



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta dopravní  
Ústav letecké dopravy

**Sběr a analýza dat v sledování letové způsobilosti jiných než  
složitých letadel**

**Data Collection and Analysis for Non-Complex Aircraft  
Airworthiness Monitoring**

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Letecká doprava

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

Ing. Natalia Guskova

**Martina Liptáková**

---

Praha 2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621** ..... **Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Martina Liptáková**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Sběr a analýza dat v sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel**

Název tématu (anglicky): Data Collection and Analysis for Non-Complex Aircraft Airworthiness Monitoring

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cíl práce: Navrhnout systém pro sběr, zpracování a analýzu dat v oblasti sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel
- Analyzujte současné postupy sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel
- Analyzujte dostupné datové zdroje a související procesy pro sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel
- Navrhňte koncepci systému sběru, zpracování a analýzy dat pro sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel
- Dosažené výsledky porovnejte se současným stavem





- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ICAO, Doc. 9859: Safety Management Manual, 4th Ed., Montréal, Quebec, 2018.  
Arlow, J. a Neustadt, I. UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: objektově orientovaná analýza a návrh prakticky. 2., Computer Press, 2007.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.**  
**Ing. Natalia Guskova**

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 2020**  
(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 bakalářské práce: **9. srpna 2021**  
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 bakalářské práce.

Martina Liptáková  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 8. října 2020



## Abstrakt

Cílem práce je upravení systému sledování zachování letové způsobilosti (ACAM) jiných než složitých letadel Úřadem pro civilní letectví, tak, aby odpovídal standardizovaným metodikám. Nejdříve jsou rozebrány systémy používané pro sběr a zpracování dat, dále jsou analyzovány dostupné a potenciální datové zdroje, které tvoří základ modelu systému vytvořeného pomocí unifikovaného modelovacího jazyku (UML). V další části práce je navržena metoda vyhodnocování rizikovosti letadel, podle které jsou letadla doporučována na kontrolu. Modely i postupy vyhodnocení jsou v závěru práce validovány, mohou tak být použity v praxi či sloužit jako základ pro softwarový systém sloužící pro vyhodnocení rizikovosti letadla.

**Klíčová slova:** ACAM, bezpečnost, riziko události, rizikovost letadla, sběr a analýza dat, sledování letové způsobilosti, UML, úřad pro civilní letectví

## Abstract

The aim of the work is to modify the system of Aircraft Continuing Airworthiness Monitoring (ACAM) for non-complex aircraft, used by the Civil Aviation Authority, so that it corresponds to standardized methodologies. First, the systems used for data collection and processing are analyzed. Then the available and potential data sources are analyzed and form the basis of the system model created using the Unified Modeling Language (UML). In the next part of the work, a method for evaluating the risk of aircraft is proposed, according to which aircraft are recommended for inspection. Models and evaluation procedures are validated at the end of the work, so they can be used in practice or serve as a basis for a software system used to evaluate the risk of the aircraft.

**Keywords:** ACAM, aircraft risk, airworthiness monitoring, civil aviation authority, data collection and analysis, occurrence risk, safety, UML





## Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucím práce panu doc. Ing. Andreji Lališovi Ph.D. a paní Ing. Natalii Guskove za odborné vedení a konzultování práce, dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům Úřadu pro civilní letectví za doložení podkladů a odborné konzultace. V neposlední řadě bych ráda poděkovala svým rodičům, příteli, kamarádům a celé rodině za morální a materiální podporu během celé doby studia.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Sběr a analýza dat v sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadlech vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

v Praze dne 9. srpna 2021

.....

*Podpis*



# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 Letová způsobilost jiných než složitých letadel</b>	<b>13</b>
1.1 Oblast zaměření	13
1.1.1 Jiná než složitá letadla	13
1.2 Řízení zachování letové způsobilosti	14
1.2.1 Část M	15
1.2.2 Část ML	16
1.2.3 Doklady letové způsobilosti	17
1.3 Sledování zachování letové způsobilosti letadel	20
<b>2 Systémy pro sběr, zpracování a analýzu dat pro sledování letové způsobilosti</b>	<b>21</b>
2.1 ECCAIRS	21
2.2 Systém hlášení ÚZPLN	22
2.3 Systém hlášení ÚCL	22
2.4 Data z hlášení událostí	22
2.4.1 Postup zpracování dat ÚCL	23
<b>3 Bezpečnostní taxonomie</b>	<b>24</b>
<b>4 Limitace současného stavu</b>	<b>28</b>
<b>5 Analýza dostupných a potenciálních datových zdrojů</b>	<b>29</b>
5.1 Program údržby	29
5.2 Hlášení událostí	30
5.3 Údaje z leteckého rejstříku / interní údaje ÚCL	30
<b>6 Konceptualizace datových zdrojů pomocí UML</b>	<b>33</b>
6.1 Unified Modeling Language (UML)	33





6.1.1	Objekty	34
6.1.2	Třídy	34
6.1.3	Relace	34
6.1.4	Diagram tříd	35
6.1.5	Diagram aktivity	38
6.2	Definice případů užití	38
6.2.1	UC1 - Vedení databáze letadel	39
6.2.2	UC2 - Vedení databáze událostí	40
6.2.3	UC3 - Vyhodnocení rizika události	40
6.2.4	UC4 - Vyhodnocení rizikovosti letadel	40
6.2.5	UC5 - Kontrola dat napříč dokumenty	41
6.2.6	UC6 - Doporučení na ACAM	41
6.3	UML modely	42
6.3.1	Doménový model datových zdrojů	42
6.3.2	Doménový model události	42
6.3.3	Taxonomie	45
<b>7</b>	<b>Metoda vyhodnocování</b>	<b>47</b>
7.1	Hodnocení rizika události	47
7.2	Kritéria závažnosti	51
7.2.1	Postup vyhodnocení kritérií závažnosti	52
7.3	Kritéria pravděpodobnosti	54
7.3.1	Postup vyhodnocení kritérií pravděpodobnosti	55
7.4	Hodnocení rizikovosti letadla	57
7.5	Diagramy aktivit	58
<b>8</b>	<b>Porovnání systému se současným stavem</b>	<b>61</b>
8.1	Hodnocení rizika události	61
8.2	Propojení databáze událostí a letadel	61
8.3	Změna kritérií	61



8.3.1 Změna hodnocení kritérií . . . . .	63
8.4 Porovnání výsledků . . . . .	63
<b>Seznam použité literatury</b>	<b>71</b>





## Seznam obrázků

3.1 Hierarchie Event Type 1	25
3.2 Hierarchie Event Type 2	26
3.3 Zápis Event Type ÚZPLN	26
6.1 Typy relací	35
6.2 Diagram tříd	36
6.3 Doménový model	37
6.4 Příklad digramu aktivit	38
6.5 Diagram události	43
6.6 Doménový model datových zdrojů	44
6.7 Schéma taxonomie	45
6.8 Ukázka taxonomie	45
7.1 ICAO matice rizik	48
7.2 Upravená matice rizik	48
7.3 Ohodnocení kritérií závažnosti	51
7.4 Příklad konkrétních kritérií závažnosti	53
7.5 Příklad ohodnocení závažnosti	53
7.6 Ohodnocení kritérií pravděpodobnosti	54
7.7 Příklad konkrétních kritérií pravděpodobnosti	56
7.8 Příklad ohodnocení pravděpodobnosti	56
7.9 Rozdělení grafu rizikivosti	57
7.10 Diagram aktivity: vedení databáze	58
7.11 Diagram aktivity: vedení databáze událostí a vyhodnocení rizika událostí	59
7.12 Diagram aktivity: vyhodnocení rizikivosti letadel	60
8.1 Původní graf ohodnocených letadel	65
8.2 Graf podle upraveného ohodnocení letadel	66



## Seznam tabulek

5.1 Dostupná data v dokumentech . . . . .	31
7.1 Klíč k určení závažnosti . . . . .	49
7.2 Klíč k určení pravděpodobnosti . . . . .	49



## Seznam zkratek

ACAM	Program ke sledování zachování letové způsobilosti v provozu (Aircraft Continuing Airworthiness Monitoring)
AD	Směrnice o letové způsobilost (Airworthiness Directive)
ADREP	Systém hlášení údajů o nehodě/incidentu (Accident/Incident Data Reporting System)
ALI	(Airworthiness Limitation Item)
AMO	Organizace oprávněná k údržbě letadel (Approved Maintenance Organisation)
AMP	Program údržby (Aircraft Maintenance Program)
ARC	Osvědčení kontroly letové způsobilosti (Airworthiness review certificate)
ATA	Asociace letecké dopravy (Air Transport Association)
CAMO	Organizace k řízení zachování letové způsobilosti (Continuing Airworthiness Management Organization)
CAO	Oprávněná organizace letové způsobilosti s kombinovanými právy k údržbě a řízení zachování letové způsobilosti (Combined Airworthiness Organisation)
DAH	Držitel typového certifikátu (Design Approval Holder)
EASA	Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví (European Union Aviation Safety Agency)
ECCAIRS	Evropské koordinační centrum pro systémy hlášení nehod a incidentů (European Co-ordination Center for Accident and Incident Reporting Systems)
MIP	Minimální program prohlídek (Minimum Inspection Program)
OLZ	Osvědčení letové způsobilost
OZL/ML	Oddělení způsobilosti letadel / Malá letadla
TCDS	(Type Certificate Data Sheet)
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
UML	Unifikovaný modelovací jazyk (Unified Modeling Language)
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
ZOLZ	Zvláštní osvědčení letové způsobilosti



## Úvod

Letecká doprava a letectví všeobecně je považováno za nejbezpečnější druh dopravy. Mimo jiné je, pro udržení vysoké úrovně bezpečnosti letectví, nutné udržovat letadla letově způsobilá. Letově způsobilé letadlo je v takovém stavu, který zajišťuje, že během jeho použití jsou splněny minimální bezpečnostní požadavky. Takovému letadlu je vydáno Osvědčení letové způsobilosti (OLZ) a Osvědčení kontroly letové způsobilosti (ARC). Tato osvědčení mohou vydávat národní úřady pro civilní letectví, organizace CAMO, CAO, AMO nebo nezávislý osvědčující pracovník podle specifických podmínek. [18] Jelikož OLZ/ARC nemusí být vydáno Úřadem pro civilní letectví, Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014 stanovuje povinnost namátkových kontrol rizikových letadel (ACAM), tyto kontroly provádí Sekce technická, konkrétně Oddělení malých letadel nebo Oddělení dopravních letadel. Za rizikové je považované takové letadlo, u kterého je pravděpodobnost nebo závažnost potenciální události vysoká a tím je snížena jeho letová způsobilost.

K identifikaci rizikového letadla je potřeba jednotného systému vyhodnocení informací o letadle a jeho vzniklých událostech. ÚCL využívá samostatný systém pro vyhodnocení rizikovosti letadla a samostatný systém pro vyhodnocení závažnosti vzniklé situace, oba tyto systémy jsou založeny především na znalostech a zkušenostech inspektorů. Cílem této práce je upravení existujícího systému tak, aby byla více využívána konkrétní data dostupná ÚCL a propojení hodnocení rizikovosti letadla a rizika události. K tomu je nutné vytvoření standardizované metodiky hodnocení rizika události.





# 1 Letová způsobilost jiných než složitých letadel

Tato kapitola pojednává o tom, co je letová způsobilost a jakým způsobem je v současné době v České republice sledována. Důležitým bodem je také zaměření na konkrétní skupinu letadel a její definice.

## Letová způsobilost

„Letovou způsobilostí se rozumí takový stav letadla, motoru, vrtule nebo ostatních výrobků letadlové techniky, který zajišťuje, že úroveň bezpečnosti při jejich použití v předpokládaném provozu v předpokládaných provozních podmínkách nebude nižší než ta, která je dána použitelnými požadavky předpisů letové způsobilosti.“ [10]

### 1.1 Oblast zaměření

V této kapitole jsou definována letadla, jejichž letovou způsobilostí se práce dále zabývá.

#### 1.1.1 Jiná než složitá letadla

Práce se dále zabývá pouze jinými než složitými letadly, konkrétně pouze motorovými letouny s hmotností do 2730 kg. Toto omezení bylo zvoleno jelikož by vzhledem k rozsahu této práce, nebylo možné obsáhnout všechny kategorie letadel spadající do kategorie *jiná než složitá letadla*. Pro přehlednost je zde uvedena definice složitých letadel podle Evropské komise. Za složitě letadlo je považován [12]:

- letoun
  - s maximální certifikovanou vzletovou hmotností vyšší než 5 700 kg
  - s osvědčením pro maximální počet sedadel vyšší než devatenáct
  - s osvědčením pro provoz s posádkou složenou nejméně ze 2 pilotů
  - vybavený proudovým motorem či proudovými motory nebo více než jedním turbovrtulovým motorem



- vrtulník s osvědčením
  - pro maximální vzletovou hmotnost vyšší než 3 175 kg
  - pro maximální počet sedadel pro cestující vyšší než devět
  - pro provoz s posádkou složenou nejméně ze 2 pilotů
- letadlo se sklopným rotorem

Z definice složitých letadel lze tedy říci, že mezi jiná než složitá letadla spadají letouny většinou využívané ve všeobecném letectví, pro představu je možné uvést např.: letouny Cessna řady 150/170, letouny Zlín řady 26 a 42. Pro další účely práce budou navíc rozlišována letadla na kategorie annexová a transferovaná.

### Transferovaná letadla

Do kategorie transferovaných letadel se řadí ta letadla, jejichž typová osvědčení vydala, nebo uznala EASA. [19] Seznam těchto letadel lze nalézt na webových stránkách EASA<sup>[1]</sup> pod pojmem *Type Certificate Data Sheets* a *Product Lists*.

### Annexová letadla

Do kategorie annexových letadel se řadí ta letadla, jejichž typová osvědčení nebyla převedena pod pravomoc EASA, nebo letadla definovaná v Příloze (Annexu) I Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/1139. [19]

## 1.2 Řízení zachování letové způsobilosti

„Zachování letové způsobilosti letadel, jejichž typové osvědčení bylo převedeno pod pravomoc EASA (tzv. transferovaná letadla), je řízeno v souladu s Nařízením Komise (EU) č. 1321/2014, v aktuálním znění.“ [22] Řízení zachování letové způsobilosti transferovaných letadel lze následně rozdělit dle části výše uvedeného nařízení, podle které je řízeno.

<sup>1</sup><https://www.easa.europa.eu/document-library/product-certification/type-certificates/easa-product-lists>



### 1.2.1 Část M

Část M řeší odpovědnost všech subjektů vstupujících do zachování letové způsobilosti, normy údržby, oprávněné organizace osvědčení do provozu a další. Zachování letové způsobilosti je odpovědností vlastníka/nájemce letadla, nebo smí na základě smluvní dohody přenést tuto odpovědnost na organizace CAMO nebo CAO. Za určitých podmínek může vlastník/nájemce letadla provádět práce spojené se zachováním letové způsobilosti. Tvorbu a proces schvalování programu údržby nesmí provádět vlastník/nájemce za žádných okolností.

