane první informace od zákazníka, je povinen je zadat do systému, včetně faktorů, které události předcházely a také faktorů, které z události vyplývají. Po ukončení šetření určený pracovník vyplní řešení události, které systém odešle všem pověřeným osobám.

5.4 Field Cases

Field Cases, jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly 5, je interní soubor vytvořen v prostředí MS Excel (.xlsx), do kterého se zadávají konkrétní poruchy, závady či v horším případě události komponentů, celého motoru či celého letadla. Ve výsledné tabulce se nezaznamenávají pouze poruchy, ale i kompletní informace o letadle, motoru, zákazníkovi a nefunkčním dílu. Do této tabulky se uvádí i výsledný „Failure Mode“, neboli příčina poruchy, závady, nehody od banálních inspekcí až po vyhodnocení nehody. Tento soubor obsahuje důvěrná data, a tudíž není možné uvést jej jako příklad v této práci. Lze však použít část využívaného názvosloví, na kterém se zakládá podstatný výstup této práce, a to tvorba klasifikace názvosloví (slovníku), které se nejčastěji používá jako vyhodnocení. Jelikož do této tabulky má přístup jakýkoliv pracovník společnosti, může se stát, že některé informace mohou být zkreslené.

V ideálním stavu informovanosti všech oddělení v rámci společnosti GEAC přijde „oznámení z pole“, kdy zákazník informuje pracovníka oddělení zákaznické podpory o svém problému. Tento pověřený pracovník následně zadá všechny informace do systému Sales Force a informuje oddělení Service Engineering, kde určený pracovník zadá tyto údaje i do systému X-Fracas. Veškeré informace jsou následně zadány do interní excelovské tabulky Field Cases a následně do databáze FDM. Celý proces je vyobrazen v obrázku 6.

Jak je v obrázku znázorněno, všechny vstupní informace pocházející od zákazníka jdou přes oddělení zákaznické podpory, které informace zadá do systému Sales Force a dále jsou informace čerpány do všech zmíněných systémů. Zpětný proces informování zákazníka o výsledku šetření jde opět přes oddělení zákaznické podpory, které je v kontaktu se zákazníkem přímo.



Obrázek 6 Model procesu zpracování informací

Tím, že do každého systému se data a informace o události vpisují manuálně a většinou více lidmi, dochází k nesouladu během zaznamenávání událostí. Každý pracovník vpisuje data do jednotlivých systémů většinou svými slovy, proto není mezi systémy přímá souvislost například v názvosloví. Proto, když se dělají souhrnné informační zprávy, například výroční zprávy pro vedení společnosti, je nutné každou hledat událost jednotlivě a v každém systému zvlášť.

Mnohdy se stane, že několik událostí, které mají stejný průběh, příčinu i řešení jsou v každém systému nazvány jinak. Tento fakt ovlivňuje i to, že proces, který je zobrazen v obrázku 6 mnohdy nefunguje tak, jak by bylo ideální. Nejčastější chyba v procesu je způsobena lidským faktorem. V ideálním případě nejdůležitější systém X-Fracas čerpá potřebná data z ostatních systémů. V reálu se mnohdy stane, že v datové schránce FDM a v excelovské tabulce Field Cases nejsou kompletní, nebo dokonce jsou zadávána zpětně. Tím je situace značně zkomplikovaná, protože nejen že pracovník Safety a Service Engineering musí manuálně hledat událost ve všech systémech, aby získal potřebná data, ale taky zjišťovat data fyzicky od pověřených pracovníků a doplňovat kořenovou příčinu dle vlastního uvážení v případech, kdy je jasně známa už z fyzické prohlídky motoru, nebo z informací od zákazníka, ale není doplněna v systémech.

6 Identifikace možností pro zlepšení současného stavu

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole 5, hlavním chybovým faktorem je faktor lidský. Konkrétně v případě manuálního vpisování více než jednoho člověka do několika systémů. Tento faktor bohužel není možné vymístit kompletně, proto je vhodné alespoň usnadnit propojení názvosloví mezi jednotlivými systémy a tím i usnadnit orientaci pracovníka v daném procesu. Prakticky není možné sjednotit kompletně všechny pole pro vpisování informací, protože jednotlivé události se od sebe liší a proto je třeba všechny známé informace zaznamenat, také postup a poznámky šetření je třeba zaznamenávat už v průběhu. Pro zjednodušení zaznamenávání událostí, orientaci v důvodech vzniku příčin a hledání řešení, jejich sjednocení ve všech systémech a následné zpětné hledání totožných událostí, například pro souhrnné výroční zprávy pro vedení společnosti, lze sjednotit názvosloví v tzv. „Root Cause“ neboli kořenové příčině, která se uvádí v každém systému. Jelikož v současném procesu není dáno jednotné názvosloví, popsaná kořenová příčina je mnohdy zapsána více způsoby. Systémové opatření z hlediska všech procesů ve společnosti GEAC se v současném procesu zaznamenávání řeší pouze při vážných událostech.

Jako konkrétní případ uvedu tzv. únik oleje (oil leak). V rozmezí let dvou let 2017-2018 se tato událost vyskytla patnáctkrát a z toho byla dvakrát zaznamenána jako únik oleje (oil leak), jednou jako uniknutí oleje (oil leakage) a dvanáctkrát jako unikání oleje (oil leaking). Ve všech případech se jedná o stejnou příčinu, jen díky volnosti vpisovacích polí nazvanou různě. Společnost GEAC, jako korporátní firma využívá anglický jazyk místo českého, proto jsou v této práci uváděny názvy v obou jazycích pro lepší orientaci. Z tohoto příkladu o úniku oleje vyplývá, že každý, kdo chce dohledat všechny události se stejnou kořenovou příčinou, musí hledat podrobněji a manuálně, nemluvě o tom, že v některých případech se může naskytnout použití jiné kombinace velkých a malých písmen, či dokonce gramatická chyba. Samozřejmě ne vždy je příčina úniku oleje na stejném místě, ale detailnější popis je možné uvádět ve „failure mode“ (režim selhání). Důvody vzniku prvotních faktorů, například ze špatně nastaveného nářadí a tím pádem špatné dotažení šroubů, které mají za následnou příčinu únik oleje, se nehledají.

Události, které se ve společnosti GEAC v průběhu let opakují v rámci celé flotily, jsou pečlivě zaznamenávány od jejího ohlášení, přes proces nalezení příčiny, řešení a následná preventivní opatření. Proto lze dohledat, které se opakují nejčastěji, které jsou nové

(například při změnách designu některých dílů či při vývoji) a které nastávají pouze ojediněle. Výsledkem sběru těchto dat jsou desítky událostí a ještě více názvů jejich kořenových příčin.

Kořenová příčina je uváděna ve všech systémech, proto se jeví jako nejlepší volba pro sjednocení názvosloví. Pro popis kořenové příčiny není nutné vpisovat dlouhé texty, popis události je možné dále rozvíjet v následujících k tomu určených polích.

Dalším klíčovým chybovým faktorem je nahlížení na událost jako na konkrétní věc, ne jako na výsledek celkových procesů, které jí mohou předcházet už od návrhu designu.

Ve výsledných shrnutích je tedy zřejmé, kolikrát se daná událost stala, jaká je její příčina, ale nedá se konkrétně dohledat spojitost v počátcích celého procesu, která by mohla příčinu ještě víc eliminovat.

Pro snadnější propojení mezi jednotlivými systémy, snížení názvů stejných kořenových příčin a ulehčení práce s vyhledáváním je vhodným řešením sjednocení používaného názvosloví pro kořenovou příčinu ve všech systémech, s pohledem na její hledání jako celku a na možnost více faktorů, které jí mohly předcházet. Nejen na aktuální situaci.

Dalším bodem pro zlepšení propojení mezi jednotlivými systémy je přidání návrhu kategorie systémové opatření (fyzické posouzení). Tato kategorie pomůže s následným sjednocením a zpětným dohledáváním důvodu, proč daná příčina vznikla a co jí mohlo předcházet v celkovém procesu. Návrhem tohoto názvosloví se tedy bude zabývat zbytek této práce.

V následujícím obrázku 7 je zobrazeno výsledné hlášení události ze systému X-Fracas. Pro tuto práci je uvedena událost, která dle výsledku vyšetřování nebyla způsobena motorem a citlivá data jsou z důvodu zachování interních dat společnosti GEAC vymazána. Jak je patrné, hlášení obsahuje data vyšetřujícího, operátora, motoru a události včetně popisu, řešení a následně nápravných opatření. V obrázku 7 je uvedena pouze část hlášení události. Jak je patrné, většina polí je uzpůsobena pro vpisování volného textu, kde je možné konkrétní událost popsat, tudíž je možnost pole „Root cause“, (v této ukázce je nazváno jako „Primary Component Issue“) zaměnit za pole s možným výběrem předvolených příčin.

Co ovšem výsledná zpráva neobsahuje, je propojení důvodu vzniku příčiny do hlubší systémové analýzy společnosti. V tomto konkrétním případě se ukázala vina za vznik příčiny špatným provozem operátora. V tomto případě nelze ukázat celý proces hledání příčiny až do počátku výroby a operátor musí hledat důvody ve své systémové analýze, aby podobným událostem mohl v budoucnu předejít.

Vstupní data pro vytvoření bezpečnostního hlášení jsou brána z ostatních systémů, jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách. Samotné šetření události provádí pověřený

pracovník oddělení Service Engineeringu. Celý průběh šetření je pečlivě zaznamenáván do hlášení ovšem jen z pohledu aktuální události, ne z pohledu všech možností, které mohou události předcházet. Po ukončení šetření je výsledek opět zaznamenán do bezpečnostního hlášení a následně je výsledek šetření zaznamenán i do ostatních systémů.

Event # Censored Field | UER | L410 | Lack of power, corrosion | M601E |

Report Generated: Censored

<p>Assigned to Worklist Item#: N/A</p> <p>Creator: Censored</p> <p>Owner:</p> <p>Reporting Source: Field</p> <p>Responsible Part: M601 Engine Model</p>	<p>Occurrence Date: Censored</p> <p>Reporting Date: Censored</p> <p>Event State: CLOSED</p> <p>Event Category: Non Engine Caused</p>
--	--

Rationale for Classification: Lack of power caused by excessive corrosion in compressor and contamination in flow path especially turbines parts. Corrosion is caused by a combination of ambient conditions and lack of proper cleaning. Engine condition does not lead to any hazardous situation.

Reason Why Investigation Needed: During maintenance check engine did not pass performance measurement.

Event Narrative: Despite adjustment, engine did not meet the parameters requested for our operation. Therefore it has been removed from aircraft • difference of power lever too important • adjustment not possible anymore. After receiving of the engine was performed engine test (Censored) and lack of power reported by customer was confirmed. During borescope inspection performed by GEAC technicians, was found deep oxidation on the axial compressor and stator. GEAC recommended to the customer to perform disassembly and repair in GEAC and customer agreed.

Primary Component Issue: Engine suffer oxidation especially in compressor parts and turbines.

Risk: Not calculated. Environment related

What is the Hazard/CAAM Level?: Excessive oxidation can cause blade airfoil released from the rotor, LOPC and IFSD are considered the worst consequences.

Root Cause Analysis: Lack of power observed during maintenance check was caused by excessive corrosion in compressor and turbines parts. Environment where engine was flying (Censored) favors oxidation. Engine suffer from corrosion due to lack of cleaning - maintenance manual No.

Short-term Corrective Action: No short term corrective action.

Conclusion: Lack of power observed during maintenance check was caused by excessive corrosion in compressor and contamination in flow path especially turbines parts. Environment where engine is flying (Censored) favors oxidation and contamination. Engine suffer from corrosion & contamination due to lack of cleaning - maintenance manual No. Censored not followed. Case solved by communication with the operator instructing to follow manuals.

Corrective Action: Service letter Censored - Information were sent to customer reminding to follow the manuals for reducing risk of oxidation in compressor parts.