#### Program údržby (AMP)

„Část M popisuje náležitosti, postupy schvalování a frekvenci ověření spolehlivosti programu údržby, který může být vytvořen pro jediné letadlo nebo pro více letadel stejného typu nebo konfigurace.“ [15]

„Každé letadlo musí být udržováno v souladu s jeho programem údržby, který musí být pravidelně kontrolován a v souladu s tím měněn. Program údržby musí obsahovat podrobnosti zahrnující četnost veškeré plánované údržby.“ [20] Programy údržby lze rozdělit:

- Program údržby schválený ÚCL
- Program údržby schválený CAMO nebo CAO postupem nepřímého schválení

Letová způsobilost jiného než složitého letadla používaného pro obchodní leteckou dopravu je řízena podle části M Nařízení oprávněnou organizací CAMO. Letová způsobilost letounu (jiného než složitého letadla) s maximální vzletovou hmotností větší než 2730 kg nebo vrtulníku (jiného než složitého letadla) s maximální vzletovou hmotností vyšší než 1200 kg nebo s více než 4 osobami na palubě, je taktéž řízena podle části M a smí ji řídit oprávněná organizace CAMO nebo CAO s oprávněním k řízení letové způsobilosti. [22]



### 1.2.2 Část ML

Letadla spadající pod Část ML nemají v některých ohledech tak přísné podmínky, které jsou aplikovány na kategorii letadel spadajících pod Část M. [15]

Letová způsobilost letounů s MTOM nižší než 2730 kg, které nejsou klasifikovány jako složitá motorová letadla, rotorových letadel s MTOM nižší než 1200 kg, certifikovaných maximálně pro 4 osoby na palubě a jiných letadel ELA2, je řízena podle části ML a smí ji řídit vlastník, oprávněná organizace CAMO nebo CAO s oprávněním k řízení letové způsobilosti. [22]

- Letadlem ELA2 se rozumí tato evropská lehká letadla s posádkou [8]:
  - letoun s MTOM rovnou 2000 kg nebo nižší, který není klasifikován jako složitě motorové letadlo
  - kluzák nebo motorový kluzák s MTOM rovnou 2000 kg nebo nižší
  - balon
  - horkovzdušná vzducholod'
  - plynová vzducholod' dále charakterizována v Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014
  - velmi lehké rotorové letadlo

### Program údržby (AMP)

Stejně jako podle části M i Program údržby vypracovaný podle části ML musí být pravidelně kontrolován a v souladu s tím měněn, a povinně obsahovat informace o vlastníkovi a technické specifikaci letadla. Dále musí AMP obsahovat [15]: „Práce nebo inspekce vyplývající z Programu minimálních prohlídek (MIP) a Instrukce pro zachování letové způsobilosti vydané Držitelem typového certifikátu (DAH). Program údržby může být doplněn o další údržbové práce nebo nahrazen alternativami k instrukcím pro zachování letové způsobilosti vydanými DAH, které navrhne vlastník/nájemce nebo CAMO případně





CAO. Alternativy k instrukcím zachování letové způsobilosti vydané DAH nesmí být méně přísné, než je uvedeno v MIP.“ Pokud dochází k alternaci údržby<sup>2</sup>, na stránkách ÚCL<sup>3</sup> jsou zveřejněny doporučené úkony údržby. Avšak není možná alternace údržby částí na něž je aplikované AD (*Airworthiness Directive*), ALI (*Airworthiness Limitation Item*), nebo na které jsou uvedené požadavky na údržbu v TCDS (*Type Certificate Data Sheet*). Informace o tom, zda v programu údržby určitého letadla dochází k alternacím, jsou na Oddělení způsobilosti letadel/Malých letadel (OZL/ML) evidovány v excelovské tabulce. Nejprve je ale třeba papírový AMP pročíst a tyto informace do tabulky zanést.

Programy údržby, vypracované podle části M i podle část ML, jsou na OZL/ML zasílány e-mailem a následně jsou vytištěny a zařazeny do databáze. Pokud dojde ke změně AMP pozměněné stránky jsou taktéž zaslány e-mailem, vytisknuty a vloženy nebo vyměněny v AMP. Pokud je AMP zpracován podle Části ML není povinností subjektu odpovědného za zachování LZ tento AMP dokládat. Oddělení malých letadel i přesto vyžaduje doložení všech Programů údržby.

### 1.2.3 Doklady letové způsobilosti

V této kapitole jsou shrnuty doklady letové způsobilosti podle náležitosti k transferovaným nebo anexovým letadlům.

#### Transferovaná letadla

- Osvědčení letové způsobilosti (OLZ)

Osvědčení letové způsobilosti vydává Úřad pro civilní letectví letadlům zapsaným v leteckém rejstříku ČR po podání žádosti, zaplacení příslušného poplatku

---

<sup>2</sup>alternace údržby = alternativa k instrukcím zachování letové způsobilosti vydané DAH

<sup>3</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/zmena-narizeni-komise-eu-c-1321-2014/ukony-udrzby-striktne-doporucene-ucl/>



a doložení potřebných dokladů. Seznam požadovaných dokumentů je k nalezení na stránkách ÚCL<sup>4</sup>

- Osvědčení kontroly letové způsobilosti (ARC)

Osvědčení kontroly letové způsobilosti je požadovaný dokument k vydání OLZ, v případě, že ARC není platné a letadlo je udržováno podle části M, je nutné doložit doporučení pro vydání ARC vytvořené oprávněnou CAMO. Bez platného ARC není letadlo letově způsobilé. ARC může být vydáno ÚCL nebo organizacemi CAMO, CAO, AMO nebo nezávislým osvědčujícím pracovníkem podle specifických podmínek. ARC osvědčuje, že letadlo, pro které bylo vydáno, je v době kontroly letově způsobilé, a jeho obecná platnost je 1 rok. ARC vydaná jiným subjektem než ÚCL jsou na OZL/ML zaslána e-mailem a následně je jejich platnost zapsána do interního systému ÚCL, Notia.

ARC smí být vydáno když<sup>[18]</sup>:

- byla úspěšně dokončena kontrola letové způsobilosti
- nebyly zjištěny žádné nedostatky, které omezují letovou způsobilost
- byly odstraněny všechny nálezy zjištěné během kontroly letové způsobilosti
- při kontrole letadla spadajícího pod část ML byl přezkoumán program údržby
- organizace AMO nebo nezávislý osvědčující pracovník provede kontrolu letové způsobilosti po provedení 100. hod / roční údržby

- Povolení k letu

„Povolení k letu musí být vydána letadlům, která nesplňují nebo u kterých nebylo prokázáno, že splňují, použitelné požadavky na letovou způsobilost, ale jsou způsobilá k bezpečnému letu za přesně stanovených podmínek (viz Nařízení Komise (EU)

---

<sup>4</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/doklady-letove-zpusobilosti-vidane-pro-transferovana-letadla/>



č. 748/2012, Hlava P). Před vydáním Permit to fly musí být schváleny letové podmínky.“ [18]

## Anexová letadla

- Osvědčení letové způsobilosti (OLZ)

Osvědčení letové způsobilosti anexových letadel je vydáno ÚCL po podání žádosti a předložení dokumentů, jejichž seznam je k nalezení v Poradním oběžníku ÚCL - Vydání Osvědčení letové způsobilosti pro letadla netransferovaná do EASA, dále je nutné předvést letadlo k pozemní prohlídce a zkušebnímu letu. Platnost OLZ je dobově omezená a její prodloužení je možné na základě žádosti a může ji prodloužit inspektor OZL/ML, pověřený pracovník a za určitých podmínek lze platnost prodloužit pouze administrativně.

- Zvláštní osvědčení letové způsobilosti (ZOLZ)

Zvláštní osvědčení letové způsobilosti vydává ÚCL po přijetí a schválení žádosti a požadovaných dokumentů. ZOLZ je vydáváno v kategorii [17]:

- Experimentální
- Povolení k letu
- Pro omezené použití
- Pro zvláštní účely

Pro vydání ZOLZ v kategorii Experimentální je nutné doložit prohlášení, ve kterém bude definován účel, k němuž má být letadlo využíváno.

Informace o tom, zda jsou (Z)OLZ platná, jsou pro pracovníky ÚCL k dispozici v systému Notia. Tato informace je tam zapsána po vydání (Z)OLZ Úřadem, v případě, že (Z)OLZ vydává/prodlužuje osvědčený pracovník, ÚCL je o tom informován e-mailem.



### 1.3 Sledování zachování letové způsobilosti letadel

Součástí programu kontrol letové způsobilosti jsou také namátkové kontroly (ACAM). Inspektor ÚCL naplňuje kontrolu letadla po dohodě s provozovatelem nebo příslušnou schválenou organizací CAMO/CAO nebo oprávněnou organizací údržby AMO, případně s nezávislým osvědčujícím pracovníkem. Aby bylo možné postihnout dozorem letadel celou škálu požadavků Části M a Části ML (Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014), jsou namátkové kontroly prováděny jak během stání letadla, v průběhu jeho údržby, tak také přímo v provozu. Rozsah namátkových kontrol odpovídá maximálně rozsahu technické části kontroly letové způsobilosti (čl. M.A.710, M.A.901, ML.A.903), tedy [21]:

- fyzické prohlídky letadla, jeho sestav a systémů a
- kontroly dokumentace údržby (nálezových protokolů, technologických karet apod.)

Námatkové posudky letadla mohou zahrnovat také posudek prováděný během letu, jakmile je Úřadem považován za nezbytný. Co vše může být předmětem kontroly, je k nalezení na stránkách ÚCL<sup>5</sup>

Úřad se také může rozhodnout provést namátkovou kontrolu prováděnou během provozu letadla, v období mezi plánovanými úkony údržby. O této kontrole není provozovatel předem informován.

Základní požadavky pro sledování zachování letové způsobilosti letadel jsou uvedeny v Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014 v článcích M.B.303 a ML.B.303. Možný způsob výběru letadel, které je vhodné zkontrolovat, popisuje EASA v interní prezentaci, která je distribuována národním úřadům. Princip se zakládá na výběru kritérií, podle kterých je vyhodnocována pravděpodobnost a závažnost potenciálních událostí. Těmto kritériím jsou přiřazeny indexy, které jsou vynásobeny koeficienty. Tato metoda vyhodnocování je více rozvedena v kapitole 7

---

<sup>5</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/sledovani-zachovani-letove-zpusobilosti-letadel/>





## 2 Systémy pro sběr, zpracování a analýzu dat pro sledování letové způsobilosti

Letová způsobilost letadel je sledována Úřadem pro civilní letectví, který kontroluje a osvědčuje oprávněné organizace nebo konkrétní letadla. ÚCL podstupuje letadla namátkovým kontrolám na základě informací o letadle a jeho programu údržby. Dále také využívá data z hlášení o nehodách a incidentech z externích systémů jako je ECCAIRS, hlášení událostí ÚZPLN nebo vlastního systému hlášení událostí. Letecký předpis L-13 [11] ukládá provozovateli, nebo pilotovi letadla, nebo provozovateli leteckých služeb povinnost ohlásit každou leteckou nehodu nebo incident na území ČR bez zbytečného odkladu ÚZPLN a ÚCL. Hlášení událostí je možné rozdělit na dobrovolné a povinné, události, které musí být podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 376/2014 nahlášeny, jsou klasifikovány Prováděcím nařízením Komise (EU) č. 2015/1018, tato nařízení se týkají transferovaných letadel. Události týkající se annexových letadel je možné hlásit přes konkrétní systém ÚZPLN.

### 2.1 ECCAIRS

ECCAIRS (European Co-ordination Center for Accident and Incident Reporting Systems) je digitální platforma integrující evropské národní letecké úřady a úřady pro řešení otázek bezpečnosti. [6] Jejím posláním je pomáhat vnitrostátním a evropským dopravním subjektům při shromažďování, sdílení a analýze bezpečnostních informací za účelem zvýšení bezpečnosti veřejné dopravy. ECCAIRS spoléhá na speciálně navrženou softwarovou sadu nazvanou ECCAIRS Reporting System. [13] Tento systém je k nalezení na webové stránce [6], kde ohlašovatel vybere, zda událost hlásí jako soukromá osoba nebo organizace. Následně je nutné vybrat, kterému národnímu úřadu má být hlášení zasláno. Tímto způsobem se po vyplnění formulář odešle ÚCL a ÚZPLN.

<sup>6</sup><https://e2.aviationreporting.eu/reporting>



## 2.2 Systém hlášení ÚZPLN

„Podle Článku 9 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010 každá zúčastněná osoba, která má informace o tom, že došlo k nehodě nebo vážnému incidentu na území České republiky, musí tyto skutečnosti neprodleně oznámit ÚZPLN telefonem na hotovostní linku.“ [16] Dále je možné nahlašovat události přes elektronické formuláře na stránkách ÚZPLN<sup>7</sup>. Zde existují dvě možnosti, jak nahlásit událost, která zahrnuje transferované letadlo. První a ÚZPLN upřednostňovaná varianta je odkaz na ECCAIRS 2, kde lze dále vyplnit hlášení jak již bylo řečeno v kapitole 2.1. Druhou variantou je možnost odeslání formuláře skrz systém hlášení událostí přímo ÚZPLN, kde lze dále vybrat zda se jedná o hlášení povinné či dobrovolné. Všechna hlášení, která ÚZPLN obdrží mimo systém ECCAIRS, se vkládají do databáze ECCAIRS. V případě hlášení události týkající se anexovaného letadla je třeba vyplnit formulář ÚZPLN přímo pro anexovaná letadla.

## 2.3 Systém hlášení ÚCL

Na stránkách ÚCL je v záložce Dokumenty<sup>8</sup> možné vyplnit Dobrovolné hlášení události v civilním letectví. Povinné hlášení Úřadu je realizováno skrz systém ÚZPLN a ECCAIRS, tato informace je k dispozici na stránkách ÚCL v záložce Hlášení událostí.<sup>9</sup>

## 2.4 Data z hlášení událostí

Formuláře jednotlivých systémů se v některých věcech liší, avšak důležitá data, která sbírají, se shodují. Dále jsou rozebrána a zmíněna ta data z formulářů, která jsou důležitá pro Sekci technickou Úřadu pro civilní letectví, konkrétně pro Oddělení malých letadel. Důležitá data pro Oddělení malých letadel pocházejí z hlášení o událostech týkajících se jiných než složitých letadel, u kterých došlo k poškození nebo se vyskytla technická závada, např.

<sup>7</sup><https://uzpln.cz>

<sup>8</sup><https://www.caa.cz/dokumenty/formulare/dobrovolne-hlaseni-udalosti-v-civilnim-letectvi/>

<sup>9</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/vseobecne-a-bezpecnostni-informace/hlaseni-udalosti-2/>



hlášení o narušení vzdušného prostoru není pro Sekci technickou relevantní. Sekci technickou potažmo Oddělení malých letadel zajímá jakému letadlu se něco stalo, kdy a proč se to stalo. Nejdůležitější informace, které lze z hlášení získat je poznávací značka letadla, jeho typ, provozovatel a informace o poškození letadla. Dále hlášení obsahuje datum a popis události od oznamujícího subjektu.