ETSV: Censored

ECSV: Censored

Event Engine Serial Number: Censored

Notified By: Operator

Obrázek 7 Ukázka výsledného hlášení [11]

7 Návrh systému klasifikace bezpečnostních událostí

Jednotná klasifikace u všech používaných systémů usnadní nejen jejich vzájemné propojení, ale v případě, že se jedná o výměnu dílu v rámci reklamace, který není vyroben společností GEAC, ale externím dodavatelem (díl se zasílá na opravu, výměnu,...). Vyšetřovací team společnosti GEAC jej nevyšetřuje, ale poruchu hledá sám dodavatel. Bude možné jej zapsat do kořenové příčiny a tím pádem na první pohled jasné, kde se kořenová příčina nachází a nebude nutné, hledat kořenovou příčinu v popisu závady. Tím je usnadněno nahlížet na kořenovou příčinu z širšího pohledu, i na možnost, jak předejít opakování dané příčiny.

Bezpečnostní události u pohonných jednotek nemusí být striktně určeny jen pro jednu společnost, v případě této práce společnosti GEAC. Tím je myšleno, že názvosloví klasifikace může být použitelné pro různé druhy událostí, většinou se jedná o porouchané díly či události, způsobené okolními vlivy, které mohou nastat u všech pohonných jednotek, nejen u těch, které vyrábí společnost GEAC. Pokud se jedná o obecné druhy událostí, například určité druhy kontrol, nehoda, z důvodu střetu s ptáky, události, způsobené okolními vlivy (povětrnostní podmínky, lidský faktor ...), může být názvosloví této klasifikace aplikovatelné pro všechny výrobce leteckých motorů a to z důvodu vzájemné podobnosti leteckých pohonných jednotek a malé rozdílnosti způsobů výroby pohonných jednotek v letecké dopravě.

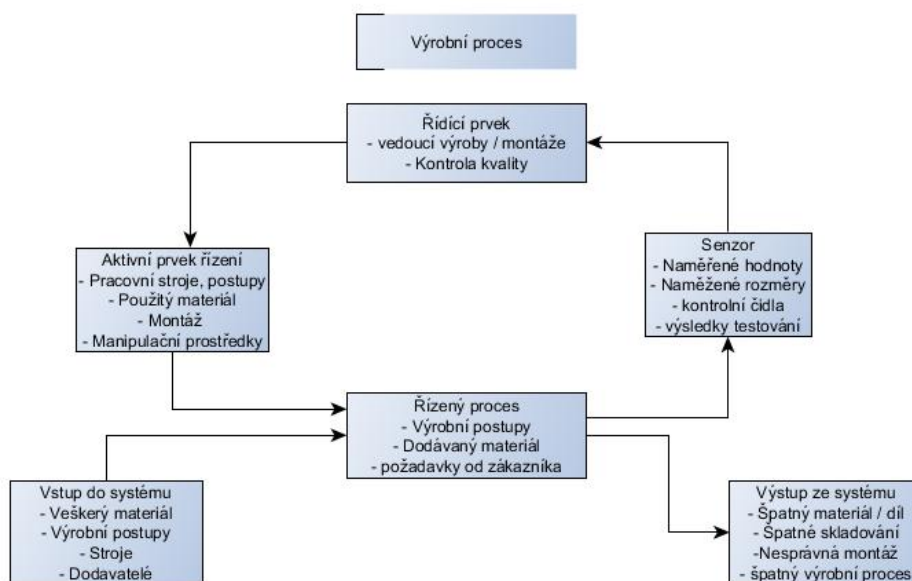
Letecká událost je široký pojem, který nejde určit pouze omezeným množstvím příčin. Nelze u ní hledat pouze jednu příčinu, ale je nutné na ni pohlížet jako na soubor více faktorů. Navíc je vysoce pravděpodobné, že se mohou naskytnout nové druhy příčin, proto je nutné jejich klasifikaci vytvořit flexibilní, a to nejen z důvodu stále rychleji vyvíjející se letecké dopravy se stále zvyšujícími se požadavky. V této práci je tedy uveden jen menší počet nejčastěji využívaných kořenových příčin u společnosti GEAC, jen pro ukázkou, v budoucnosti se názvosloví této klasifikace může flexibilně rozvíjet dle požadavků. Tato možnost dalšího rozvoje má ale určité druhy omezení. V případě, že se díky vývoji pozmění díly nebo pracovní procesy, které už v názvosloví klasifikace jsou, neuvedou se jako nová položka kořenové příčiny, ale pouze jen jako její podskupina. Díky tomu se nezmění možnost snadnějšího vyhledávání počtu totožných událostí se stejnou kořenovou příčinou, například pro výroční zprávy a podobné dokumenty.

Celkový STAMP model, jako ukázkou všech procesů ve společnosti GEAC může být pro příklad konkrétní události značně nepřehledná. Jinými slovy, čtenář sám si nemusí být vždy jistý v propojení jednotlivých událostí ke konkrétnímu oddělení Vývoje (DOA) výroby

(POA), údržby (MOA) či k operátorovi (Part M). Každá událost, která se projeví v jakékoliv části procesu, může být řešena konkrétním způsobem, který sjedná nápravu, nicméně není zaručeno, že se nebude opakovat. Proto je třeba na ni nahlížet jako na soubor faktorů, které mohou vzniku příčiny předcházet už v počátečních procesech výroby, či ve špatné dokumentaci a nastavení certifikátů. K lepší představě celého procesu slouží model STAMP.

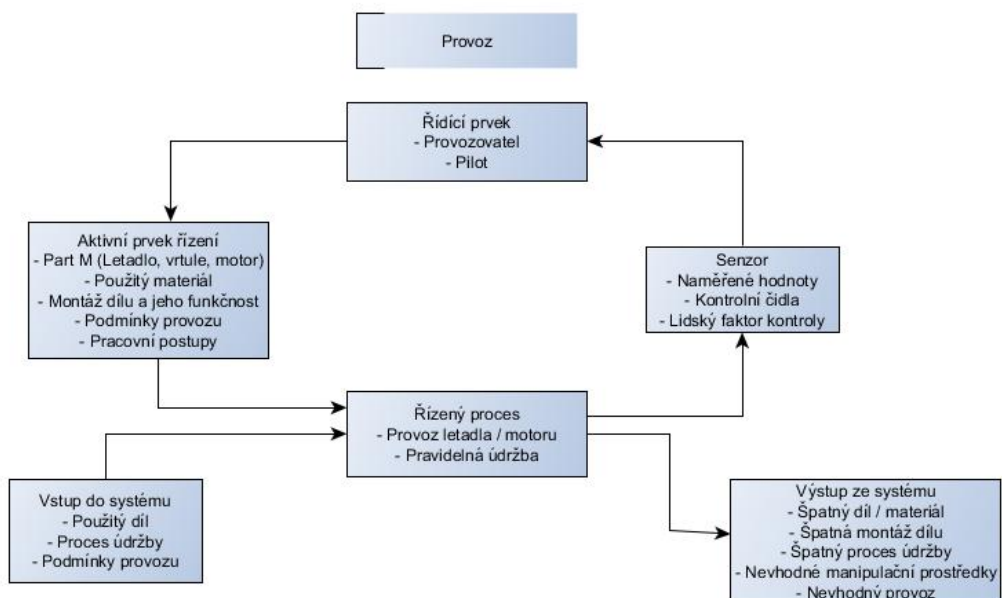
Pro zapojení procesu hledání kořenové příčiny události do modelu STAMP je nutné rozdělit jednotlivé činnosti společnosti GEAC do tříd, pro lepší představu jednotlivých částí celého procesu a jejich návaznost. Závada se nemusí nutně projevit až při provozu (Part M), ale může nastat i v procesu výrobním, montážním (POA), nebo údržbovém (MOA), proto jsou tyto procesy zobrazeny v následujících obrázcích 8, 9, 10. V opačném případě, když se závada projeví v provozu, nemusí to nutně znamenat, že příčina nemá počátek už ve výrobním procesu (POA) nebo není způsobena chybou údržby (MOA).

Na obrázku 8 je zobrazen proces výroby (POA), včetně faktorů, které je ovlivňují. Také jsou zde uvedeny vstupy, které mohou způsobit kořenovou příčinu, včetně řídicích prvků, které jsou zodpovědné za funkčnost celého procesu, a senzorů, které na příčinu upozorní. Výstupem, tedy bývají nápravná opatření či změny systému a procesu výroby.



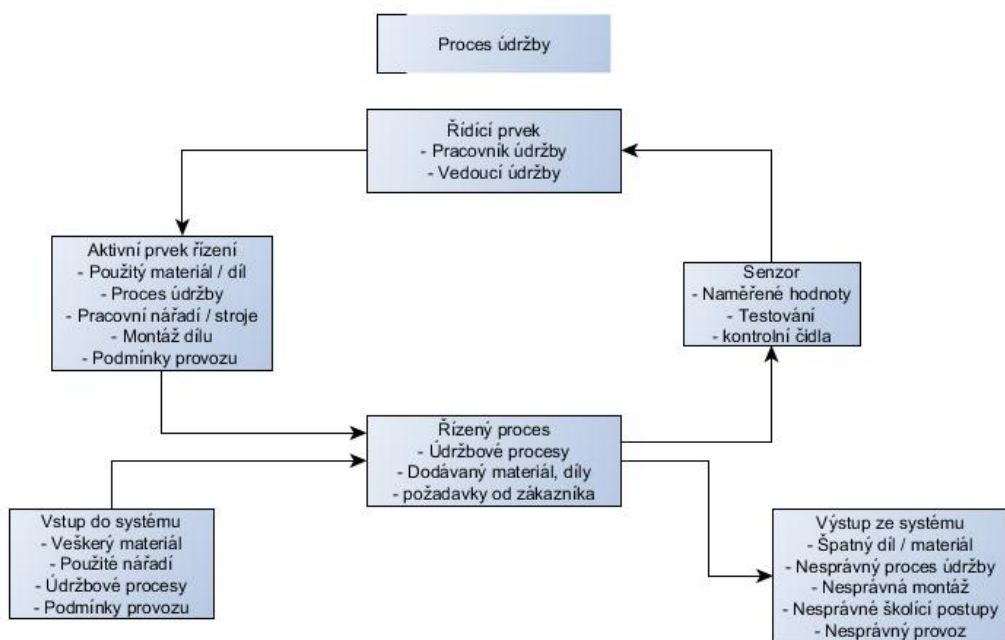
Obrázek 8 STAMP – Výrobní proces

V dalším obrázku 9 je zobrazen provoz letadla / motoru (Part M), řídicí prvky, aktivní prvky řízení, které mohou zapříčinit poruchu, kterými může být provoz letadla, montáž či pracovní a údržbové procesy. Také jsou zde opět zobrazeny vstupní faktory, které mohou zapříčinit poruchu a výstupy, udávající nápravná opatření. Sensory, které na závadu upozorní pilota či přímo provozovatele jsou naměřené hodnoty či kontrolní čidla na motoru / v letadle.



Obrázek 9 STAMP – Provoz

V posledním obrázku 10 je vyobrazen proces údržby (MOA), včetně řídicího prvku, aktivního prvku řízení, který je podobný aktivním prvkům v provozním procesu. Řízený proces, obsahuje postupy údržby, dodávané díly, požadavky od zákazníků. Na něj navazují vstupy, kterými jsou použitý materiál, nářadí, pracovní postupy. Z řízeného procesu vycházející výstupy, kterými jsou nápravná opatření, změny materiálů či školících postupů. Senzory, ukazující na poruchu jsou opět naměřené hodnoty, kontrolní čidla a výsledky testů.



Obrázek 10 proces údržby

Tyto tři systémy jsou mezi sebou propojeny a vzájemně na sebe navazují a doplňují se. Aby fungovaly jako celý proces, je nutné vidět jejich posloupnost od výroby, montáže (POA), přes běžný provoz operátorem (Part M) až po proces údržby (MOA), který je nezbytný pro správný provoz motoru z dlouhodobého hlediska jeho životnosti.