#### 2.4.1 Postup zpracování dat ÚCL

Po přijetí formuláře ze systémů hlášení na oddělení malých letadel sekce technické je formulář zpracován pověřeným úředníkem, který vyhodnotí, zda hlášení spadá do kompetence malých letadel. Do kompetence tohoto oddělení spadá v případě, že se jedná o malé letadlo a událost byla zapříčiněna technickou závadou nebo letadlo bylo během události poškozeno. Po vyhodnocení je do seznamu událostí zapsána událost a její konkrétní data:

- Datum
- Imatrikulace
- Typ letadla
- Provozovatel
- Stručný popis události
- Vyhodnocení závažnosti události

ÚCL obecně hodnotí riziko podle metodiky ARMS (*Active Risk Management System*), ale pro sledování letové způsobilosti malých letadel se interně využívá posouzení rizika kvalifikovanými pracovníky. K tomuto posouzení se nevyužívá žádná standardizovaná metodika. Hodnocení závažnosti je rozděleno na čtyři úrovně: A - málo závažné, B - závažné, C - velmi závažné a X - nutná kontrola letadla. Hodnocení a stručný popis vyplňuje úředník sám, ostatní informace jsou do seznamu kopírovány z hlášení. Poté, dle vyhodnocení závažnosti události, je pracovníky oddělení rozhodnuto, zda je vhodná či nutná kontrola.



### 3 Bezpečnostní taxonomie

Z charakteru sbíraných dat vyplývá potřeba užití unifikované taxonomie. Jelikož hlášení o události píše různí lidé, z různých částí země, Evropy i světa a stejné / podobné události by každý mohl popsat jinak, bylo by zpracování dat z takových hlášení velice obtížné. Z tohoto důvodu vznikla pod vedením ICAO taxonomie nazývaná ADREP (Accident / Incident Data Reporting System). Po čase řízení této taxonomie převzala EASA a na jejím základě vznikl dnes známý a používaný ECCAIRS System, který je stavebním kamenem pro sdílení údajů na evropské úrovni i mimo ni. [7]

ADREP se skládá z několika taxonomií, jednou z nich je taxonomie událostí, která přináší podrobný seznam typů událostí rozdělených do několika kategorií podle příslušné organizace. Existuje sedm základních kategorií událostí ADREP obsahujících skupiny událostí (incidenty, nehody), které jsou dále rozděleny do dalších kategorií, které podrobněji popisují konkrétní typ události. [14] Taxonomie a veškeré její hodnoty a atributy jsou nyní volně přístupné z webového rozhraní systému ECCAIRS.<sup>[10]</sup>

Jelikož je taxonomie vytvořena v angličtině, jsou dále použité anglické výrazy. Událost (Occurrence), která je klasifikována jako nehoda nebo incident a může zahrnovat několik událostí (Events), je popsána pomocí Occurrence Categories (třídy události), které klasifikují událost (Occurrence) jako celek, a podrobněji pomocí Event Types (typy událostí), které popisují jednotlivé události (Events). Příkladem occurrence category je: System/Component failure or malfunction (Selhání nebo nesprávná funkce systému/součásti), Runway excursion (Vyjetí z dráhy), Abnormal runway contact (Abnormální kontakt s dráhou) apod. Event Types se dále dělí na kategorie: Consequential Events (Následné události), Equipment (Zařízení), Operational (Provozní), Personnel (Personál), Organizational (Organizační) a Unknown (Neznámé). Tyto kategorie mají velké množství podkategorií.

---

<sup>10</sup><https://e2.aviationreporting.eu/taxonomy>

Příklad použití taxonomie v praxi: Během přistání letounu Cessna 152 došlo k zlomení podvozkové nohy a to zapříčinilo další poškození. V případě použití systému hlášení ECCAIRS je požadavek k vyplnění Event type (typu události) pouze pokud je událost hlášena jménem organizace, která u sebe událost identifikovala. Jelikož tedy došlo ke zlomení podvozkové nohy, je třeba vybrat jako podkategorii Event type Equipment, dále pokračovat přes Landing Gear System až v konečné fázi bude zápis Event type 1 vypadat takto: Equipment » 3200 Landing Gear System » 3210 Main Landing Gear System » 3213 Main Landing Gear Strut/Axle Failure, hierarchie Event type 1 je znázorněna na obrázku [3.1](#). A protože v důsledku zlomení podvozkové nohy došlo k poškození letounu, je možné zvolit Event type 2, který by byl vybírán z podkategorie Consequential Events a jeho finální verze by vypadala takto: Consequential Events » Damage and Injuries Events » Damage to Aircraft » Aircraft Crash/Impact Damage. Hierarchie Event Type 2 je znázorněna na obrázku [3.2](#)

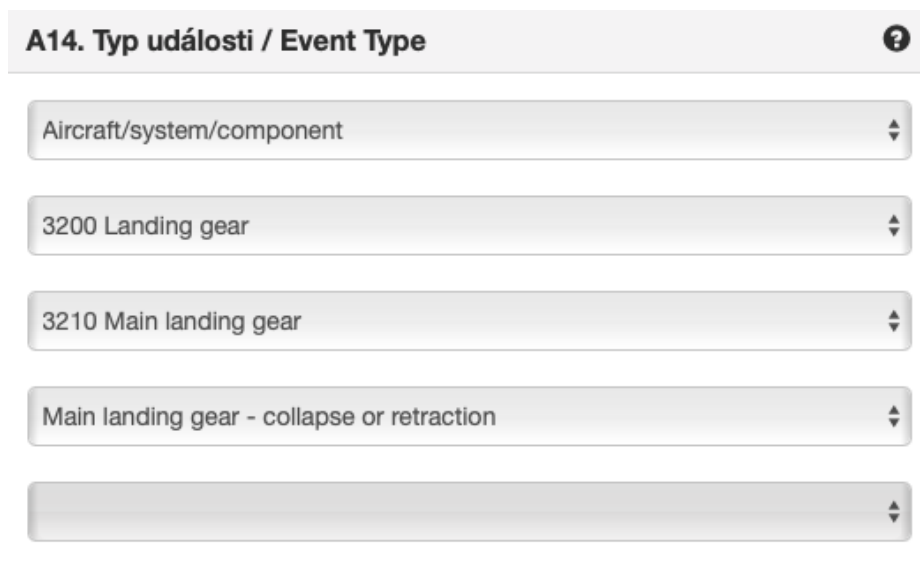
- ▼ • 3200 Landing Gear System
  - > • 3200 Landing Gear System General
  - ▼ • 3210 Main Landing Gear System
    - 3211 Main Landing Gear Attachment Section Failure
    - 3212 Main Landing Gear Emergency Flotation System Failure
    - 3213 Main Landing Gear Strut/Axle Failure
    - Main Landing Gear complete collapse or retraction
    - Main Landing Gear partial collapse or retraction

Obrázek 3.1: Hierarchie Event Type 1 (Překlad: 3200 Systém podvozku » 3210 Systém hlavního podvozku » 3213 Porucha vzpěry/nápravy hlavního podvozku)

- ▼ • Consequential Events
  - ▼ • Damage and Injuries Events
    - ▼ • Damage to Aircraft
      - Aircraft Crash/Impact Damage

Obrázek 3.2: Hierarchie Event Type 2 (Překlad: Následné událost » Události s poškozením a poraněním » Poškození letadla » Poškození z nehody/nárazu letadla)

Pokud by stejná událost byla hlášena přes systém ÚZPLN ohlašovatel má možnost vyplnit Event Type. Příkladem poškození je tedy zlomení podvozkové nohy, podkategorií Event type by v tom případě byla vybrána kategorie Aircraft/system/component poté opět Landing gear. Finální verze Event type by zněla: Aircraft/system/component » 3200 Landing Gear » 3210 Main landing Gear » Main landing gear - collapse or retraction. Jak je vidět na příkladu, taxonomie se mírně liší, pravděpodobně z důvodu vytvoření systému ÚZPLN na základě starší verze taxonomie. Systém ÚZPLN neposkytuje možnost výběru více Event types. Na obrázku 3.3 je znázorněn zápis Event Type ve formuláři ÚZPLN.



**A14. Typ události / Event Type** ?

Aircraft/system/component

3200 Landing gear

3210 Main landing gear

Main landing gear - collapse or retraction

Obrázek 3.3: Zápis Event Type ve formuláři ÚZPLN





ADREP/ECCAIRS taxonomie používá tzv. ATA kapitoly viz obrázek 3.1. Je to specifický systém číslování, který se stal standardem pro dokumentaci komponent dopravních letadel. Cílem ATA kapitol je sjednocení čísel a významu kapitol pro všechna letadla a usnadnění kategorizace technických informací. Každý manuál údržby komponent pro jakékoli letadlo má stejné číslování kapitol podle ATA systému číslování. Referenční číslo pro Airbus 380 bude stejné jako pro Airbus 320 a všechna ostatní dopravní letadla. Příkladem ATA číslování je v této taxonomii 3200, což odkazuje na Landing gear a následná specifikace Main Landing Gear je uvedena pod číslem 3210. Poslední verze původních ATA kapitol byla zveřejněna v roce 1999, poté v roce 2000 Výbor pro technické informace a komunikaci ATA vyvinul novou konsolidovanou specifikaci pro komerční letecký průmysl, ATA iSpec 2200. [9]

ADREP/ECCAIRS taxonomie je pro potřeby sledování letové způsobilosti příliš rozsáhlá, jelikož je používána nejen pro události, kde došlo k poškození nebo technické závadě, ale pro hlášení všech událostí, které se netýkají technické stránky letadla. Stejný problém nastává u ATA kapitol, kde je velká část těchto kapitol nepotřebná pro malá letadla, jelikož jsou tvořeny pro dopravní letadla. Bylo by tedy třeba vybrat část taxonomie, která by pro sledování letové způsobilosti byla použitelná.

Limitací pro použití je taktéž fakt, že taxonomie je v angličtině, což je pro oddělení malých letadel nevhodné, jelikož anglické názvosloví komponent a událostí není většinou u provozovatelů běžně používané, ve formulářích by tedy mohlo docházet ke ztrátám informací a chybovosti kvůli překladu.



## 4 Limitace současného stavu

Největší limitace současného stavu je chybějící jednotný systém, který by uchovával, zpracovával a analyzoval data, která má ÚCL k dispozici. To komplikuje analytickou činnost a následný dozor nad letovou způsobilostí. Jelikož data nejsou zpracována jednotně, identifikace rizikového letadla je časově náročná a souvislosti mezi záznamy nejsou na první pohled zřejmé.

V softwarovém programu Notia, který ÚCL využívá, jsou základní informace o letadle a zda má letadlo vydané ARC nebo platné (Z)OLZ. Ostatní data se nacházejí v různých excelovských tabulkách a papírových dokumentech. Data z formulářů hlášení událostí jsou sbírány do samostatné tabulky, a závažnost událostí není vyhodnocována podle konkrétní metodiky. To vede k přehlédnutí souvislostí mezi konkrétními informacemi o letadle a jeho událostmi, absence metodiky je příčinou nekonzistentnosti v hodnocení událostí různými zaměstnanci.

Limitací pro zpracování dat je neaktuálnost některých AMP, jelikož Program údržby zpracovaný podle Části ML na Oddělení malých letadel nemusí být doložen. Oddělení malých letadel vyžaduje doložení všech Programů údržby, ale některé subjekty i přesto AMP nedokládají.

Dále práce řeší limitaci chybějící metodiky, jakým způsobem zpracovávat data, která má ÚCL k dispozici, a jak na základě těchto poznatků sledovat letovou způsobilost letadel.



## 5 Analýza dostupných a potenciálních datových zdrojů

V podkapitolách této kapitoly je dále rozebráno, jak by bylo možné využít dostupné datové zdroje ÚCL, případně které další potenciální datové zdroje by mohl Úřad také využívat pro sledování letové způsobilosti.

### 5.1 Program údržby

Program údržby a jeho funkce byla zmíněna již v kapitole 1.2. Ovšem z programu údržby lze vyčíst i další data než jen, zda (v případě AMP podle části ML) provozovatel alternuje instrukce k zachování letové způsobilosti. V případě, že je v AMP uvedena alternace je nutné ověřit, zda alternace splňují doporučené limity ÚCL, a nebo zcela přesahují i tyto doporučené hodnoty. Standardizovanou podobu programu údržby uvádí ÚCL na svých stránkách, [11](#) [12](#) ovšem každý provozovatel si může vytvořit vlastní AMP, který splňuje požadavky ÚCL. Základním požadavkem na AMP je, aby byl aktuální, v opačném případě nejsou data věrohodná. Pokud není program údržby aktuální, dal by se z této skutečnosti vyvodit závěr, že letadlo buď již není letově způsobilé a nebo je jeho údržba zanedbávána. Pokud je tedy AMP aktuální jsou z něho k dispozici také tyto data:

- Typ provozu

V kolonce typ provozu lze vybrat z několika možností a ty dále rozdělit na obchodní a neobchodní. Typ provozu lze rozdělit na:

- Obchodní letecká doprava (pouze v AMP podle Části M) (CAT)
- Zvláštní provoz (SPO)
- Oprávněná nebo ohlášená organizace pro výcvik (DTO/ATO)
- Neobchodní - jiné než složitě letadlo (NCO)

---

<sup>11</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/program-udrzby-pro-transferovana-letadla/>

<sup>12</sup><https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/program-udrzby-pro-annexova-letadla/>



- Druh provozu

Existují tři kategorie povoleného druhu provozu:

- IFR („létání podle přístrojů“)
- VFR den („létání za vidu ve dne“)
- VFR noc („létání za vidu v noci“)

## 5.2 Hlášení událostí

Jaká data jsou Úřadem získávána z hlášení událostí již bylo řečeno v kapitole 2.4. Podstatnými informacemi z hlášení události je tedy: datum, typ letadla, jeho imatrikulace, a provozovatel. Dále hlášení zahrnuje také slovní popis události z kterého lze někdy vyčíst rozsah, příčinu a následek poškození letadla. Jelikož jsou hlášení zasílány různými organizacemi nebo soukromými osobami, jejich forma se liší. Například hlášení od Řízení letového provozu mají vždy stejnou formu a obsahují stejná data, v těchto hlášení je k nalezení i kategorie události (Occurrence Class) a typ události (Event type). Tyto informace v hlášeních z ostatních zdrojů nebývají vždy kompletní nebo nejsou uvedené vůbec.

Pro snazší zpracování úředníkem by bylo vhodné, aby se shodovala alespoň data, která v hlášeních mají být uvedená. V nejlepším případě, aby se shodoval i formát příchozích hlášení a tím pádem by v budoucnu mohla být data z hlášení přečtena a dopsána do seznamu automaticky, což v současné chvíli není možné, jelikož některá hlášení přijdou ve formátu PDF, jiné ve formátu .xls apod.

## 5.3 Údaje z leteckého rejstříku / interní údaje ÚCL

Některé informace o jednotlivých letadlech jsou volně přístupné přes webové rozhraní leteckého rejstříku,<sup>13</sup> tyto informace jsou také dostupné v interním systému ÚCL, který obsahuje ještě data navíc. Pro účely této práce jsou důležité tyto volně přístupné informace

---

<sup>13</sup><https://lr.caa.cz/letecky-rejstrik>



z leteckého rejstříku: typ letadla, rejstříková značka (tzv. imatrikulace), provozovatel, maximální počet osob na palubě, počet motorů, maximální vzletová hmotnost, rok výroby. Tyto údaje by se měly shodovat se zápisy v interním systému Notia, kde navíc lze získat informace o: platnosti OLZ / platnosti ARC, datum provedené kontroly ACAM (pokud byla) a kategorii způsobilosti letadla. Kategorie způsobilosti jsou: normální, cvičná, akrobatická. Ostatní informace zde přístupné, jako datum zápisu do LR apod., nejsou pro sekci technickou z pohledu sledování letové způsobilosti důležité.

Tabulka 5.1: Dostupná data v dokumentech / systémech

	AMP	HLÁŠENÍ	LR / NOTIA
Typ letadla			
Imatrikulace			
Provozovatel			
Max. počet osob			
MTOM			
Rok výroby			
Počet motorů			
Platnost OLZ / ARC			
Kategorie způsobilosti			
Datum kontroly ACAM			
Typ provozu			
Druh provozu			
Alternace údržby			
Zodpovědný subjekt za zachování LZ			
Vykonavatel údržby			
Informace o události (datum, popis...)			
Informace o poškození			



V tabulce **5.1** je barevně znázorněno, která data lze nalézt v kterých dokumentech nebo systémech. Zelené buňky znázorňují dostupnost dat v konkrétním systému / dokumentu. Jak je tedy vidět z tabulky, některá data jsou zaznamenávána duplicitně, což by mohlo být využito ke zpětné kontrole aktuálnosti a pravdivosti dat napříč dokumenty. Žluté buňky demonstrují fakt, že tato určitá data se mohou v dokumentu vyskytnout, není to však pravidlem.



## 6 Konceptualizace datových zdrojů pomocí UML

V následujících kapitolách je vysvětleno jak a k čemu se využívá modelovací jazyk UML, následně je použit k vytvoření modelů zobrazujících propojení a využití datových zdrojů. Cílem této tvorby je konceptualizace datových zdrojů, která přinese možnost vytvoření nástrojů pro zpracování dat ze zdrojů.

UML je v práci využito k zobrazení propojení datových zdrojů, které má ÚCL k dispozici, dále také k vytvoření diagramů aktivit, které zachycují postup zpracování dat. Jazyk UML byl k tomuto účelu zvolen, jelikož vytvoření modelů pomocí UML není náročné a pro účely práce jsou zcela postačující. Diagramy či modely tvořené jazykem UML jsou názorné a srozumitelné, zároveň jsou tyto modely rozhraním mezi modelujícím člověkem znalým problematiky a programátorem systému založeném na modelu.

### 6.1 Unified Modeling Language (UML)

Jazyk UML (Unified Modeling Language, unifikovaný modelovací jazyk) je univerzální jazyk pro vizuální modelování systémů. Diagramy vytvořené v jazyku UML jsou srozumitelné pro lidi, ale navíc je mohou snadno interpretovat i programy CASE (computer-aided software engineering). Modely UML mají dva aspekty [1]:

- Statickou strukturu  
Popisuje, jednak jaké typy objektů jsou pro modelování daného systému důležité, jednak jak spolu tyto objekty souvisejí.
- Dynamické chování  
Popisuje životní cyklus zmiňovaných objektů a způsob jejich vzájemné spolupráce s cílem dosáhnout požadované funkce navrhovaného systému.





### 6.1.1 Objekty

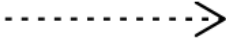

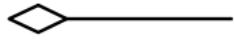
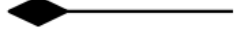
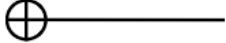
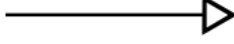
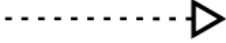
Objekt je považován za soudržný balíček dat a funkcí. Každý objekt je instancí určité třídy, která definuje společnou množinu rysů (atributů a operací či metod), které jsou vlastní všem instancím dané třídy. [1] Objekt je tedy určitá entita s jedinečnými vlastnostmi. Konkrétní příklad objektu je třeba letoun Z-526 s imatrikulací OK-ZRD, jelikož spadá do třídy *letadlo* a jejími atributy jsou *typ letadla* a *imatrikulace*. Především samotná imatrikulace určuje identitu objektu, protože je jedinečná, v jiných případech může identitu určovat např. výrobní číslo nebo pouze prostor a čas.

### 6.1.2 Třídy

Třída je definována jako deskriptor množiny objektů, které sdílejí stejné atributy, operace, metody, relace a chování. Znamená to, že třída je deskriptorem množiny objektů se stejnými charakteristickými vlastnostmi (rysy). Třidu by bylo možné popsat jako šablonu objektů, která určuje strukturu (množinu rysů) všech objektů dané třídy (daného typu). Všechny objekty *stejně* třídy musí obsahovat *stejnou* množinu operací, *stejnou* množinu atributů a *stejnou* množinu relací, jejich atributy však mohou obsahovat *různé* hodnoty. [1] Příkladem třídy v následujících modelech je třída *Letadlo*, která zahrnuje všechny letadla s atributy *Imatrikulace*, *Typ* a *Provozovatel*.

### 6.1.3 Relace

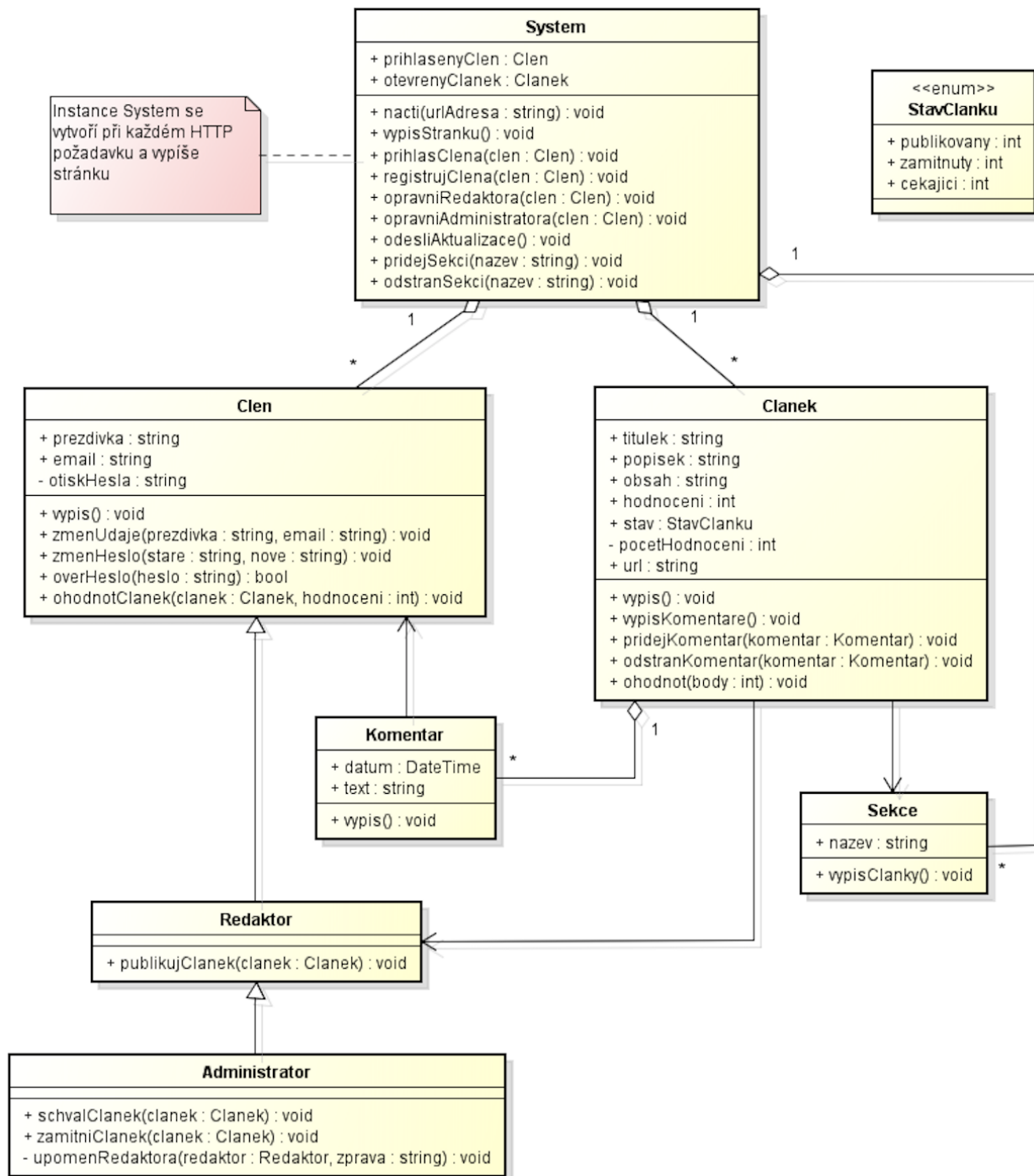
Relace umožňuje ukázat na modelu, jaký je vztah mezi dvěma předměty. Znameníou analogií role, kterou relace hrají v modelech UML, je rodina a vztahy mezi jejími jednotlivými členy. Relace umožňují zachytit významový vztah mezi předměty. [1] Typy používaných relací v jazyce UML jsou na obrázku 6.1.

Typ relace	Syntaxe UML zdroj      cíl	Stručný popis
Závislost (Dependency)		Změna v určitém předmětu ovlivňuje význam závislého předmětu.
Asociace (Association)		Popis množiny spojení mezi objekty.
Agregace (Aggregation)		Cílový prvek je součástí zdrojového prvku
Kompozice (Composition)		Silnější forma agregace (má více omezení)
Ochranná nádoba (Containment)		Zdrojový prvek obsahuje cílový prvek
Zobecnění (Generalization)		Jeden prvek je specializací jiného prvku a lze jej nahradit obecnějším (univerzálnějším) prvkem.
Realizace (Realization)		Asociace mezi klasifikátory, kde jeden klasifikátor určuje dohodu, jejíž uskutečnění zaručuje druhý klasifikátor

Obrázek 6.1: Typy relací [1]

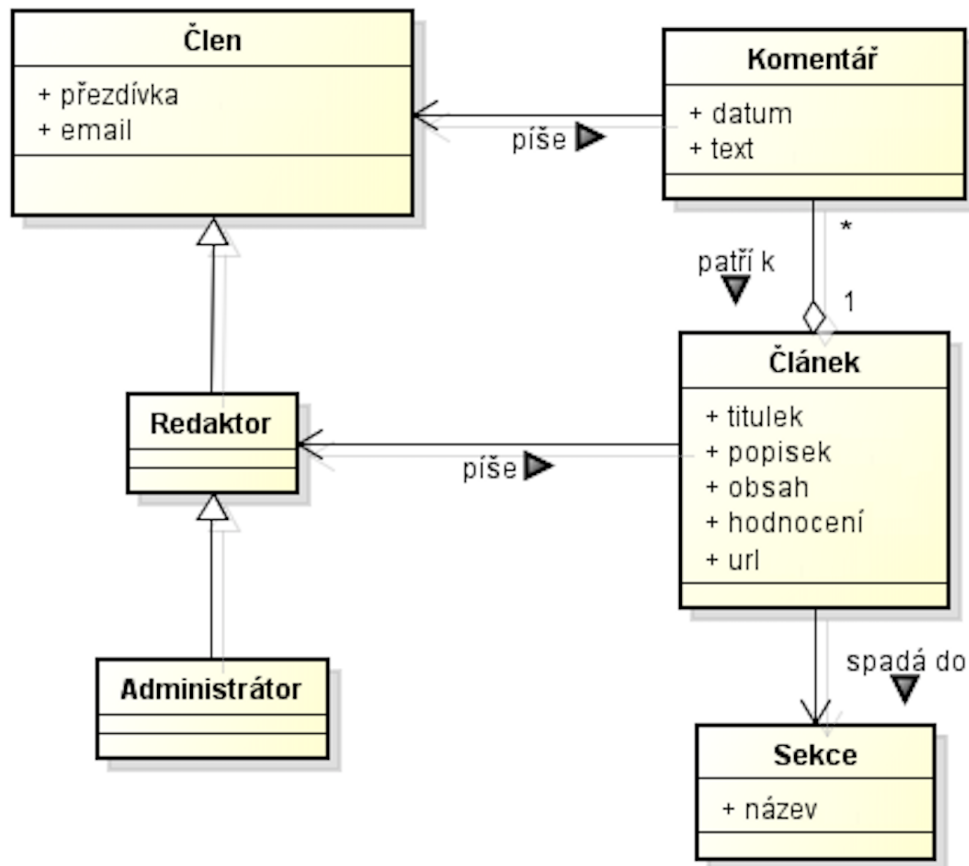
#### 6.1.4 Diagram tříd

Diagram tříd nebo-li class diagram obsahuje všechny třídy systému a každá třída má všechny atributy a metody. Diagram je specifický pro určitý programovací jazyk, již se zde nevyskytuje diakritika a atributy mají datové typy specifické pro daný jazyk apod. Diagram tříd je diagram implementace, musí být úplný, a když ho programátor přepíše do kódu, musí fungovat. [5] Příklad diagramu tříd je obrázek [6.2].



Obrázek 6.2: Diagram tříd 5

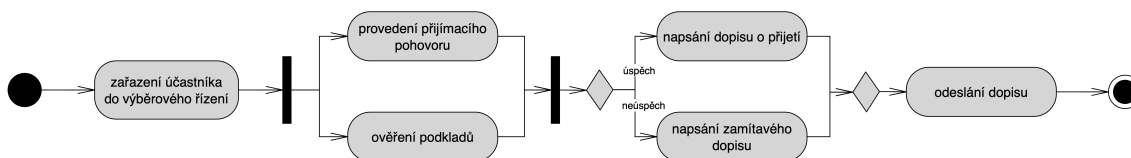
Pro účely této práce je dostačující doménový model, který je formou diagramu tříd. Třídy v doménovém modelu jsou ale zjednodušené, neobsahují metody a obsahují pouze důležité atributy bez datových typů. Všechny identifikátory lze psát s diakritikou, jelikož diagram není určen pro konkrétní programovací jazyk. [4] Příklad doménového modelu je obrázek 6.3.



Obrázek 6.3: Doménový model [4]

### 6.1.5 Diagram aktivity

Diagram aktivity je „objektově orientovaný vývojový diagram“. Díky němuž lze modelovat procesy jako aktivitu, která se skládá z kolekce uzlů spojených hranami. [1] Příklad diagramu aktivit je uveden na obrázku [6.4].



Obrázek 6.4: Příklad diagramu aktivit [Práce autora]

Diagram aktivity začíná počátečním uzlem, z kterého se ihned přechází do uzlu následujícího. Uzel rozdělení/spojení, vyznačený kolmým obdélníkem na hranu, umožňuje v diagramu rozdělit dvě paralelní akce, které mohou probíhat zároveň, nebo v jakémkoli pořadí. Aby aktivita mohla pokračovat musí být tyto akce dokončeny. Kosočtverec značí uzel rozhodnutí/spojení, který rozdělí tok na dvě možné cesty, následně je opět spojí a aktivita pokračuje dál. Z těchto dvou akcí smí vždy proběhnout pouze jedna na základě volby v uzlu rozhodnutí. Koncovým uzlem je diagram zakončen a znázorňuje, že po akci aktivity už nic nenásleduje a aktivita tímto končí. V případě diagramu [6.4] je poslední akcí odeslání dopisu. Koncových uzlů se v diagramu může vyskytovat více.