Pro lepší ukázkou nastalé události a hledání její příčiny bude uvedena koroze z události na obrázku 7. Tato událost se může projevit při provozu, z důvodu špatného provozu operátorem, nebo chybou ve vstupním faktoru ze strany GEAC (například špatný použitý materiál při výrobě dílu, pracovní proces výroby, nevhodné skladování, chybná montáž apod.).

Přesto, že pracovník údržby v mnoha případech příčinu pozná dle projevů, jak v provozu, tak při pravidelné údržbě, je pro výměnu dílu kontrola nutná. Výstupem z procesu údržby (MOA) jsou ve velkém počtu případů nápravná opatření ve výrobním procesu (POA).

Jelikož je nepravděpodobné, že koroze se objeví už ve výrobním procesu (POA), řeší se důvod jejího vzniku z širšího hlediska zpětně, po jejím objevení se při údržbě (MOA). V procesu údržby (MOA) je tedy nastíněn i proces výroby (POA) z pohledu nápravy a snahy předejít opakování této příčiny. V případě, že je nalezen důvod opakující se příčiny, který má podstatný vliv na bezpečný provoz motoru (například špatný výrobní proces, nevhodná volba materiálu), nebo je nalezen problém už ve vývoji, je třeba informovat o změnách pověřené vládní a mezinárodní organizace (EASA), které následně dohlíží na nápravná opatření a jejich realizaci.

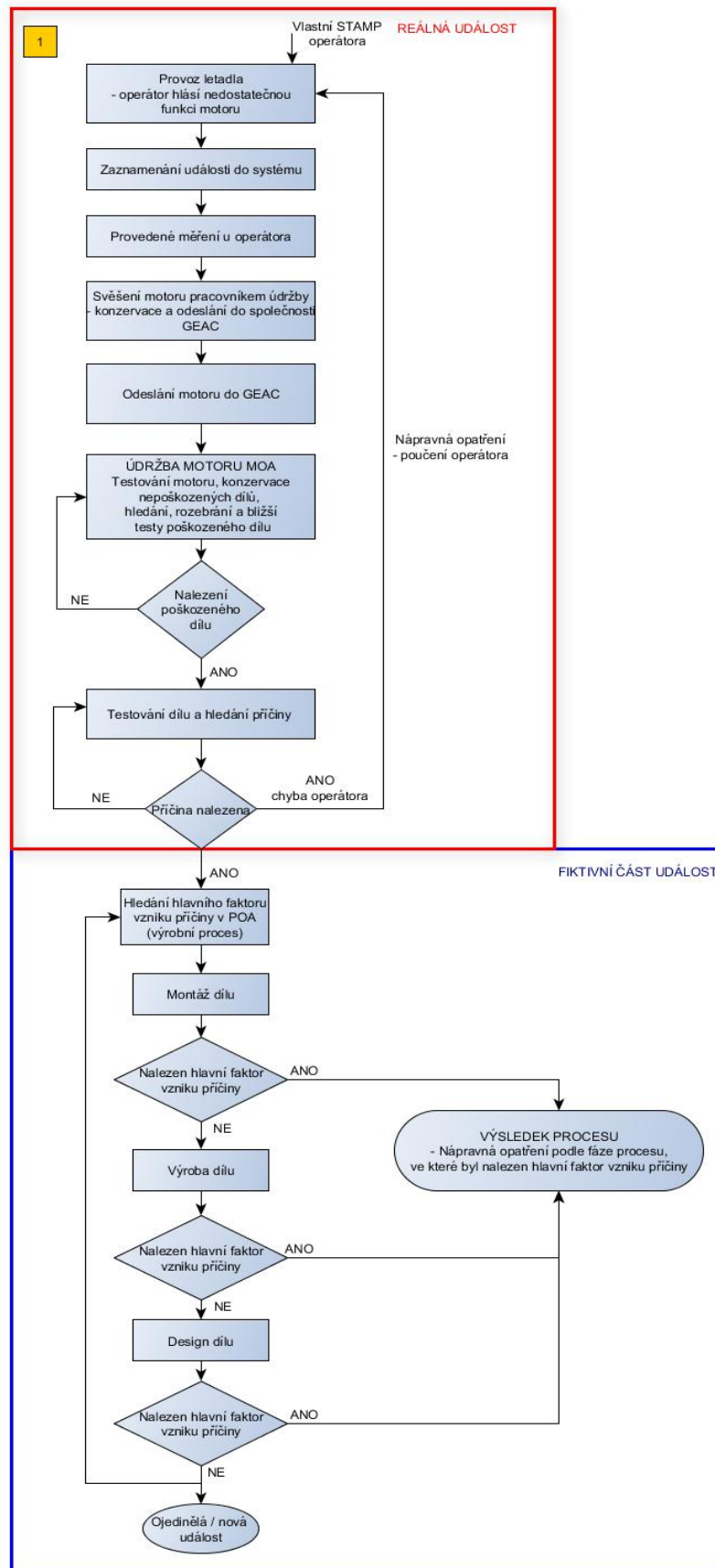
Jako konkrétní příklad vezmeme událost z obrázku 7, kde se jedná o korozi, která ovšem nebyla způsobena motorem. Operátor nahlásil pověřeným pracovníkům GEAC událost jako nedostatečnou funkčnost motoru. Pověřený pracovník údržby na místě provedl několik měření a zjistil závadu. Doporučil operátorovi svěšení motoru a jeho odeslání do společnosti GEAC, pro detailní kontrolu. Po přijetí motoru do společnosti GEAC, provedení detailní kontroly a potřebného měření byla zjištěna neprůchodnost průtokových cest a části turbíny kompresoru z důvodu koroze. Další kontrolou bylo zjištěno, že příčina je způsobena vinou operátora, nedostatečným čištěním a nedodržováním návodu k údržbě předepsaných společností GEAC společně s kombinací atmosférických vlivů, které působí na provoz motoru a které mají vliv na vznik koroze. Jako výsledek šetření se tedy prokázala chyba operátora, důsledkem nedodržení předepsaného návodu údržby motoru. Případ byl vyřešen komunikací s operátorem, výměnou kompresoru a následné zpětné odeslání motoru operátorovi k dalšímu provozu. Jako nápravné opatření byl všem operátorům zaslán servisní dopis s informacemi, které slouží ke správnému dodržování pokynů a snížení rizika oxidace

v částech kompresoru. Další nápravná opatření, konkrétně ve výrobním, montážním, či v údržbovém procesu společnosti GEAC nejsou pro takto vyhodnocenou událost potřebné.

V tomto konkrétním případě, kdy není k dispozici kompletní STAMP model operátora, tudíž není možné najít konkrétní příčinu a její prvotní faktory. Ne vždy je však událost způsobena operátorem, proto je v obrázku 11 uvedena fiktivní událost, kde se prvotní faktory příčiny objevily ve výrobním procesu společnosti GEAC. Grafická ukázka je uvedena v obrázku 11, kde je obecně zobrazen proces hledání příčiny vzniku od oznámení události až po nalezení příčiny ve výrobním procesu. V obrázcích 11, 12, 13, 14, jsou systémové procesy události popsány spíše z obecnějšího hlediska, konkrétní událost bude popsána koncem této kapitoly v obrázku 15.

Ve fiktivní části prochází hledání příčiny od jejího vzniku, až po kontrolu výrobního procesu a designu. Pokud nastane situace, kdy není možné nalézt počátek příčiny, zaeviduje se příčina jako ojedinělá / nová událost a slouží jako první příklad pro možné stejné situace, které mohou nastat v budoucnu.

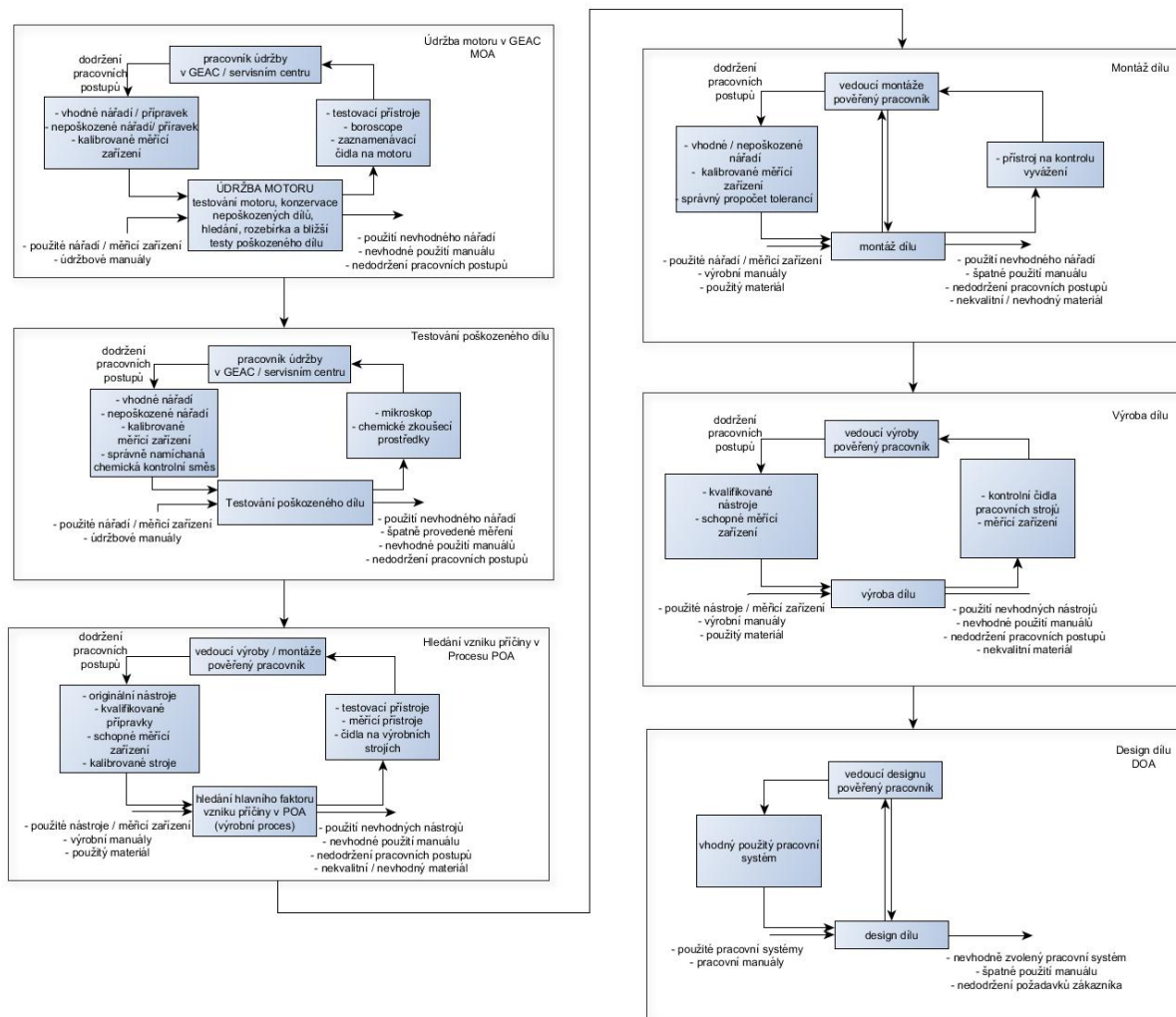
Z důvodu kapacity a rozměrnosti celého modelu je rozdělen do více obrázků. Celý model je vložen do této práce jako příloha 2.



Obrázek 11 Obecná událost – proces hledání příčiny

Dalším krokem systémové analýzy je rozdělit si jednotlivé části celého šetření do procesů a rozhodnutí, které části je nutné rozdělit na systémové analýzy, pro hledání prvotního faktoru příčiny. Toto rozdělení je graficky vyobrazeno na obrázku 12. V každém kroku je rozepsán řídicí prvek – ten, kdo za daný proces zodpovídá, aktivní prvek, kde může nastat chyba, samotný proces a senzory, které na chybu upozorní. Dále zde jsou uvedeny vstupy do systému, který ho ovlivní a následné výstupy, kde je třeba provést nápravná opatření.

Pro identifikaci a klasifikaci příčin šetřené události je možné systémovou analýzu použít hned v několika krocích. Nejčastěji se jedná o proces výroby, montáže nebo dokonce již v procesu vývoje. V každém procesu je nutné, aby pracovník měl správné vybavení a byl vhodně proškolen. Pokud je splněno vše, nastává bezchybný proces. V opačném případě se v procesu příčina hledá systémovou analýzou, která podmínka správného procesu nebyla splněna a z jakého důvodu.

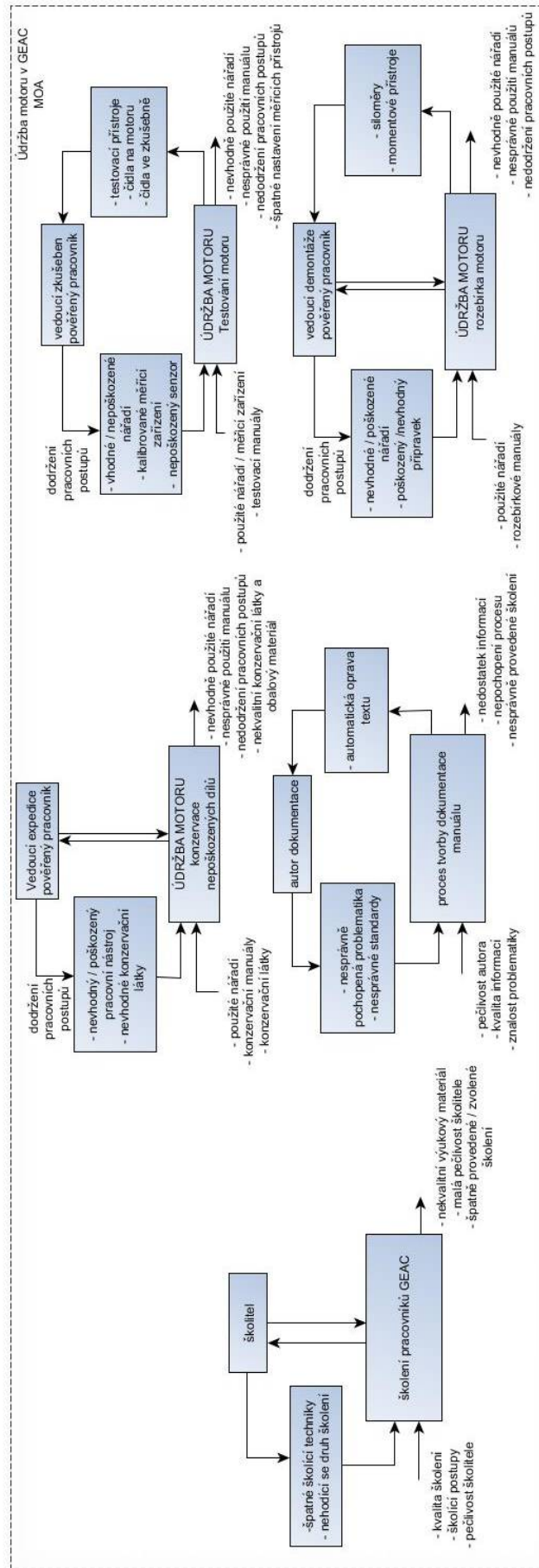


Obrázek 12 Systémová analýza obecné události

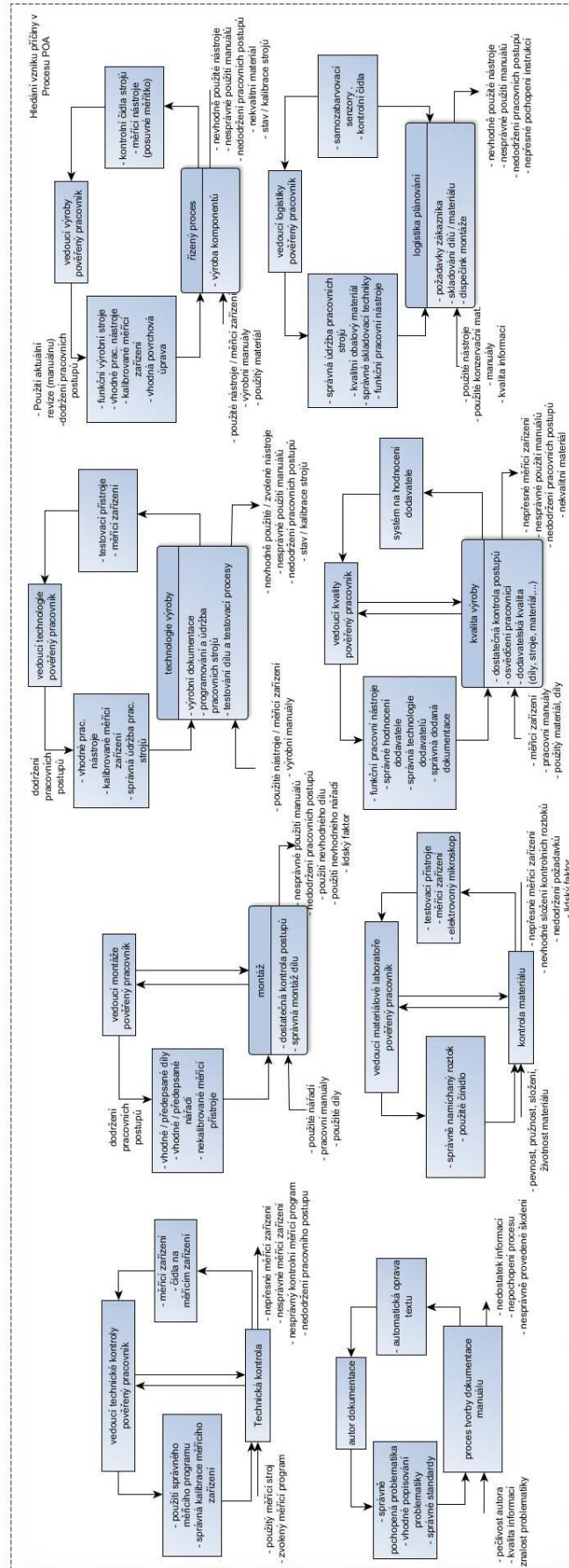
Pro operátora je hlavním vstupním faktorem jeho vlastní systémová analýza, kde je vyobrazeno, jak dodržovat správné postupy, návody v manuálu, provozní podmínky, nebo zda používá správné postřikové látky. Tyto všechny operace mají vliv na životnost motoru a napomáhají najít příčinu, pokud nastane událost.

Událost je opět rozdělena na reálnou a fiktivní část. Reálná část je ta, která opravdu nastala, společně s kroky hledání příčiny – červená. Modrá část je událost fiktivní, kdy došlo ke vzniku prvotních faktorů příčiny už ve výrobním procesu. Událost nastala, stejně jako v první části, oznámením operátora o špatné funkci motoru. Výsledkem šetření není ale chyba u operátora, ale nalezení poškozeného dílu, na kterém se tepelná koroze prokázala. Následné hledání prvotního vzniku příčiny a návrh jeho finálního řešení.

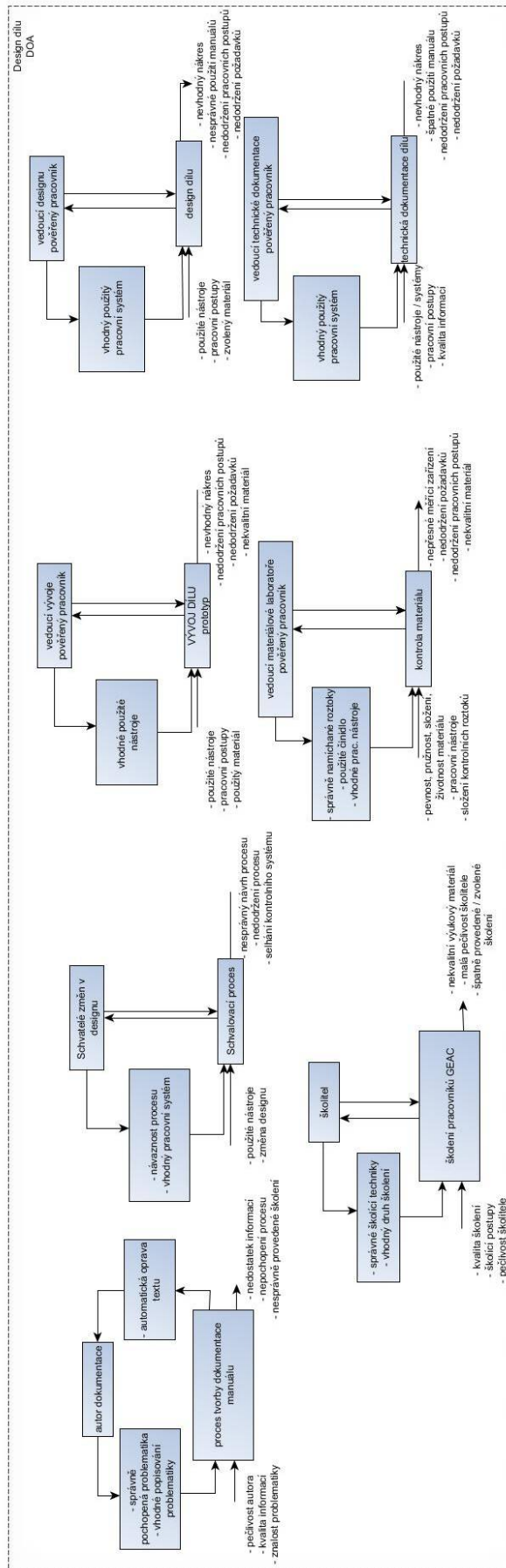
Tyto modely jsou stále hodně obecné a každý krok procesu lze opět rozvést na jeho vlastní systémovou analýzu. Konkrétnější rozdělení na systémové analýzy jsou zobrazena na obrázcích 13 a 14. Zde se opět jedná o stejný proces obecné události, jako v obrázku 11 a 12 jen s konkrétním pohledem na procesy, ve kterých je nutné hledat prvotní faktor vzniku příčiny. Systémové analýzy kroků zde jsou rozepsány ještě konkrétněji z pohledu jednotlivých operací, vstupujících do procesu. Zůstaneme-li u kroku údržby motoru, pak je tento proces rozdělen ještě do pěti samostatných procesů, kterými jsou rozebrání motoru, testování motoru, konzervace jednotlivých dílů, správné školení pracovníků a vhodné technické dokumenty. Každý proces má znovu vlastní systémovou analýzu. Na obrázcích 13, 14 a 15 je zobrazena celá událost, jak její reálná část, tak část fiktivní pro proces designu (DOA), výroby (POA) a údržby (MOA). Z důvodu kapacity celého modelu jsou u každého kroku procesu vybrány pouze některé analýzy. Celý model je uveden v příloze 2.



Obrázek 13 Systémová analýza pro údržbu (MOA)



Obrázek 14 Systémová analýza pro výrobu (POA)



Obrázek 15 Systémová analýza pro design (DOA)

Pro konkrétní ukázkou je uvedena koroze, které je zobrazena na obrázku 7. Tato událost bude rozdělena do tří částí, pro lepší konkrétní popis šetření a všech provedených kroků. První část je provoz letadla operátorem, nahlášení události, její zaznamenání a údržba motoru „v poli“, což znamená kontrolu v místě provozu a následné odeslání motoru do společnosti GEAC pro bližší zkoumání závady a hledání její příčiny. Ve druhé části proběhlo zkoumání motoru ve společnosti GEAC a nalezení příčiny, která je způsobena operátorem. Ve třetí části je vysvětlena fiktivní část události, která se pro tuto práci objeví už v procesu výroby dílu, kdy testování odhalí špatnou povrchovou úpravu dílu, který se díky tepelné korozi začal rozpadat a ucpal průtokové cesty a část turbíny kompresoru. Tento model je zobrazen v obrázku 16.