## 6.2 Definice případů užití

Případ užití nebo-li Případ užití (UC) je sada několika akcí, které vedou k dosažení určitého cíle. UC definuje jednu funkcionalitu, kterou by měl navrhovaný systém umět. Případy užití vychází ze zadání systému od zákazníka nebo z vlastních očekávání o funkcích systému. Hovoří se o tzv. mapování uživatelských požadavků na jednotlivé Use Case. [3]



Pro ÚCL je důležité, aby systém měl tyto funkce:

- Vedení databáze letadel
- Vedení databáze událostí
- Vyhodnocení rizika události
- Vyhodnocení rizikovosti letadel

V dalších částech jsou definovány konkrétní případy užití systému pro sběr, zpracování a analýzu dat, který by mohl být v budoucnu využíván Sekcí technickou. Systém může být nazván Systém sledování letové způsobilosti. Krátkým popisem je vysvětleno, jakou má funkčnost pro uživatele přidanou hodnotu, proč ji uživatel spouští. V bodech základního toku je popsána interakce mezi aktéry a jednotlivými případy užití. Za aktéra v tomto systému je považován systém a uživatel. Následující případy užití popisují vhodnou variantu chování softwarového systému. U jednotlivých případů užití je zmíněno, zda je možné je realizovat vzhledem k rozsahu této práce, případně v jaké míře.

### 6.2.1 UC1 - Vedení databáze letadel

Případ užití umožňuje shromažďování dat o letadlech a vede jejich databázi.

#### Základní tok

- Systém vznes požadavek na vložení imatrikulace letadla.
- Uživatel vloží imatrikulaci letadla.
- Systém doplní veřejně přístupné informace z leteckého rejstříku.
- Systém ze systému Notia získá informace o platnosti (Z)OLZ/ARC.
- Uživatel může doplnit ostatní informace o letadle. (Typ provozu, Druh provozu, Alternace údržby, Zodpovědný subjekt za LZ)



Do budoucna by v kontextu UC1 bylo příhodné, aby AMP měl vždy standardizovanou formu a byl přístupný elektronicky, tím pádem by systém mohl automaticky získávat informace i odtud.

Tento UC je v práci realizován, systém nedoplňuje informace automaticky, ale je nutné, aby je zadal uživatel.

### **6.2.2 UC2 - Vedení databáze událostí**

Případ užití umožňuje shromažďování dat o událostech a vede jejich databázi.

#### **Základní tok**

- Uživatel je vyzván k vložení dat z hlášení o události.
- Systém zaeviduje data a propojí záznam o události se záznamem o konkrétním letadle.

Tento UC je v práci realizován.

### **6.2.3 UC3 - Vyhodnocení rizika události**

Případ užití umožňuje vyhodnotit riziko události na základě dat získaných z vloženého hlášení.

#### **Základní tok**

- Systém umožní zadat parametry pro hodnocení rizika.
- Systém zaznamená hodnocení rizika.

Tento případ užití je realizován v plné míře.

### **6.2.4 UC4 - Vyhodnocení rizikovosti letadel**

Případ užití umožňuje automaticky vyhodnotit rizikovost jednotlivých letadel na základě informací o letadle a jeho událostí, dle zvolených kritérií a jejich koeficientů.





### Základní tok

- Systém spočítá ohodnocení kritérií.
- Systém vyhodnotí pravděpodobnost události.
- Systém vyhodnotí potenciální závažnost události.
- Systém na základě pravděpodobnosti a závažnosti vyhodnotí rizikovost letadla.

Tento UC je realizován v plné míře.

### 6.2.5 UC5 - Kontrola dat napříč dokumenty

Případ užití umožňuje porovnat duplicitní data v leteckém rejstříku, hlášení o události a v systému Notia. Pokud by došlo ke standardizaci a elektronizaci AMP, systém by porovnával data i zde. Která data jsou duplicitně zaznamenávána je znázorněno v tabulce 5.1

### Základní tok

- Systém porovná data mezi sebou.
- V případě nesrovnalostí vypíše hlášku, aby uživatel zkontroloval pravost údajů.

Tento UC není realizován, jelikož vzhledem k rozsahu práce není možné zajistit propojení systémů a následnou kontrolu dat.

### 6.2.6 UC6 - Doporučení na ACAM

Případ užití umožňuje doporučit letadlo na kontrolu ACAM.

### Základní tok

- Systém na základě vyhodnocené rizikovosti a určených limitních hodnot doporučí kontrolu ACAM.

Tento UC je realizován.



## 6.3 UML modely

V následujících podkapitolách jsou znázorněny doménové modely datových zdrojů a události.

Doménové modely datových zdrojů jsou využity k zobrazení propojení datových zdrojů na základě informací, které obsahují. Doménový model události vyjadřuje strukturu popisu událostí pomocí taxonomie.

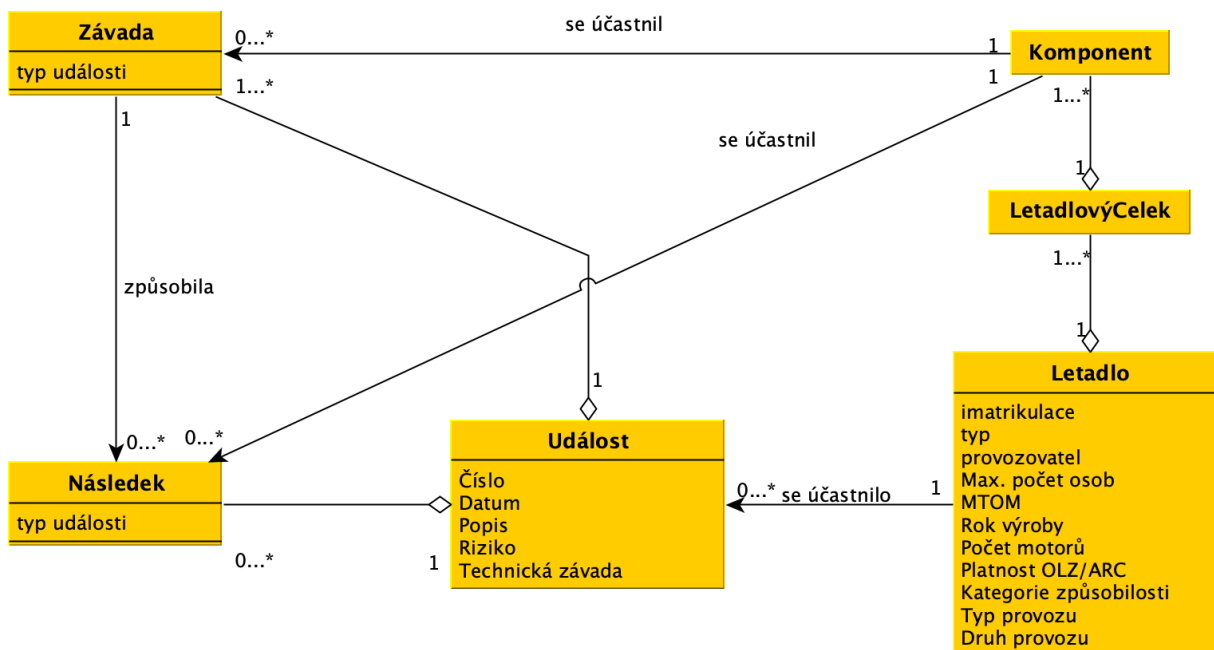
### 6.3.1 Doménový model datových zdrojů

Doménový model na obrázku [6.6](#) znázorňuje, které datové zdroje obsahují jaká datová pole, tedy také jaké je jejich propojení. V potaz jsou brány informace potřebné ke sledování letové způsobilosti, nikoli všechny informace, které má ÚCL k dispozici. Model obsahující všechna datová pole by byl rozsáhlý, a tak pro přehlednost a vzhledem k zaměření práce byla zvolena pouze tato datová pole. V modelu lze rozeznat několik stereotypů, které jsou v modelu zapsány standardní formou, tedy: «stereotyp». Samotné datové zdroje jsou několikerého typu. Prvním typem datového zdroje je «dokument», dokumentem je Program údržby (AMP) a Hlášení události, druhým typem datového zdroje je «systém», konkrétním systémem je letecký rejstřík a Notia. Stereotyp «datové pole» zahrnuje informace, které lze vyčíst z datových zdrojů, jsou to informace o konkrétním letadle. Tato skutečnost je v modelu znázorněna relacemi mezi objektem Letadlo a těmi datovými poli, které odpovídají jeho atributům. Atributy jsou uvedeny pod názvem třídy *Letadlo*, jsou to informace, které definují konkrétní letadlo. V modelu je také více nespécifikovaná třída Událost, jejíž samostatný model je uveden dále.

### 6.3.2 Doménový model události

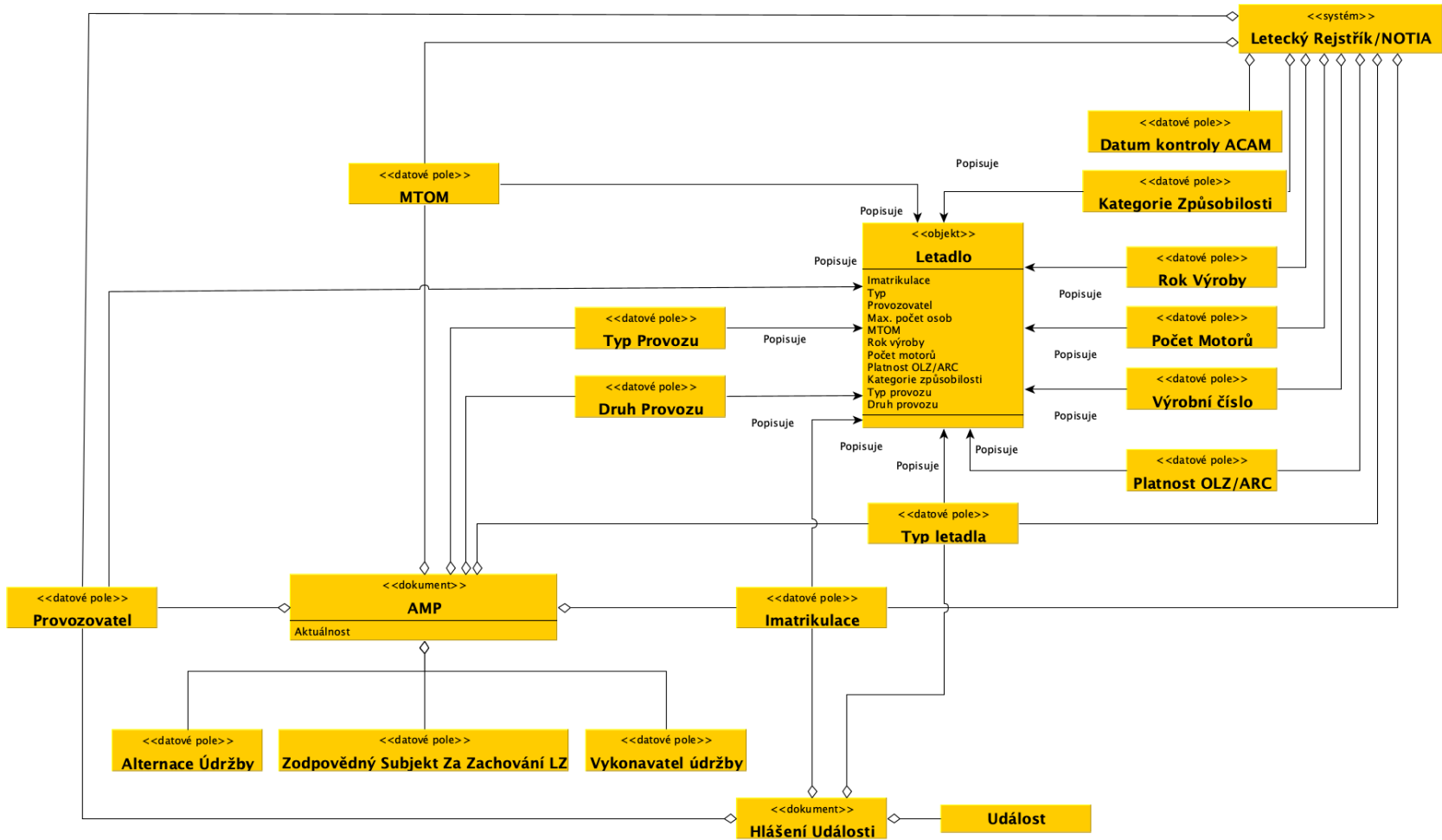
Tento model události, znázorněný na obrázku [6.5](#), počítá s popisem události pomocí typu události (tzv. Event type), jednotlivých letadlových celků a jejich komponentů, což vyžaduje vytvoření unikátní taxonomie. Vzhledem k rozsahu práce je v kapitole [6.3.3](#) uvedeno pouze základní schéma a příklad, jak takovou taxonomii tvořit. V modelu je zobrazena vazba letadla

na událost, a také vazba mezi komponenty letadla, závadami a následky události. Dále se v práci využívá pouze událost a její atributy.



Obrázek 6.5: Diagram události [práce autora]

Atributem události je číslo, které je interně přiřazeno OZL/ML, sloužící pouze k evidenci. Atribut riziko popisuje vyhodnocené riziko události na základě závažnosti a pravděpodobnosti konkrétní události, technická závada označuje, zda byla příčinou technická závada, nebo ne, případně, že tento fakt není jistě znám. Dalšími atributy jsou datum a popis události.



Obrázek 6.6: Doménový model datových zdrojů [práce autora]

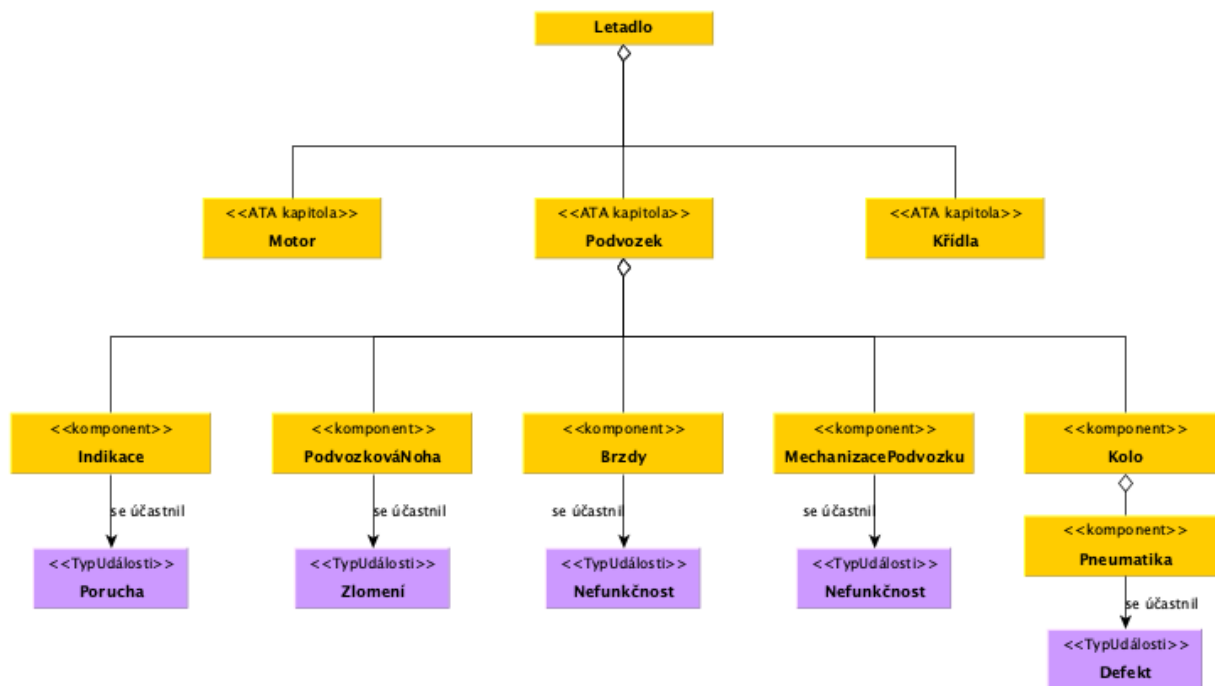


### 6.3.3 Taxonomie

Jak již bylo zmíněno v předcházející kapitole, model události počítá s použitím typů událostí, jednotlivých celků a komponentů letadla pro popis události. Vytvoření kompletní taxonomie by bylo časově i vědomostně velmi náročné, proto je dále uvedeno pouze základní schéma taxonomie (obrázek 6.7) a ukázka propojení konkrétních typů událostí a komponentů letadla (obrázek 6.8).