V případě systémové analýzy, kde senzor neexistuje, nebo není možné jej jednoznačně určit (přístroj, který na chybnou operaci upozorní) je uvedena přímá souvislost s řídicím prvkem (ten, kdo za proces zodpovídá). Šipka, která je zobrazena směrem od řídicího k procesu zadává instrukce, kterými řídicí ovlivňuje (kontroluje) proces. Šipka opačným směrem, od procesu k řídicímu prvku, zobrazuje zpětnou vazbu, kterou může být například vizuální kontrola.

Část 1

Operátor nahlásil závadu – v prvním kroku je nutná komunikace s operátorem a věřit jeho slovu, že dodržoval podmínky provozu tak, jak uvedl.

Pracovník zákaznické podpory událost zaznamenal do systému – v tomto kroku je nutná otázka, zda pracovník je správně zaškolen a získal všechny potřebné informace. Zda správně používá pracovní systémy, do kterých událost zaznamenává a v neposlední řadě, zda systémy fungují tak, jak je vyžadováno.

Provedení měření u operátora – úkolem je potvrdit či vyvrátit nahlášený problém. Pracovník údržby provedl měření a nedostatečnou funkci motoru potvrdil. Doporučil operátorovi motor svěřit a odeslat do společnosti GEAC.

Svěšení motoru pracovníkem údržby – tuto činnost má na starost opět pracovník údržby, popřípadě s pomocí operátora. Pracovník údržby použil všechno předepsané nářadí, motor správně svěřil, vše dle manuálu, motor zakonzervoval a vložil do ochranného přepravního boxu včetně správného upevnění.

Odeslání motoru do GEAC – společnost GEAC má několik pověřených a vyzkoušených přepravních, kteří dodržují předepsané požadavky na přepravu, manipulaci a uložení motorů / dílů při přepravě. Pro tento krok je nutný model STAMP přepravce, ve kterém jsou uvedeny všechny potřebné operace. Systém dodavatelské kvality, která opět může ovlivnit celý krok například nekvalitním obalovým materiálem.

Vyhodnocení – všechny operace v části 1 byly provedeny správně, žádný krok neovlivnil vzniklou událost, ani její příčinu.

Část 2

Údržba motoru MOA – testování motoru bylo provedeno všemi předepsanými nástroji dle manuálu, všechny kroky testování byly splněny. Nalezen zkorodovaný díl. Motor byl rozebrán dle manuálu a nepoškozené díly byly zakonzervovány vhodnými konzervačními látkami a uloženy dle pokynů.

Testování dílu a hledání příčiny – rozebrání kompresoru a nalezení koroze. Při konkrétních mikroskopických testech a chemickém rozboru bylo zjištěno, že koroze vznikla nevhodným provozem letadla. To znamená, že operátor nedodržel podmínky údržby, předepsané v manuálu.

Vyhodnocení – pracovníci oddělení údržby společnosti GEAC splnili všechny požadované operace správně dle manuálu a našli příčinu události na straně operátora. Na základě zpětné komunikace s operátorem se díl vyměnil, motor byl odeslán zpět operátorovi. Nápravným opatřením, které uzavřelo tuto událost, bylo zaslání dopisu všem operátorům o dodržování pokynů a tím snížení rizika oxidace v částech kompresoru.

Díky první a druhé části byl proces popsán, ale není zde patrné využití systémového procesu STAMP. Pro ukázkou využití je uvedena fiktivní událost, která je až do kroku testování dílu a hledání příčiny stejná. Ve třetí části bude fiktivní příčinou koroze, která ovšem byla způsobena nerovnoměrnou vrstvou alitace (pokrytí železa vrstvou hliníku pro lepší tepelnou odolnost) na GT lopatkách z důvodu špatné kalibrace stroje při delším používání bez provedené předepsané údržby.

Část 3

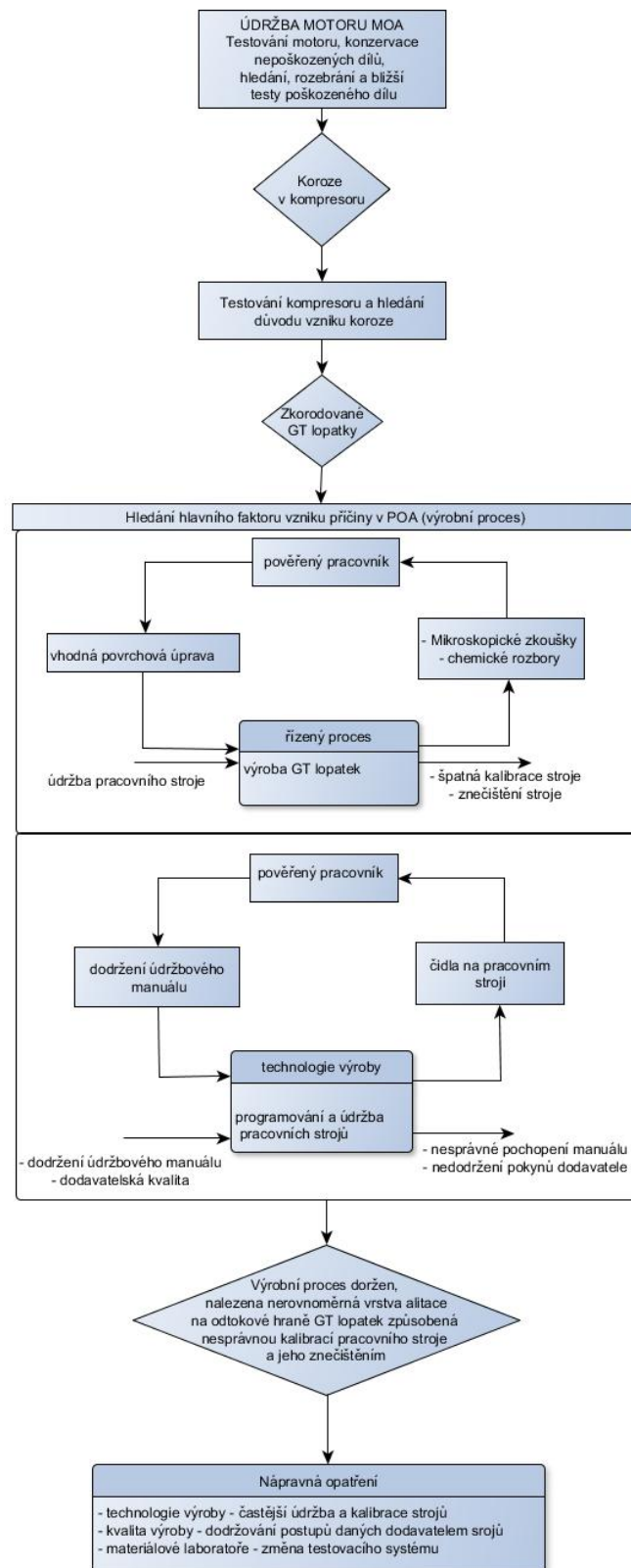
V předchozí části tedy byla nalezena koroze, která ucpala průtokové cesty a části turbíny. Při rozebrání dílu byly nalezeny zkorodované GT lopatky (tepelná koroze – přímý styk rozžhavených spalin s materiálem lopatky).

Hledání vzniku příčiny v procesu POA – z obrázku 14 je možné vyčíst procesy, které se systémem procesu POA souvisí. Jelikož známe příčinu, můžeme s jistotou vyřadit několik procesů, kterými jsou například montáž dílu či logistika plánování. V případě GT lopatek zasažených tepelnou korozí ovlivňují vznik příčiny procesy řízené pro výrobu komponentů a procesy technologie výroby, která má na starost programování a údržbu pracovních strojů a testování dílu. Jelikož stroje, které alitaci provádějí, společnost GEAC nevyrobí ani neprovádí údržbové činnosti, je nutné do procesu zahrnout i proces kvality dodavatele.

Proces šetření vzniku příčiny ve výrobním procesu byla odhalena nevhodná povrchová úprava GT lopatek. Díky elektronovým zkouškám v mikroskopu a chemickým zkouškám koroze ve zplodinách byla nalezena nerovnoměrná vrstva alitace na náběžné hraně u některých lopatek. Jelikož se netestují všechny vyrobené díly (z důvodu následného znehodnocení a vyřazení testovaných dílů), provádí se testování pouze některých vybraných dílů. Proces tohoto testování byl změněn například z výběru deseti lopatek zprava ze sta vyrobených lopatek na výběr každé desáté lopatky ze sta vyrobených lopatek. V průběhu času se ovšem tento problém objevil znovu, proto bylo nutné začít hledat důvod vzniku příčiny jinde. Jak již bylo zjištěno dříve, není konkrétní stroj, který by prováděl nerovnoměrnou alitaci na GT lopatkách stále, ale tento problém nastává náhodně. Po provedení bližšího šetření bylo zjištěno, že problém nastane ve chvíli, kdy je po určitém čase stroj nutné překalibrovat, nebo je zanesen nečistotami. Tento problém řeší pravidelná údržba stroje. Dle záznamů stroje byl proces údržby prováděn dle předepsaného manuálu dodavatele, ovšem v delších časových intervalech, než udává dodavatel. Důvodem opakovaného vzniku příčiny je tedy špatně prováděná údržba pracovního stroje, způsobená vinou lidského faktoru – pracovníka zodpovídajícího za správnou funkčnost stroje. V tomto případě může být důvod vzniku příčiny špatným zaškolením pověřeného pracovníka, který nebyl správně seznámen s frekvencí prováděné údržby stroje. V tom případě by se důvod vzniku příčiny hledal v modelu školení pracovníků, který je uveden v každém procesu. Pokud by důvod vzniku příčiny byl nalezen u dodavatele (například nesrozumitelností manuálu), bylo by nutné hledat nápravné opatření ve STAMP modelu dodavatele.

Vyhodnocení – podařilo se nalézt důvod vzniku příčiny tepelné koroze na náběžné hraně GT lopatek. Koroze byla způsobena špatnou údržbou pracovního stroje, který provádí alitaci. Díky nálezů faktoru vzniku příčiny je možné přijmout nápravná opatření, kterými jsou nejen změna procesu náhodného testování GT lopatek, ale hlavně proškolení zodpovědného pracovníka a hledání důvodu, proč nebyl schopen plnit předepsaný proces údržby včas. Po ukončení vyšetřování, proč pracovník nesplňuje včasnou údržbu strojů, je možné získat výsledky, jako je například špatné zaškolení pracovníka, či fakt, že strojů, na kterých provádí pravidelnou údržbu má více, než je schopen zvládnout v daném časovém termínu.

FIKTIVNÍ ČÁST UDÁLOSTI



Obrázek 16 Fiktivní část události – tepelná koroze

Pokud pro výsledek šetření stačí pouze nalezení příčiny a následné řešení z pohledu reklamace či opravy není možné nahlížet na celý proces komplexně. Pokud příčina události splňuje toleranční hodnoty, nehledí se na počáteční faktor jejího vzniku. Použití systémové analýzy nabízí širší pohled na celý proces a tím i na hledání prvotních faktorů vzniku příčiny. Ve výsledku je možné například zjistit, že podobný problém (viz. výše použitá špatná údržba pracovního stroje způsobená lidským faktorem), může nastat i u jiných strojů, které v konečné fázi díky špatné údržbě či nedodržené kalibrace v daných intervalech způsobí opět nízkou kvalitu dílů, které vyrábějí. Po následném šetření důvodu vzniku příčiny se může ukázat, že údržbu strojů provádí tentýž pracovník a následně je možné řešit nápravná opatření.

Díky celkovějšímu pohledu na celý proces je možné názvosloví kořenových příčin obohatit o systémová opatření, které ukážou na prvotní faktor, který předchází vzniku příčiny.

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, model STAMP napomáhá k širšímu pohledu na příčinu události v celém procesu od nutných povolení od národních a nadnárodních společností, přes proces výroby, provoz až po údržbu. Ve většině událostí se poškozený díl objeví provozem u zákazníka, z důvodu mnoha zkušebních procesů ve výrobě (POA). Je nutné ji řešit nejen z hlediska nápravy, ale hlavně předcházet jejímu opakování a nalezení důvodu vzniku příčiny ať vlivem okolních vlivů, chybou provozovatele (Part M), chybou údržby a jejích procesů (MOA), či rovnou ve výrobě (POA), kde má zásadní vliv použitý materiál, dodavatelé, pracovní postupy a všechny kategorie uvedené v obrázku 3 STAMP model GEAC (str. 27). V neposlední řadě je nutné o nápravě nalezených chyb, uskutečnění její nápravy a následném určení nápravných opatření informovat příslušné orgány, které se společností GEAC spolupracují a umožňují společnosti GEAC výrobu motorů a udávají podmínky jejich způsobilosti.

7.1 Názvosloví událostí a poruch komponentů

Společnost GEAC jako zahraniční firma používá společný jazyk – angličtinu pro komunikaci nejen uvnitř firmy, ale i ve společné komunikaci s partnerskými servisními centry, které má společnost GEAC po celém světě, zákazníky i s většinou dodavatelů. Z tohoto důvodu je „Root Cause“ uveden nejprve v Anglickém jazyce, poté až přeložen do jazyka českého, a to kvůli potřebám této práce.

Tabulka 4 Názvosloví kořenových příčin

Název Příčiny ENG	Podskupina příčiny ENG	Název příčiny CZ	Podskupina příčiny CZ
Air bleed valve problem	-	Problém se vzduchovou tlakovou pumpou	-
Aircraft issue	-	Způsobeno letadlem	Velké množství příčin
Carbon	-	Karbonové usazeniny	-
Oxidation		Oxidace	Koroze je způsobena teplem nebo samotnou oxidací
Damage during transport	-	Poškození během přepravy	Velké množství příčin
FCU issue	-	Problém FCU	-
Leakage	Oil	Únik	Olej
	Fuel		Palivo
Chips in oil	-	Kovové části v oleji	-
ITT probe	-	Nevyhovující parametry	-
LRU malfunction	-	Závada na LRU	-
Propeller oscilation		Oscilace	Otáček vrtule
Overtorque	-	Přetočení	Vysoký točivý moment
Engine Inspection	Per SB	Inspekce motoru	Dle SB
	Per EMM		Dle EMM
Human factor	-	Lidský faktor	Velké množství příčin
Inner liner	-	Vnitřní vložka	-
Inspection	Parts	Inspekce	Velké množství dílů
Replacement	parts	Výměna	Velké množství dílů
Smoke	-	Kouř	Vycházející z motoru
Flames	-	Plameny	Vycházející z motoru

Z důvodu rozsahu této práce je uvedeno pouze několik v poslední době nejčastěji opakujících se kořenových příčin u pohonných jednotek M601. Tím, že názvy uvedené v tabulce popisují jen přesnou kořenovou příčinu, je jejich vyhledávání snadné. Další popis příčiny lze uvést do „podpříčiny“ či do volného popisu, který je v každém systému k dispozici.

Bližší popis kořenových příčin:

Air bleed valve problem (problém se vzduchovou tlakovou pumpou) – zanesení nečistotami / zablokování vstupní trysky ventilu nečistotami / nesprávné seřízení tlaku či poměru trysek.

Aircraft issue (způsobeno letadlem) – Nejčastěji závady elektrického, nebo palivového systému.

Carbon (karbonové usazeniny) – tvorba karbonových usazenin na plášti uvnitř plamence, ucpání vstupní trysky spouštěcího ventilu.

Oxidation – Na lopatkách a náběžných hranách rozvaděče. Způsobuje degradaci materiálu a v extrémních případech odlomení materiálu.

–Atmosférická nebo chemická způsobuje korozi u zemědělských letounů způsobená agresivními postřikovými látkami.

Damage during transport (poškození během přepravy) – Špatně zabalený motor / díl a následné poškození, nebo ulomení částí.

FCU Issue (problém FCU) – nežádoucí pokles otáček Ng, fluktuace otáček, nesprávná reakce na pohyb páky ovládání motoru.

Leakage Oil (únik oleje) – z poškozených nebo opotřebovaných gufer na skříní pohonů nebo z nedostatečně dotažených spojů potrubí.

Fuel (únik paliva) – z poškozených nebo opotřebovaných gufer na skříní pohonů a FCU nebo z nedostatečně dotažených spojů potrubí.

Chips in oil (kovové části v oleji) – většinou nadměrným abnormálním opotřebováváním ozubených kol nebo ložisek v reduktoru nebo skříní pohonů z důvodu kontaminace, přetížení sestavy nebo nedostatečného mazání.

ITT probe (nevyhovující technické parametry) – nevyhovující el. Parametry termočlásku nebo jeho mechanické poškození.

LRU malfunction (závada na LRU) – závada na přístroji / vybavení motoru.

Oscillation (Oscilace) – otáčky vrtule. Způsobeno různými příčinami ovládání systému.

Engine inspection – per SB (inspekce dle servisního bulletinu) – záleží na každém konkrétním bulletinu.

– **per EMM** (inspekce dle EMM) – periodické prohlídky nebo neplánovaná údržba dle EMM.

Human factor (lidský faktor) – chyba při údržbě/chyba pilota, ...

Inner liner – praskliny, tepelné poškození.

Parts Inspection (inspekce dílu) – nejrůznější důvody a příčiny

Replacement (výměna dílu) – nejrůznější důvody a příčiny

Smoke (kouř) – často z důvodu úniku oleje a jeho následnému vypařování. Nedokonalé spalování paliva.

Flames (plameny) – při spouštění motoru – může být způsobeno nesprávným spalováním v komoře.

Pro každou kořenovou příčinu je možné využít model STAMP pro hledání důvodu, proč nastala, v které fázi procesu nastala chyba a jak jí eliminovat a v budoucnu předejít.

7.2 Názvosloví systémových opatření

Návrh systémových opatření zvolených je na rozdíl od používaného názvosloví příčin uveden pouze pro tuto práci, tudíž jen v českém jazyce. Každý uživatel bude schopen upravit si toho názvosloví dle svých potřeb a dle své systémové analýzy procesů.

Tabulka 5 Názvosloví společných systémových opatření

Systémové opatření	Popis systémového opatření
nefunkční výrobní stroj	stroj, na kterém se vyrábí díl nebo jeho část není schopen konat svou práci z důvodu poruchy
nehodný pracovní nástroj	pracovník výroby zvolil špatný pracovní nástroj a neodvedl svou práci dle předepsaných postupů (použití normálního klíče místo momentového)
nekalibrované měřicí zařízení	měřicí zařízení (stroj nebo nástroj) není seřízen či kalibrován podle údržbových předpisů
špatná údržba pracovních strojů	nedodržení údržbového manuálu
díly mimo celkovou toleranci	v případě 2 dílů, které jsou oba ve své toleranci (jeden na spodní hranici, druhý na horní) a nepasují na sebe, když by měly
nehodně zvolené	pracovník nepoužije speciální přípravek, nýbrž jeho

nářadí	náhradu
--------	---------

Systémové opatření, uvedené v tabulce 5, je obecné a využitelné pro všechny kroky procesu výroby a montáže (POA). Jedná se o obecné prvotní faktory, jako nesprávně fungující pracovní stroj, špatně prováděné měření nekalibrovaným přístrojem, kvalita provedené údržby pracovních strojů nebo použití špatného nářadí. Většina uvedených systémových opatření může být způsobena vinou lidského faktoru (špatně proškolený pracovník) nebo jiným selháním (využitím nevhodného pracovního nástroje, protože předepsaný byl z nějakého důvodu mimo dosah pracovníka).

Tabulka 6 Názvosloví specifických systémových opatření pro jednotlivé procesy

Část procesu POA	Systémové opatření	Příklad
řízený proces - výroba dílu	Nevhodná povrchová úprava	špatně nastavený stroj na povrchovou úpravu, neuskutečněná změna v revizi
montáž	Špatný propoččet tolerancí	špatné měření
logistika a plánování	Nekvalitní obalový materiál	změna dodavatele, nevhodně zvolené složení (pevnost, propustnost, odolnost, ...) obalového materiálu
	Špatné skladovací techniky	volba skladovacích technik – stohování na sebe, ukládání do vhodného prostředí, ...
	Nevhodně zvolený obalový materiál	výběr materiálu pro jiný díl s jinými nároky (malá pevnost, odolnost, propustnost, ...)
	Nefunkční pracovní nástroj	Manipulační prostředky, díl je při
kontrola materiálu	Špatně namíchaný kontrolní roztok	pro zkoušky trhlin, kde se díl vkládá do tekutiny, která po vyndání zůstane v trhlinách
	Špatné činidlo	činidlo se nalije na materiál a čeká se na reakci. Činidlo naleptá povrch (silné činidlo, ...)
kvalita výroby	Nesprávné hodnocení dodavatele	tabulkové řešení, v případě vyššího počtu „zmetků“, je nutné řešit proč a reklamovat je
	Nesprávná použitá technologie u dodavatele	při volbě nového dodavatele se zjistí, že díl od něj není kvalitní jako od jeho předchůdce z důvodu nesprávné technologie výroby apod.
	Špatná dodaná dokumentace	dodavatel vyrábí díl / dodává materiál podle neaktuálních revizí (jiné vývrty, tloušťka materiálu, ...)

tvorba dokumentace - manuál	Nesprávně pochopená problematika	autor popisuje problematiku, které nerozumí
	Nedodržené standardy	autor nemá k dispozici aktuální revize

Pro tabulku 6 je nutné uvést vysvětlení, proč v každém procesu mohou nastat vlastní a specifické systémové opatření. Každý proces je jiný, i když jsou všechny součástí procesu POA. Z toho důvodu mají některé kroky stejné a některé naprosto specifické.

Názvosloví systémových opatření, uvedené v tabulce 5, 6 je zvolené obecně z důvodu možnosti širšího využití pro více rozdílných odvětví, nebo pro následnou konkretizaci společnosti GEAC. Pro každé systémové opatření je možné vytvořit hned několik operací, které mohou daný proces konkrétněji ovlivnit.

Systémovou analýzu lze vytvořit několika způsoby. Prvním způsobem je sběr dat ze samotného procesu. V tomto případě je ale pravděpodobné, že se budou objevovat stále nové vstupy, které je třeba v průběhu času doplňovat do klasifikace. Ve druhém případě se hledají všechny možné vstupy, které již v minulosti nastaly, nebo je jejich vznik možný v důsledku stále rozvíjejícího se procesu, změn a inovací. Ve druhém případě je klasifikace obsáhlejší, ale předchází tomu, že klasifikace začne být brzy zastaralá a nevyhovující.

8 Integrace návrhu klasifikace do existujících systémů povinného a dobrovolného hlášení

Ideálním řešením pro implementaci klasifikací do konkrétní společnosti by byla tvorba nového systému na databázi událostí, který by na událost pohlížel jako na celek, nejen na nalezení příčiny, jejího systémového opatření a následně snadné nalezení řešení, který by používali všichni pověřeni pracovníci a který by nahradil v současnosti používané systémy X-Fracas, FDM-FS Connect, Sales Force a Field Cases.