Obrázek 6.7: Schéma taxonomie [práce autora]



Obrázek 6.8: Ukázka taxonomie [práce autora]



Schéma taxonomie na obrázku [6.7](#) rozděluje letadlo podle ATA kapitol a komponentů spadajících do těchto kapitol. Agregace mezi komponenty znázorňuje možnost rozdělení komponentu na podkomponenty. Typy událostí se váží na konkrétní komponenty letadla, čímž by mělo být vyloučeno vybrání nevhodného typu události ke komponentu. Na příklad by zadavatel nemohl vybrat jako příčinu Typ události: únik paliva a komponent: podvozek. Taxonomii by tedy bylo nutné tvořit rozdělením letadla na jednotlivé komponenty a k nim přiřadit možné typy událostí.

Model na obrázku [6.8](#) byl vytvořen pouze jako vzor rozdělení na komponenty, podkomponenty a propojení s typem událostí, kterých by se komponent mohl účastnit. V modelu není znázorněno, že komponent se může účastnit víc než jednoho typu události.



## 7 Metoda vyhodnocování

V této kapitole je popsána metoda vyhodnocování rizikivosti letadel. Dále jsou uvedeny diagramy aktivit, které znázorňují průběh vyhodnocení a aktivity definované pomocí případů užití.

Rizikivost letadla je určena na základě pravděpodobnosti a závažnosti potenciálních událostí, které by ohrozily letovou způsobilost letadla. Letadlo je považováno za rizikové v případě, že je jeho rizikivost vyhodnocena jako nadlimitní.

Metoda výběru letadel ke kontrole podle požadavků Nařízení Komise (EU) 1321/2014, kterou popisuje v interní prezentaci EASA, je založena na určení kritérií a jejich následném ohodnocení indexy a koeficienty. Tato metoda je využívána ÚCL a je využita autorem práce i nadále, nicméně na základě poznatků popsaných v předcházejících kapitolách, byly do již existujícího systému sledování letové způsobilosti navrženy změny kritérií, které jsou dále rozebrány a implementovány do momentálně Úřadem používané tabulky. Kritéria se dělí podle toho, zda je z nich počítána pravděpodobnost nebo závažnost události. Následná kombinace těchto hodnot reprezentuje rizikivost letadla.

### 7.1 Hodnocení rizika události

Aby mohla být vyhodnocena kritéria pro rizikivost letadla je nejdříve nutné určit riziko události, která se stala. Toto riziko se skládá ze závažnosti a pravděpodobnosti. Navrhovaná metoda vyhodnocování rizika je založena na hodnocení bezpečnostních rizik podle *Safety Management Manual* od ICAO. [2] ICAO zde uvádí jako příklad následující matici (na obrázku [7.1]), tato matice byla použita jako základ pro metodu vyhodnocení rizika události v navrhovaném systému. Klíč pro určení závažnosti a pravděpodobnosti v ICAO matici rizik (obrázek [7.1]), je uveden v *Safety Management Manualu*.



Safety Risk		Severity				
Probability		Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Obrázek 7.1: ICAO matice rizik [2]

Tato matice byla zvolena jako základ pro vyhodnocování rizika událostí malých letadel, protože její úprava ani následné užívání není složité a pro sledování letové způsobilosti malých letadel je dostačující. Aby mohla být tato matice efektivně využívána Oddělením malých letadel, byla upravena. Upravená matice je na obrázku [7.2] a klíč k určení závažnosti je v tabulce [7.1], klíč k určení pravděpodobnosti je uveden v tabulce [7.2].

Riziko události	Závažnost				
Pravděpodobnost	Katastrofická (E)	Nebezpečná (D)	Závažná (C)	Méně závažná (B)	Zanedbatelná (A)
Častá (5)	E	D	5C	5B	5A
Příležitostně (4)			4C	4B	4A
Nízká (3)			3C	3B	3A
Nepravděpodobná (2)			2C	2B	2A
Extrémně nepravděpodobná (1)			1C	1B	1A

Obrázek 7.2: Upravená matice rizik [práce autora]



Tabulka 7.1: Klíč k určení závažnosti

Závažnost	Význam	Hodnota
Katastrofická	zničení letadla	E
Nebezpečná	vážné poškození letadla	D
Závažná	vážný incident	C
Méně závažná	incident	B
Zanedbatelná	nepatrné následky	A

Tabulka 7.2: Klíč k určení pravděpodobnosti (Význam popisuje, jak pravděpodobné je, že se daný typ události vyskytne.)

Pravděpodobnost	Význam	Hodnota
Častá	pravděpodobné, že se vyskytne mnohokrát (vyskytují se pravidelně)	5
Příležitostně	pravděpodobné, že se někdy vyskytne (vyskytují se nepravidelně)	4
Nízká	nepravděpodobné, že se vyskytnou, ale je to možné (vyskytují se zřídka)	3
Nepravděpodobná	velmi nepravděpodobné, že se vyskytnou (není známo, že by se vyskytly)	2
Extrémně nepravděpodobná	téměř nemyšlitelné, že se vyskytnou	1



První změna matice rizik (obrázek 7.1) se odehrála v oblasti označení závažnosti, kdy byl oproti původnímu stavu zvolen opačný směr značení. Nejzávažnější události jsou označeny písmenem E až po nejméně závažné, které jsou označeny písmenem A. Tento postup byl zvolen z důvodu již vžitého označování nejzávažnějších událostí písmenem C, případně X, po nejméně závažné písmenem A.

Další zásadní změna proběhla v hodnocení dvou nejvýše hodnocených závažností. Jak lze vidět v matici (obrázek 7.2), u událostí s ohodnocením závažnosti písmeny E nebo D není určena reálná klasifikace pravděpodobnosti. Tento způsob ohodnocení byl zvolen z důvodu nízkého počtu událostí této závažnosti. V případě, že dojde k takto závažné události není pro Úřad důležité, jak pravděpodobné je, že se stane znovu, ale fakt, že k události došlo. Z tohoto důvodu jsou závažné události ohodnocovány vysokým rizikem a letadla tak byly pravděpodobněji zařazena do systému namátkových kontrol. Je tedy žádoucí, aby takto závažné události měly vždy nejvyšší možné ohodnocení a jejich riziko nebylo snižováno nízkým ohodnocením pravděpodobnosti. Pro další potřeby je tedy ohodnocení E vždy přiřazeno k ohodnocení pravděpodobnosti číslem 4 a D je ohodnoceno číslem 5. Toto ohodnocení neodpovídá reálné klasifikaci pravděpodobnosti, ale je využíváno k zajištění vysokého konečného ohodnocení rizika.

Poslední změna matice spočívá v posunutí hranice netolerovatelného rizika. Zda je riziko tolerovatelné je v matici znázorněno barvami. Netolerovatelné riziko je v červených buňkách, zde došlo k posunutí hranice a nyní je červeně klasifikováno riziko E, D, 5C, 4C a 5B. Tato hranice byla posunuta jelikož i méně závažné, ale často opakované události, jsou u malých letadel považovány za velké riziko.

## 7.2 Kritéria závažnosti

Tato kritéria jsou využívána k výpočtu závažnosti událostí. Kritéria, jejich indexy a koeficienty byly určeny na základě EASA prezentace a diskuze na ÚCL/ST. Ohodnocení těchto kritérií indexy a koeficienty je stanoveno na obrázku 7.3.

KRITÉRIA PRO ZÁVAŽNOST																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Typ provozu</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NCO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>DTO/ATO</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>SPO</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>CAT</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Typ provozu	Index	NCO	1	DTO/ATO	3	SPO	3	CAT	4	Koeficient	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie způsobilosti</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Normální</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cvičná</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Akrobatická</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie způsobilosti	Index	Normální	1	Cvičná	3	Akrobatická	5	Koeficient	1
Typ provozu	Index																						
NCO	1																						
DTO/ATO	3																						
SPO	3																						
CAT	4																						
Koeficient	1																						
Kategorie způsobilosti	Index																						
Normální	1																						
Cvičná	3																						
Akrobatická	5																						
Koeficient	1																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Max. počet osob</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2 ≤ 5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>&gt; 5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Max. počet osob	Index	≤ 2	1	> 2 ≤ 5	3	> 5	5	Koeficient	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Druh provozu</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VFR den</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>VFR noc</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>IFR</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Druh provozu	Index	VFR den	1	VFR noc	2	IFR	3	Koeficient	0,5		
Max. počet osob	Index																						
≤ 2	1																						
> 2 ≤ 5	3																						
> 5	5																						
Koeficient	1																						
Druh provozu	Index																						
VFR den	1																						
VFR noc	2																						
IFR	3																						
Koeficient	0,5																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MTOM [kg]</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&gt; 450 ≤ 600</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>&gt; 600 ≤ 1200</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1200 ≤ 2730</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	MTOM [kg]	Index	> 450 ≤ 600	1	> 600 ≤ 1200	2	> 1200 ≤ 2730	3	Koeficient	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Počet motorů</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Počet motorů	Index	1	3	2	2	3	1	Koeficient	0,5		
MTOM [kg]	Index																						
> 450 ≤ 600	1																						
> 600 ≤ 1200	2																						
> 1200 ≤ 2730	3																						
Koeficient	1																						
Počet motorů	Index																						
1	3																						
2	2																						
3	1																						
Koeficient	0,5																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Průměrná závažnost událostí</th> <th>Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>= 0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>&gt; 0 ≤ 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1 ≤ 2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2 ≤ 3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>&gt; 3 ≤ 4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>&gt; 4 ≤ 5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Koeficient</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Průměrná závažnost událostí	Index	= 0	0	> 0 ≤ 1	1	> 1 ≤ 2	2	> 2 ≤ 3	3	> 3 ≤ 4	4	> 4 ≤ 5	5	Koeficient	1							
Průměrná závažnost událostí	Index																						
= 0	0																						
> 0 ≤ 1	1																						
> 1 ≤ 2	2																						
> 2 ≤ 3	3																						
> 3 ≤ 4	4																						
> 4 ≤ 5	5																						
Koeficient	1																						

Obrázek 7.3: Ohodnocení kritérií závažnosti



Kritéria závažnosti tvoří tato datová pole:

- Typ provozu
- Kategorie způsobilosti
- Maximální počet osob na palubě
- Druh provozu
- MTOM
- Počet motorů
- Průměrná závažnost událostí

### 7.2.1 Postup vyhodnocení kritérií závažnosti

Každé kritérium je dle obrázku [7.3](#) ohodnoceno příslušným indexem, který je následně vynásoben koeficientem. Tyto hodnoty jsou poté sečteny dohromady a definují celkovou závažnost událostí letadla. V případě, že kterákoli informace není vyplněna, je automaticky ohodnocena nejvyšším indexem. Chybějící informace jsou většinou zapříčiněny neplatným AMP a tím pádem je žádoucí, aby letadlo podstoupilo kontrolu, jelikož provozovatel neplní požadavek ÚCL o doložení aktuálního AMP. Ilustrační příklad konkrétních kritérií letadla je na obrázku [7.4](#) a jejich ohodnocení je na obrázku [7.5](#).

Jelikož je závažnost událostí hodnocena písmeny, ale kritériem závažnosti je průměrná závažnost událostí, je nutné písmenné ohodnocení přepočítat na číselné. Hodnocení písmenem A odpovídá číslu 1, B=2, C=3, D=4, E=5. V případě většího počtu událostí letadla je vypočítán aritmetický průměr závažnosti.

Pozn.zn.	Typ	Typ provozu	Druh provozu	Kategorie způsobilosti	Max. počet osob	MTOM [kg]	Počet motorů	Počet událostí	Průměrná závažnost událostí	Průměrná pravděpodobnost událostí
MIN										
MAX										
	PA-28-181	DTO/ATO	IFR	Normální	4	1157	1	2	3,5	4,5

Obrázek 7.4: Příklad konkrétních kritérií závažnosti [Autorem upravená tabulka pro vyhodnocení rizika letadla]

V příkladu ohodnocení na obrázku [7.4](#) se jedná se o jednomotorové letadlo, typ Piper PA28-Archer, provozován výcvikovou organizací v IFR provozu. Kategorie způsobilosti tohoto letadla je Normální, maximální počet osob na palubě je 4, MTOM je 1157 kg a toto letadlo se účastnilo dvou událostí, které byly ohodnocené rizikem D a 4C. Průměrná závažnost událostí je tedy 3,5.

ZÁVAŽNOST							
Typ provozu	Max. počet osob	MTOM [kg]	Kategorie způsobilosti	Druh provozu	Průměrná závažnost událostí	Počet motorů	Závažnost celkem
1	1	1	1	1	1	1	6
4	5	3	5	3	5	3	25
3	3	2	1	3	4	3	16

Obrázek 7.5: Příklad ohodnocení závažnosti [Autorem upravená tabulka pro vyhodnocení rizika letadla]

Z obrázku [7.5](#) lze vyčíst jakými indexy jsou tato konkrétní kritéria ohodnocena bez vynásobení koeficienty. Součet celkové závažnosti obsahuje hodnoty, které již byly vynásobeny koeficienty.

### 7.3 Kritéria pravděpodobnosti

Tato kritéria jsou využívána k výpočtu pravděpodobnosti událostí. Kritéria, jejich indexy a koeficienty byly také určeny na základě EASA prezentace a diskuze na ÚCL/ST. Ohodnocení těchto kritérií indexy a koeficienty je stanoveno na obrázku 7.6.