V ideálním případě by nový systém, do kterého se integruje klasifikace názvosloví příčin i systémových opatření, byl velice podobný systému X-Fracas, jelikož zaučení všech pracovníků v úplně novém systému, který má jinou podobu je neekonomické. Pouze vepisovací pole příčin, které je adekvátní k této klasifikaci příčin, nebudou vepisovací, ale budou mít podobu číselníku. V případě příčiny budou v tomto výběrovém menu všechny dosud známé události, ze kterých autor vybere vhodnou položku. V druhém číselníku budou konkrétnější informace, např. podpříčiny. Tyto číselníky budou na sobě závislé, proto v případě, že autor vybere kořenovou příčinu, bude mu v číselníku druhém nabídnuta pouze položka, která s danou příčinou přímo souvisí. Pro lepší vizuální představu jsou tyto menu i s propojením ukázány na obrázcích číslo 17, 18, 19 a 20. Ve třetím číselníku bude uvedeno systémové opatření, které po zobrazení ukáže celkový model systémové analýzy, kde si zadavatel vybere určité políčko podle toho, kde byl prokázán vznik příčiny, dále se mu objeví konkrétní proces a možnosti operací, kde se naskytla chyba. V případě událostí souvisejících s únikem kapalin, kterými jsou olej a palivo, mohou číselníky vypadat obdobně jako v návrhu na obrázku 17, 18, 19, a 20. V prvním obrázku číslo 17 jsou ukázány příčiny, jejichž obsah si každý uživatel určí samostatně. V obrázku 18 je uveden příklad výběru úniku kapalin, kdy druhé menu uživateli samo nabídne podpříčiny, kde uživatel vybere ty, které se k úniku kapalin vztahují. V ideálním případě nabídne samotný číselník uživateli pouze pole, které s únikem kapalin souvisí. V případě, že si uživatel při určování příčiny není jistý, je u číselníku „příčina“ uvedena nápověda, ve které jsou vypsány nejčastější příklady, které tuto událost způsobí, či jak událost vypadá. Tato nápověda obsahuje nejčastější příčiny události, které jsou totožné, nebo alespoň podobné. Součástí hlášení bezpečností události je nutný popis události s volným polem, do kterého autor vyplní vlastní popis události s konkrétními informacemi. V obrázku 18 je zobrazen číselník systémového opatření po prvním kliknutí. V obrázku 19 je následná ukázka konkrétního procesu, s možností výběru operací, kde vybere uživatel tu, kde se prokázal prvotní faktor, který způsobil vznik příčiny.

Udalost # _____

Vytvořil: _____ Datum události: _____

Vlastník: _____ Datum nahlášení: _____

Zdroj: _____ Stav: Nové

Typ motoru: _____ Kategorie: _____

Příčina: _____

Systémové opatření: _____

Popis události: _____

Důvod k vyšetřování: _____

Výsledek vyšetřování: _____

Příčina: **Únik**

První faktor vzniku příčiny: _____

Únik

- problém se vzduchovou tlakovou pumpou způsobeno letadlem
- karbonové usazeniny
- koróze
- poškození během přepravy
- selhání PCU
- kovové části v oleji
- ITT
- selhání LRU
- kovové části
- oxidace
- přetočení
- inspekce motoru
- lidský faktor
- vnitřní vůlka
- inspekce
- výměna
- kouř

O obsahu hlášení bezpečnostní události si rozhodne každá společnost dle svých požadavků

Obrázek 17 Ukázka výběru příčiny události

Stejně jako menu příčin a podpříčin si uživatel sám určí obsah hlášení bezpečnostní události. Každý uživatel má své vlastní potřeby k zaznamenávání informací. Pro někoho může být například popis rizika a následných bezpečnostních opatření důležitý, pro jiného uživatele, který se zaměřuje na jiný druh podnikání, potřebuje své vlastní pole informací.

Udalost # _____

Vytvořil: _____ Datum události: _____

Vlastník: _____ Datum nahlášení: _____

Zdroj: _____ Stav: Nové

Typ motoru: _____ Kategorie: _____

Příčina: **Únik**

Příčina: _____

Systémové opatření: _____

Popis události: **Text...**

Důvod k vyšetřování: _____

Výsledek vyšetřování: _____

První faktor vzniku příčiny: _____

Únik

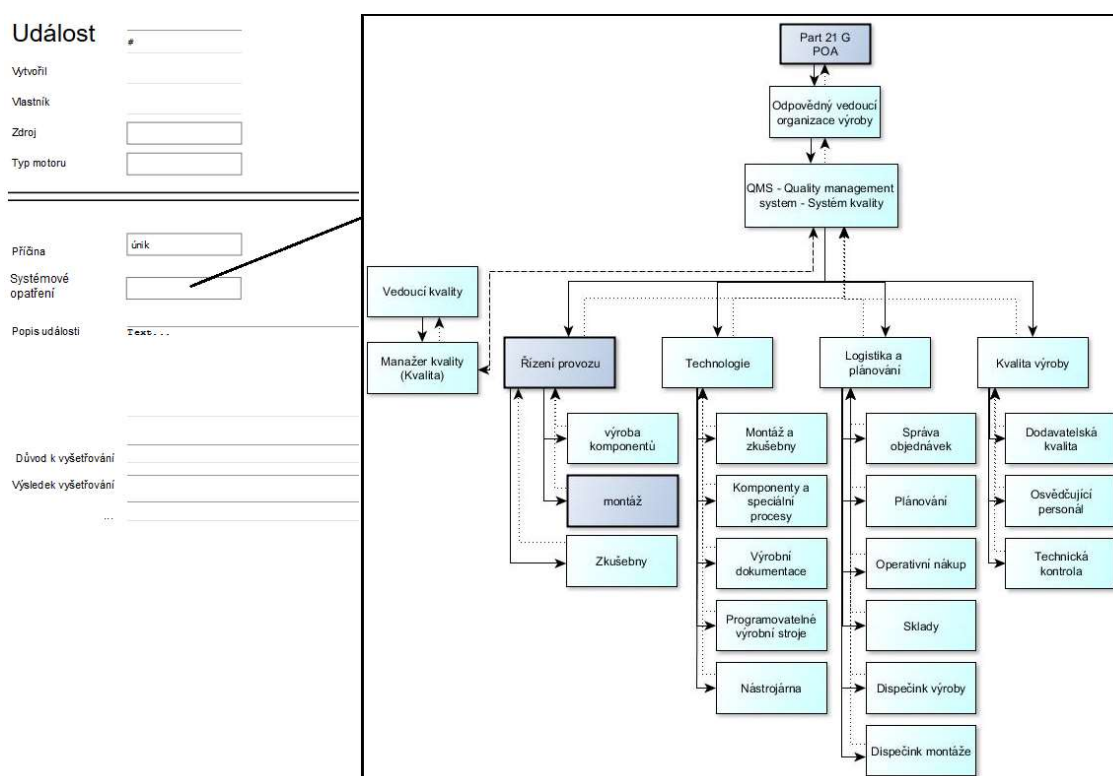
- tepelná oxidace
- více druhů příčin
- olej**
- palivo
- vysoký točivý moment
- dle SB
- dle EMM
- vycházení z motoru

O obsahu hlášení bezpečnostní události si rozhodne každá společnost dle svých požadavků

Obrázek 18 Ukázka výběru podpříčiny události

Po kliknutí na další pole pojmenované systémové opatření se pracovníkovi zobrazí celý procesní model společnosti, nebo konkrétní proces, ve kterém byl nalezen prvotní faktor příčiny. Pracovník si zvolí příslušné pole ze všech možných, kde se příčina mohla naskytnout. Pole, které s příčinou nesouvisí, nebude možné vybrat, díky nastavení systému

budou skryté nebo přesunuté v pozadí (v obrázku 19 označeny světlou barvou). Volba, která příčina může a nemůže souviset s daným polem, je vložena do zdrojového kódu systému. Předlohu pro toto rozhodnutí poskytne detailní analýza všech procesů společnosti GEAC. V příkladu úniku oleje je vybrána ukázka v procesu výroby a montáže (POA) – špatné dotažení šroubů, tím pádem nesprávně fungující těsnění. Pracovník údržby při kontrole našel stopy úniku oleje, splnil pracovní postupy dle manuálu, čímž splnil svůj úkol a zjistil, že při prvotní montáži motoru nebyly správně dotažené šrouby. Jako prvotní faktor byl nalezen nesprávně kalibrovaný momentový klíč, tudíž nemohl pracovník montáže utáhnout šrouby správnou silou. Dle výsledného senzoru na momentovém klíči tak ovšem učinil. Tyto číselníky jsou vyobrazeny na obrázcích 19 a 20.



Obrázek 19 Ukázka výběru systémového opatření

V obrázku 19 je zobrazena pouze ukázka pole a modelu, který se v něm objeví. V praxi bohužel není možné, aby se model objevil vedle číselníku, ale musí se zobrazit přes celou stránku, nebo na stránce vedlejší. Z důvodu čitelnosti jednotlivých polí. V posledním číselníku na obrázku 20 jsou vybrány všechny možnosti operací, při kterých vznikl první faktor, který má za následek danou příčinu.

Událost # _____

Vytvořil _____ Datum události _____

Vlastník _____ Datum nahlášení _____

Zdroj _____ Stav Nové

Typ motoru _____ Kategorie _____

Příčina únik Příčina olej

Systémové opatření POA - Montáž dílu Prvotní faktor vzniku příčiny

Popis události Text...

Důvod k vyšetřování

Výsledek vyšetřování

Použitý díl
 - Nekvalitní díl
 - Neoriginální díl
 - Nepasující díl
 - Lidský faktor
 - nedodržení manuálu
 - Neschválená činnost pracovníka
 - Špatný manuál
 - Nesrozumitelnost
 - Špatně předepsané hodnoty měření
 Použité nástroje
 - Poškozené nářadí
 - **Nesprávně kalibrovaný přístroj**
 - Volba nevhodného nářadí
 ...

Bezpečnostně nezávadná požadavků

Obrázek 20 Ukázka výběru prvotního faktoru

Do doby, než bude zaveden lepší systém, je nutné zvolit jiný proces implementace klasifikace pro zaznamenávání událostí tak, aby na sebe systémy navazovaly. Každý systém má možnost vyplnění pole z názvu „Root cause“, tzv. kořenová příčina (v některých systémech je podmínkou vyplnění tohoto pole). Realizace této implementace také není jednoduchá a není možné ji uskutečnit ze dne na den. Pokud vedení společnosti požaduje správnou funkčnost a využívání této jednotné klasifikace názvosloví, musí uspořádat školení pro všechny pracovníky, kteří s danými systémy pracují.

Jako první krok ovšem postačí zaučení několika pracovníků, kteří se systémy pracují nejčastěji. Nejdůležitější systém pro databázi událostí je systém X-Fracas, proto se předpokládá zaučení nejprve pracovníků, kteří primárně pracují s ním. Tito pracovníci si dále zaučí další pracovníky, kteří pracují v ostatních systémech, ze kterých čerpají data, potřebná pro jejich účely. Tito pracovníci vzájemně spolupracují již delší dobu, proto je pro ně snadnější nalézt společný směr v realizaci nových procesů, než kdyby byl proces vysvětlen pouze jedním školením pro všechny, a to hlavně z důvodu, že ne všichni, kteří pracují v systémech, ze kterých se čerpají data, mají přístup a umějí pracovat v nejrelevantnějším systému X-Fracas.

I nadále tedy bude proces klasifikace probíhat stejně, jako dosud, jen se změnou využívané jednotné klasifikace a zaznamenávání systémových opatření. Stále je vysoce pravděpodobné, že se naskytne chyba v manuálním vpisování příčiny, nicméně tato chyba bude do velké míry eliminována. Výsledkem bude podstatné usnadnění práce při vyhledávání událostí, které mají stejnou kořenovou příčinu, nebo její prvotní faktor. Pro

tvorbu například výročních zpráv či informativních zpráv pro vedení bude toto usnadnění podstatná úspora času, protože se eliminuje čas, potřebný pro manuální prohledávání seznamu událostí a hledání příčin, které jsou nazvané podobně, i když mají stejnou kořenovou příčinu. Nebo poslouží jako podmět pro zamyšlení se nad opakujícími se faktory vzniku příčiny a jejich odstranění.

9 Vyhodnocení celkového navrhovaného řešení

Systémy, které využívá společnost GEAC pro databázi všech událostí jsou sami o sobě plně funkční a práce v nich není složitá. Stejně tak jako návaznost mezi systémy je snadno pochopitelná a pro fungování společnosti jako celku slouží pro sdílení informací mezi všemi pověřenými pracovníky. Díky vhodnému řešení každého systému samostatně je možné uvádět poznámky a jednotlivé kroky od založení události až do ukončení šetření, díky tomu je usnadněná komunikace mezi všemi pracovníky, kteří jakkoliv zasahují do daného procesu.

Sjednocení klasifikace pro databázi událostí u motorů vyráběných společnostmi GEAC výrazně ušetří čas, který je potřeba při vyhledávání nehod se stejnou kořenovou příčinou, či opakovanou počáteční operací, která kořenovou příčinu způsobí. Díky tomu bude možné porovnat, zda příčina nastává opakovaně vinou motoru, chybou v procesu, materiálovým složením, lidským faktorem, nebo je ojedinělá. Na první pohled bude zřejmé, který díl, stroj, proces nevyhovuje podmínkám minimální poruchovosti, a díky tomu je možné nastavit nápravná opatření.

Možnost lepší návaznosti mezi systémy po plném zaškolení všech pracovníků, správné vyplňování kořenové příčiny a systémových opatření zamezí chybám lidského faktoru a následně ušetří čas při opravách chyb při přepisování, při hledání událostí, se stejnou kořenovou příčinou, nebo při stejném systémovém opatření a tím následně umožní pověřeným pracovníkům věnovat se jiným úkolům.

V současné době je možné návrh klasifikace bezpečnostních událostí využít v již používaném procesu bez větších nákladů, které je třeba vynaložit. Pro implementaci stačí vytvořit databázi všech kořenových příčin a systémových opatření, které mohou způsobit událost, nebo které již někdy v minulosti nastaly a uspořádat školení pověřených pracovníků, kteří v konkrétních systémech pracují. Samozřejmě, že u událostí, které byly zaznamenány dříve, bude třeba vynaložit určité úsilí při hledání událostí se stejnou kořenovou příčinou či se stejným systémovým opatřením. Tato komplikace bude díky společné klasifikaci ve všech systémech do budoucna odstraněna.

Jelikož společnost GEAC jako nadnárodní společnost pracuje na svém rozvoji ke stálému uspokojování všech svých zákazníků, klade stále vyšší nároky na své pracovníky. Tím pádem stále pracuje na vývoji systémů, které udrží společnost GEAC ve vedoucí pozici při výrobě a prodeji leteckých motorů. Díky tomu i proces klasifikace leteckých událostí čeká na vlastní jednotný systém, na jehož vývoji společnost GEAC pracuje a který nahradí v současnosti používané systémy. Díky tomuto jednomu systému budou všichni pověřeni pracovníci po celém světě mít potřebné informace, bez nutnosti časově náročného

vyhledávání ve více systémech. Do nového systému je snadné zakomponovat klasifikaci názvosloví, uvedené v této práci buď dle vlastního přepracování pro vlastní potřeby společnosti GEAC, nebo přímo dle návrhu s myšlenkou spojení číselníků, které na sebe budou závislé, společně s vpisovatelnými poli, které jsou nutné pro konkrétní popis události. Samozřejmě je nutné zahrnout i nápovědu, aby každý pracovník byl schopen klasifikovat událost i v případě, že nemá dostatek konkrétních informací o události, nebo že si není jistý (nový pracovník, ...).

Ať už se jedná o implementaci klasifikace názvosloví do současného stavu, nebo o budoucí implementaci klasifikace názvosloví do právě vyvíjeného systému jedná se o usnadnění celého procesu a podstatné zkrácení času, při vyhledávání událostí se stejnou kořenovou příčinou nebo se stejným systémovým opatřením a tvorbu informačních zpráv (např. zprávy pro vedení, výroční zprávy apod.).

Použití systémové analýzy nabízí širší pohled na celý proces a tím i na hledání prvotních faktorů vzniku příčiny. Ve výsledku je možné například zjistit, že podobný problém, může nastat i v jiném druhu procesu, které spolu na první pohled nesouvisí, ale v konečné fázi díky špatné údržbě či nedodržení procesu, způsobí stejnou příčinu, která spadá do tolerančního rozmezí a tím pádem se jí společnost samostatně nezabývá. Po následném šetření důvodu vzniku příčiny se může ukázat, že prvotní příčina je špatná údržba strojů, problém s dodavatelem, či nespolehlivý pracovník apod.

Díky celkovějšímu pohledu na celý proces z dlouhodobého hlediska a ukládání dat, je možné názvosloví kořenových příčin obohatit o systémová opatření, které ukážou na prvotní faktor, který předchází vzniku příčiny. Pomůže k zamyšlení, kde se chyba vyskytuje a následné nalezení korekcí a zamyšlením se nad danou problematikou.

Konkrétní názvosloví si ovšem společnost GEAC, nebo kdokoliv jiný, musí navolit dle svých potřeb. Lze do něj zahrnout konkrétní případy poruch, dílů, faktorů, nebo obecné, které jsou určeny Evropskou komisí EASA a podobně.

Závěr

Na začátku práce je popsána problematika leteckých událostí, vývoj jejich šetření včetně metod a analýz, které mají podstatný vliv na průběh šetření a v neposlední řadě i důležité instituce, které ovlivňují šetření leteckých událostí a podílejí se na jejich vyšetřování.

V praktické části jsou shrnuty informace o společnosti GEAC, historie a popis pohonných jednotek M601 o kterých tato práce pojednává, návaznost jednotlivých oddělení společnosti na šetření leteckých událostí od jejich ohlášení až po konec vyšetřování. V neposlední řadě pak návrh názvosloví klasifikace těchto bezpečnostních událostí společně s návrhem realizace využití v současných systémech, i v systému budoucím.

Jelikož se práce zaměřuje na zlepšení bezpečnosti z pohledu motorové jednotky, konkrétně poruchy, byla zaměřena na zjednodušení procesů, dosud využívaných v databázi událostí, ve sběru dat a jejich následném vyšetřování.

Navržená klasifikace v této práci je reálně použitelná pro dosud používané systémy, pomůže usnadnit současnou situaci a konečné vytváření koncových databází, které slouží pro zdokonalení celého procesu vývoje a odstranění opakujících se závad a faktorů, které jim mohou předcházet.

Účelem této práce byla tvorba názvosloví klasifikace bezpečnostních událostí u leteckých pohonných jednotek. Díky ochotě společnosti GEAC byl tento úkol realizovatelný, bohužel ale je celá problematika natolik rozsáhlá, že není možné ji shrnout do jediné práce.

Pro sjednocení klasifikace názvosloví v celém procesu společnosti je třeba provést průzkum a pověřit mnoho pracovníků s jeho tvorbou. Proto tato práce nebyla schopna požadavek kapacitně splnit.

Z kapacitního hlediska práce splnila alespoň návrh klasifikace, byly vytvořeny první kroky v procesu tvorby celého názvosloví klasifikace, včetně ukázky, jak systémové opatření hledat v systémové analýze společnosti. Na konkrétní ukázce byl zobrazen příklad hledání systémového opatření pro lepší pochopení problematiky a v neposlední řadě byl vytvořen návrh několika systémových opatření z každého procesu společnosti GEAC.

V případě, že společnost GEAC, nebo kterákoliv jiná, bude chtít využít tento návrh klasifikace, je nutné zamyslet se nad vlastní systémovou analýzou všech procesů ve společnosti probíhajících. Dalším krokem je vytvoření vlastní kompletní klasifikace na základě všech procesů a její další dělení a implementace do vlastních systémů dle svého uvážení.

Použitá literatura

1. **BÍNA, Ladislav a Zdeněk ŽIHLA.***Bezpečnost v obchodní letecké dopravě.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-707-9.
2. **ICAO.** ICAO Safety Report 2018. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2018_30082018.pdf.
3. **STAMATIS, D. H.***Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. 2nd ed., rev. and expanded.* Milwaukee, Wisc. : ASQ Quality Press, 2003. ISBN 0873895983.
4. **Franke, Wolf D.***FMEA: analýza možností vzniku vad a jejich následků.* místo neznámé : Česká společnost pro jakost, 1993. 8002009681.
5. **SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS.***Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 2., aktualiz. a rozš. vyd.* Praha : Expert (Grada), 2006. ISBN 0262016621.
6. **Hnilica, Jiří a Fotr, Jiří.***Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování.* Praha : Grada, 2009. 9788024725604.
7. **Braintools.** Zvládání rizik – jak analyzovat rizika. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <https://www.braintools.cz/toolbox/zvladani-rizik/jak-analyzovat-rizika.htm>.
8. **LEVESON, Nancy.***Engineering a safer world: systems thinking applied to safety.* Cambridge : MIT Press Engineering systems, 2011. ISBN 0262016621.
9. **Leveson, Nancy G. a Thomas, John P.***STPA HANDBOOK.* 2018.
10. **ČAPEK, Jan, Richard KLÍMA a Jaroslava ZBÍRALOVÁ.***Civilní letectví ve světle práva.* Praha : LexisNexis CZ, 2005.
11. **Mackenzie, David.***ICAO A History of the International Civil Aviation Organization.* místo neznámé : University of Toronto Press Incorporated, 2010. 9781442640108.
12. **VOLNER, Rudolf.***Flight planning management.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-496-2.
13. **Pfisterer, Henning.***European Regulation of Aerodrome Safety Management Systems in the EASA System.* místo neznámé : Kassel university press GmbH, Kassel, 2017. 9783737603515.
14. **GE Aviation Czech.** O nás. *GE Aviation Czech.* [Online] [Citace: 06. 05 2019.] www.geturboprops.com/cz/spolecnost/o-nas.

15. **Walter Jinonice.** Historie motoru Walter M601. *Walter Jinonice*. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <http://www.walterjinonice.cz/historie-motoru-walter-m601>.
16. **GE Aviation Czech.** Interní zdroj. *Procesy - popis*. Praha : GE Aviation Czech, 2019.
17. **CAA.** Řízení zachování letové způsobilosti. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <http://www.caa.cz/letadla/rizeni-zachovani-letove-zpusobilosti>.
18. **EASA.** Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM). [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <https://www.easa.europa.eu/acceptable-means-compliance-and-guidance-material-group/part-m-continuing-airworthiness-requirements>.
19. **Aircraft Industries.** Základní charakteristika. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] http://www.let.cz/clanek_316_zakladni-charakteristika.html.
20. **Salesforce.** Co je Salesforce? [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <https://www.enehano.cz/salesforce/>.
21. **Reliasoft.** Reliability management: X-Fracas. [Online] [Citace: 06. 05 2019.] <https://www.reliasoft.com/products/reliability-management/xfracas>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 STAMP model [6]	16
Obrázek 2 Model OTA [1]	19
Obrázek 3 STAMP model GEAC	27
Obrázek 4 Proces fungování DOA-POA-MOA-Provozovatel.....	29
Obrázek 5 Pohonná jednotka M601 [9].....	30
Obrázek 6 Model procesu zpracování informací	35
Obrázek 7 Ukázka výsledného hlášení [11]	38
Obrázek 8 STAMP – Výrobní proces	40
Obrázek 9 STAMP – Provoz	41
Obrázek 10 proces údržby.....	41
Obrázek 11 Obecná událost – proces hledání příčiny	44
Obrázek 12 Systémová analýza obecné události.....	45
Obrázek 13 Systémová analýza pro údržbu (MOA)	47
Obrázek 14 Systémová analýza pro výrobu (POA)	48
Obrázek 15 Systémová analýza pro design (DOA)	49
Obrázek 16 Fiktivní část události – tepelná koroze	53
Obrázek 17 Ukázka výběru příčiny události	61
Obrázek 18 Ukázka výběru podpříčiny události	61
Obrázek 19 Ukázka výběru systémového opatření	62
Obrázek 20 Ukázka výběru prvotního faktoru	63

Seznam Tabulek

Tabulka 1 Riziko – pravděpodobnost jeho výskytu [5].....	13
Tabulka 2 Riziko – dopad [5].....	14
Tabulka 3 Analýza rizik společnosti GEAC [11].....	25
Tabulka 4 Názvosloví kořenových příčin.....	55
Tabulka 5 Názvosloví společných systémových opatření.....	57
Tabulka 6 Názvosloví specifických systémových opatření pro jednotlivé procesy	58

Seznam grafů

Graf 1 Přehled leteckých nehod v rozmezí let 2013-2017 [2]	11
Graf 2 Podíl událostí na leteckých nehodách [2]	11

Seznam příloh

Příloha 1 STAMP model společnosti GEAC	72
Příloha 2 Systémová analýza události	73