KRITÉRIA PRO PRAVDĚPODOBNOST			
<b>Stáří letadla</b>		Index	
	≤ 5	1	
	> 5 ≤ 10	2	
	> 10 ≤ 20	3	
	> 20 ≤ 30	4	
	> 30	5	
Koeficient		0,25	
<b>Počet událostí</b>		Index	
	= 0	0	
	= 1 ≤ 2	2	
	> 2 ≤ 3	3	
	> 3 ≤ 10	5	
Koeficient		0,5	
<b>Zkušenosti s provozovatelem</b>		Index	
	Nejsou problémy	1	
	Příležitostné problémy	2	
	Obvykle jsou problémy	3	
Koeficient		0,75	
<b>Aktuálnost AMP</b>		Index	
	Aktuální	1	
	Rok starý	3	
	Zastaralý	5	
Koeficient		0,5	
<b>Úměrná pravděpodobnost událostí</b>		Index	
	≥ 0 ≤ 1	1	
	> 1 ≤ 2	2	
	> 2 ≤ 3	3	
	> 3 ≤ 4	4	
	> 4 ≤ 5	5	
Koeficient		0,75	
<b>Subjekt zodpovědný za zachování LZ</b>		Index	
	CAMO/CAO řídí LZ i AMP	1	
	CAMO/CAO pouze vypracovala AMP, LZ řídí vlastník	3	
	LZ řídí vlastník - Deklarovaný AMP	5	
Koeficient		1	
<b>Alternace údržby</b>		Index	
	AMP odpovídá požadavkům DAH	1	
	AMP obsahuje ÚCL doporučené ALI	2	
	AMP obsahuje alternativní úkoly i k ÚCL doporučeným ALI	5	
Koeficient		1	
<b>Datum kontroly ACAM</b>		Index	
	≤ 3	1	
	> 3 ≤ 5	2	
	> 5 ≤ 10	3	
	> 10 ≤ 20	4	
	> 20	5	
Koeficient		0,25	
<b>Technická závada</b>		Index	
	ANO	3	
	NE	2	
	0	1	
Koeficient		0,75	
<b>Vykonavatel údržby</b>		Index	
	AMO/CAO	1	
	Nezávislý osvědčující pracovník	3	
	Pilot-vlastník	3	
Koeficient		1	

Obrázek 7.6: Ohodnocení kritérií pravděpodobnosti



Kritéria pravděpodobnosti tvoří tato datová pole:

- Stáří letadla
- Počet událostí
- Vykonavatel údržby
- Aktuálnost AMP
- Průměrná pravděpodobnost událostí
- Subjekt zodpovědný za LZ
- Alternace
- Datum kontroly ACAM
- Technická závada
- Zkušenosti s provozovatelem

### 7.3.1 Postup vyhodnocení kritérií pravděpodobnosti

Každé kritérium je dle obrázku [7.6](#) ohodnoceno příslušným indexem, který je následně vynásoben koeficientem. Tyto hodnoty jsou poté sečteny dohromady a definují celkovou pravděpodobnost událostí letadla. Stáří letadla je vypočítáno k aktuálnímu dni podle roku výroby. V případě, že kterákoli informace není vyplněna, je automaticky ohodnocena nejvyšším indexem. Jelikož stejně jako u kritérií závažnosti jsou chybějící informace většinou zapříčiněny neplatným AMP a tím pádem je žádoucí, aby letadlo podstoupilo kontrolu, jelikož provozovatel neplní požadavek ÚCL o doložení aktuálního AMP. Ilustrační příklad ohodnocení konkrétního letadla je na obrázcích [7.7](#) a [7.8](#).



Pozn.zn.	Typ	Počet událostí	Průměrná pravděpodobnost událostí	Subjekt zodpovědný za zachování LZ	Alternace údržby	Datum kontroly ACAM	Technická závada	Vykonavatel údržby	Zkušenosti s provozovatelem
MIN									
MAX									
	PA-28-181	2	4,5	CAMO/CAO řídí LZ i AMP	AMP odpovídá požadavkům DAH		ANO	AMO/CAO	Nejsou problémy

Obrázek 7.7: Příklad konkrétních kritérií pravděpodobnosti [Autorem upravená tabulka pro vyhodnocení rizika letadla]

Příklad ohodnocení pravděpodobnosti je vztažen ke stejnému letadlu jako v případě závažnosti. Je to Piper PA28-Archer, který byl vyroben v roce 1982, jeho program údržby je aktuální a nedochází zde k žádné alternaci údržby. Za zachování LZ je zodpovědná osvědčená organizace, která zároveň vykonává údržbu. Letadlo se účastnilo dvou událostí s ohodnocením rizika D a 4C, průměrná pravděpodobnost události je tedy 4,5. Letadlo nikdo nepodstoupilo kontrolu ACAM a zkušenosti s provozovatelem jsou dobré.

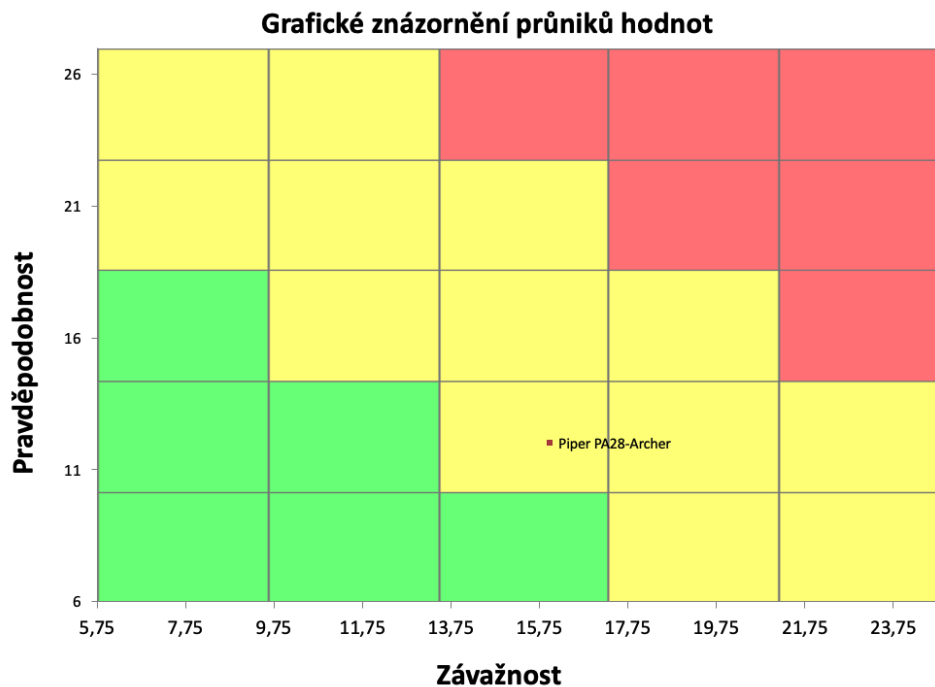
Stáří letadla	Počet událostí	Zkušenosti s provozovatelem	Aktuálnost AMP	Průměrná pravděpodobnost událostí	Subjekt zodpovědný za zachování LZ	Alternace údržby	Datum kontroly ACAM	Technická závada	Vykonavatel údržby	Pravděpodobnost celkem
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6,25
5	5	3	5	5	5	5	5	3	3	28,75
5	2	1	1	5	1	1	5	3	1	13,75

Obrázek 7.8: Příklad ohodnocení pravděpodobnosti [Autorem upravená tabulka pro vyhodnocení rizika letadla]

Z obrázku [7.8](#) lze vyčíst jakými indexy jsou tato konkrétní kritéria ohodnocena bez vynásobení koeficienty. Součet celkové pravděpodobnosti obsahuje hodnoty, které již byly vynásobeny koeficienty.

## 7.4 Hodnocení rizikovosti letadla

Celková rizikovost letadla je definováno průnikem hodnot celkové závažnosti událostí letadla a celkové pravděpodobnosti událostí letadla. Tyto hodnoty jsou zaneseny do grafu, který má na ose X závažnost a na ose Y pravděpodobnost, letadlo není do grafu zaneseno v případě, že nemá platné OLZ/ARC. Minimem os jsou minimální možné hodnoty získané sečtením indexů vynásobených koeficienty, maximem jsou maximální možné hodnoty. Graf je souměrně rozdělen na sektory barevně vyznačující výši rizika a zda je tedy doporučeno provést kontrolu ACAM. Rozdělení grafu je znázorněno na obrázku 7.9 i s příkladem ohodnoceného letadla Piper PA28-Archer. Zelená barva značí nízkou rizikovost letadla a není zde nutné provést kontrolu ACAM. Žlutá barva vyjadřuje vyšší rizikovost a je na uvážení, zda neprovést kontrolu ACAM, především u letadel nacházející se v grafu nad osou souměrnosti. Červená barva značí vysokou rizikovost letadla a doporučeno kontrolu ACAM provést.



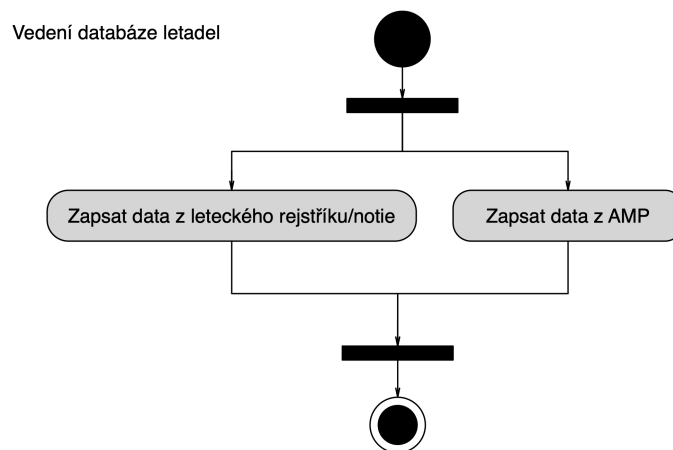
Obrázek 7.9: Rozdělení grafu rizikovosti a příklad vyhodnoceného letadla

## 7.5 Diagramy aktivit

Diagramy aktivit popisují aktivity a jejich akce, ke kterým v systému dochází. Diagramy aktivit jsou vytvořeny pro lepší představu o tom, jaké aktivity musí proběhnout, aby mohla být vyhodnocena rizikovost letadla.

### Vedení databáze letadel

První aktivita, popsaná na obrázku [7.10](#), je definována UC1, je to vedení databáze letadel. Jak je vidět z diagramu v této aktivitě dochází k zapsání dat z leteckého rejstříku, systému Notia a Programu údržby. Nezáleží na tom, která data jsou zapsána dřív, pokud jsou data zapsána, aktivita je ukončena.

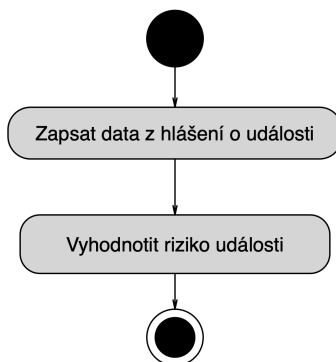


Obrázek 7.10: Diagram aktivity: vedení databáze

### Vedení databáze událostí a vyhodnocení rizika událostí

Druhá aktivita, popsaná na obrázku [7.11](#), je definována UC2 a UC3. Aktivita zahrnuje zapsání dat z hlášení událostí a dále vyhodnocení rizika události podle matice rizik. Aktivita je ukončena, když jsou zapsána data z hlášení a je přiřazené hodnocení rizika.

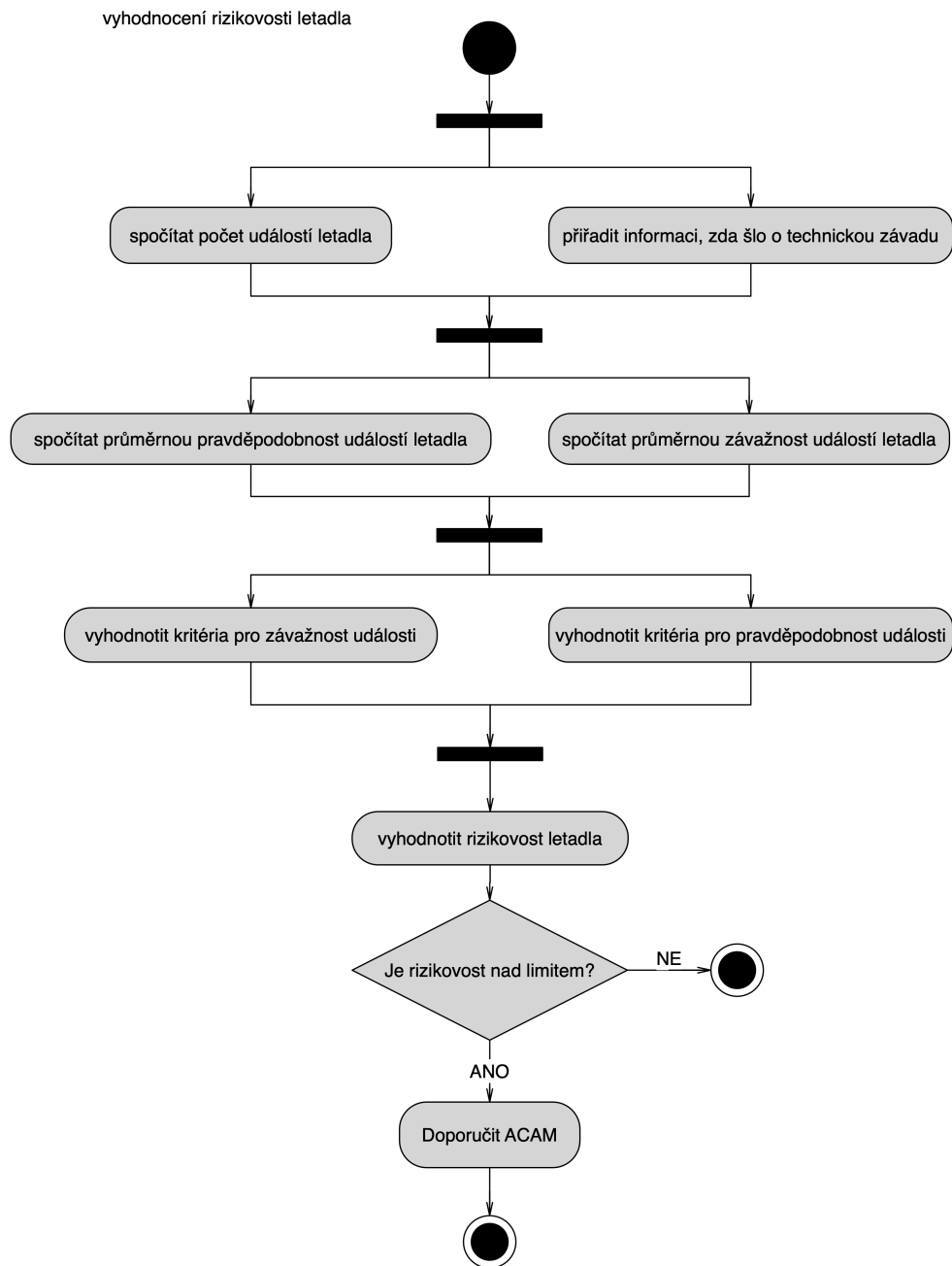
Vedení databáze událostí a vyhodnocení rizika událostí



Obrázek 7.11: Diagram aktivity: vedení databáze událostí a vyhodnocení rizika událostí

### Vyhodnocení rizikovosti letadel

Diagram, zobrazený na obrázku [7.12](#), popisuje aktivity, které musí proběhnout, aby byla vyhodnocena rizikovost letadel, jak tuto aktivitu definuje UC4. Nejdříve je nutné spočítat kolika událostí se konkrétní letadlo účastnilo a zda příčinou byla technická závada, tyto aktivity mohou proběhnout zároveň. Stejně tak poté mohou proběhnout aktivity, které spočítají průměrnou pravděpodobnost a závažnost daných událostí. Dále může zároveň proběhnout vyhodnocení kritérií pro potenciální závažnost a pravděpodobnost událostí konkrétního letadla. Následuje konečné vyhodnocení rizikovosti letadla, dále je rizikovost porovnána s limitními hodnotami. Pokud je rizikovost vyhodnocena jako nad limitem je letadlo doporučeno na kontrolu ACAM, jak je definováno UC6.



Obrázek 7.12: Diagram aktivity: Vyhodnocení rizikivosti letadel



## 8 Porovnání systému se současným stavem

V této kapitole jsou rozebrány změny, které byly implementovány oproti původnímu stavu. Následně jsou porovnány výsledky původního a navrhovaného systému.

### 8.1 Hodnocení rizika událostí

Jak již bylo řečeno v kapitole [2.4.1](#), k hodnocení závažnosti události není využívána standardizovaná metodika. V této práci byla podle standardu ICAO navržena matice rizik a s ní související klíče, jak vyhodnotit závažnost i pravděpodobnost události. Na základě těchto klíčů a matice je možné určit riziko události.

### 8.2 Propojení databáze událostí a letadel

Oproti původnímu stavu, kdy se jednotlivé události zaznamenávaly do samostatné tabulky a nebyly nijak spojeny s databází letadel, bylo navrženo zapisování do evidence letadel i událostí do jednoho souboru programu excel. Zde jsou na jednom listu evidována letadla a v druhém listu jsou události. Buňky v databázi letadel byly nastaveny tak, aby automaticky spočítaly počet událostí daného letadla a následně i průměrnou závažnost a pravděpodobnost těchto událostí. V evidenci letadel je díky tomu rovnou vyhodnocována rizikovitost letadla.

### 8.3 Změna kritérií

Více změn proběhlo v oblasti kritérií pravděpodobnosti, kde některá kritéria byla zachována a tato byla odstraněna nebo nahrazena:

- Závažnost technických událostí

Toto kritérium bylo hodnoceno subjektivně. Navíc není vhodné vyhodnocovat pravděpodobnost na základě závažnosti.

- Podpora typu od DAH

Toto kritérium bylo odstraněno, jelikož informace o podpoře typu letadla od DAH jsou stanoveny subjektivně.



- Informace o poškození letadla

Toto kritérium bylo odstraněno a nahrazeno kritériem *průměrná závažnost událostí*, které vypovídá o poškození letadla a je použito pro výpočet závažnosti. Toto kritérium bylo odebráno, jelikož o rozsahu poškození vypovídají závažnosti událostí a docházelo by tedy ke zdvojení informace.

Zavedena byla tato nová kritéria pravděpodobnosti:

- Počet událostí

Kritérium počet událostí bylo zvoleno pro hodnocení pravděpodobnosti, jelikož čím více událostí se letadlo účastnilo, tím větší je šance, že se bude účastnit další.

- Technická závada

Toto kritérium bylo zavedeno, aby letadla, která měla technickou závadu byla ohodnocena vyšším rizikem. S větším ohodnocením rizika je větší pravděpodobnost, že bude letadlo doporučeno na kontrolu. Pro ST je důležitější kontrolovat letadla, která měla technickou závadu, což vypovídá o jejich technickém stavu a úrovni údržby. Technická závada může být ohodnocena indexem 1, to v případě, že se letadlo neúčastnilo žádné události, nebo není známo, zda příčinou události byla technická závada. Index 3 označuje letadla, jejichž událost byla zapříčiněna technickou závadou, a index 2 pokud nebyla.

- Průměrná pravděpodobnost událostí

Toto kritérium doplňuje kritérium počet událostí a zpřesňuje výpočet pravděpodobnosti událostí letadla na základě událostí minulých.

Ke kritériím závažnosti oproti původnímu stavu pouze přibylo jedno nové kritérium *průměrná závažnost událostí*. Toto kritérium bylo zavedeno, jelikož zohledňuje, jestli letadlo bylo účastníkem událostí a jaká byla jejich průměrná závažnost. Tím pádem se v celkovém hodnocení závažnosti odráží i závažnost událostí, kterých se letadlo účastnilo.



### 8.3.1 Změna hodnocení kritérií

Zásadní změna proběhla ve fázi finálního hodnocení kritérií, kdy v původním systému musela být vyplněna všechna kritéria, jinak systém nespočítal celkové hodnocení. To znamená, že letadlo nebylo vyneseno v grafu. Takový přístup ovšem dovoľoval zanést do grafu pouze letadla, která mají aktuální AMP, jelikož v opačném případě není dostatek informací pro vyplnění kritérií, respektive tyto informace nejsou aktuální. V praxi by to znamenalo, pokud by byl brán zřetel pouze na graf, že letadla s platným AMP by byla kontrolována, zatímco letadla bez platného AMP (respektive jejichž AMP nemá ÚCL k dispozici) by kontrolována nebyla.

Tento způsob byl změněn, aby kritériím, které zůstanou prázdné, přiřadil nejvyšší možný index a tím pádem bylo letadlo zaneseno do grafu. Tento přístup zařadí letadlo do vyššího ohodnocení rizika a tím pádem je větší šance, že pro něj bude doporučena kontrola ACAM, kde by měl být provozovatel upozorněn, že nedodal aktuální AMP.

## 8.4 Porovnání výsledků

Realizace systému proběhla v programu Excel, respektive zde systém vyhodnocování již fungoval. Vytvořil ho ÚCL na základě doporučení od EASA. Do tohoto systému byly implementovány navržené změny zpracované v této práci. Systém funguje v jednom souboru programu Excel jako databáze letadel i databáze událostí, kde je vyhodnoceno riziko události i rizikovost letadla. Do původního i upraveného systému byla vložena reálná data, která byla vyhodnocena. Výsledky tohoto vyhodnocení byly vyneseny do grafů, které jsou zde porovnány. Aby byla zachována anonymita jsou reálné imatrikulace nahrazeny kombinací písmena a čísla. V práci je možné zveřejnit pouze grafy bez konkrétních imatrikulací, též není možné poskytnout systém jako přílohu k práci, jelikož se nejedná o samostatnou práci autora a systém je vytvořen pouze pro potřeby ÚCL.

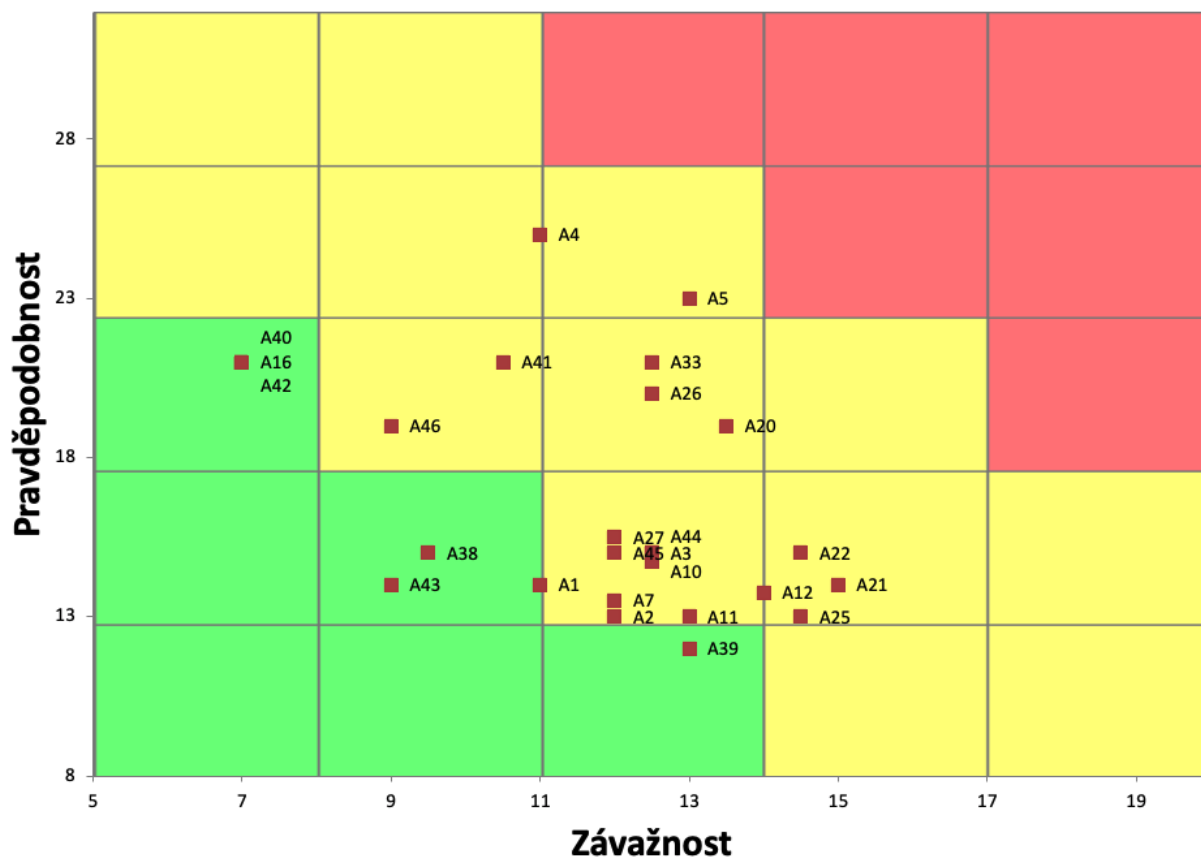


Na obrázku 8.1 je původní graf s ohodnocenými letadly a na obrázku 8.2 je nový graf, který byl vyhodnocen na základě upravených kritérií. V grafu jsou červeným čtvercem vyznačena letadla, která jsou obsažena i v původním grafu, modrými kolečky jsou vyznačena letadla, která v původním grafu nefigurují, jelikož nemohla být vyhodnocena z důvodu chybějících informací. V novém grafu se oproti původnímu nezobrazují letadla, která nemají platné OLZ/ARC.

Jak je vidět, body se oproti původnímu grafu, kde se nacházely spíše uprostřed, rozprostřely po celé oblasti grafu. Také je zde k povšimnutí fakt, že jediné letadlo, které spadá do červené oblasti, nebylo v původním grafu zahrnuto. Lze zde zpozorovat trend aktuálních AMP, to znamená, že letadla, která jsou označena červeným čtvercem (jsou tedy v obou grafech), mají aktuální AMP, se častěji nacházejí v levé dolní části grafu. Zatímco letadla s neaktuálním AMP se nacházejí spíše v prostřední horní části, pokud by měla aktuální AMP snížilo by se ohodnocení kritéria *Aktuálnost AMP* a je nepravděpodobné, že všechna momentálně nevyplněná kritéria by byla ohodnocena nejvyšším indexem. Je tedy v zájmu provozovatelů dokládat Programy údržby, aby snížili pravděpodobnost, že jejich letadlo bude doporučeno na ACAM.

Naopak letadla A4 a A5, která se již v původním grafu vyskytovala v horní žluté části, se posunuly blíže k hranici červené části. I přes to, že byla odstraněna kritéria pravděpodobnosti, která u těchto letadel byla ohodnocena nejvyšším indexem, byla letadla v novém grafu ohodnocena vyšší rizikovostí. Na základě diskuze s odborníky OZL/ML, kteří tato letadla vyhodnotila jako riziková, se tento posun jeví být správný.

Grafické znázornění průniků průměrných hodnot



Obrázek 8.1: Původní graf ohodnocených letadel





## Diskuze výsledků

Cílem práce je navrhnout systém, který by zpracovával data přístupná ÚCL a analyzoval riziko letadel, které vypovídá o možném snížení letové způsobilosti letadla. Základem pro tento systém byl využit již používaný systém i jeho metodika, nicméně došlo ke změně sběru a zpracování dat i přepracování způsobu a kritérií na základě nichž je riziko vyhodnocováno.

Práce se zabývá pouze systémem k vyhodnocení rizika letounů do 2730 kg. Toto rozdělení bylo zachováno i v rámci evidence letadel a hodnocení jejich rizika, tak, aby kritéria k vyhodnocování byla co nejpřesnější.

Co se týče evidence událostí, tak její systém byl změněn a události jsou zapisovány do listu stejného souboru jako evidence letadla, nikoli do samostatného souboru. Systém díky tomu sám přiřadí informace o události ke konkrétnímu letadlu a vyhodnotí kritéria týkající se události. Co by mohlo být nevýhodou tohoto systému, je nutnost rozdělení jednotlivých událostí podle letadla, které se jí účastnilo. Což znamená, že pověřený úředník by pravděpodobně evidencí událostí strávil o něco více času než v současné době, kdy události zapisuje do stejného souboru pro všechny letadla. Na druhou stranu tím, že systém už následně využívá záznam o události k vyhodnocení kritérií, je úředníkovi ušetřen čas, kdy by přiřazoval informace o letadle k události.

Dále byla vytvořena matice rizik podle které je vyhodnocováno riziko událostí, kterých se letadla účastnila. Tato metodika se zakládá na doporučené standardizované metodice ICAO. Zde se bere v úvahu nízký počet nejvíce závažných událostí a je jim pro další potřeby přiřazen vysoký index pravděpodobnosti, i když v praxi to bývá naopak. Tímto přístupem je zaručeno vyšší ohodnocení rizikovosti letadel, která se účastnila závažné události a je tedy nutnější jejich kontrola.



Pro přesnější vyhodnocení rizika by bylo vhodné užití unifikované taxonomie, díky které by byly zřejmé souvislosti mezi typy událostí a typy letadel. Rizika události by mohly být hodnoceny automaticky. Tato taxonomie je v práci pouze naznačena a musela by tedy být předmětem další práce.

Bylo ponecháno kritérium pravděpodobnosti: *Zkušenosti s provozovatelem* i přes to, že jeho hodnocení je založeno na dlouhodobých zkušenostech zaměstnanců OZL/ML a data z kterých by toto hodnocení vyplývalo nejsou nikde zaznamenávána, je důležité, aby rizikovost letadla byla hodnocena na základě informací o konkrétním provozovateli. Do budoucna by bylo vhodné buď pozměnění kritéria, které by např. vyhodnocovalo celkový počet událostí letadel provozovatele, nebo evidovat zkušenosti s provozovateli, aby tyto informace byly zachovány i v případě, že toto kritérium bude vyhodnocovat jiný zaměstnanec, a hodnocení tak zůstane konstantní.

Kritérium pravděpodobnosti: *Podpora typu od DAH* bylo odstraněno, jelikož datové podklady pro vyhodnocení tohoto kritéria neexistují. Zaměstnanci ho vyhodnocují na základě svých znalostí. Kritérium má nesporný vliv na hodnocení pravděpodobnosti, ale v rámci standardizovaného systému je nezbytné, aby bylo v budoucnosti založeno na konkrétních záznamech. Například vyhodnotit množství vydaných AD, Safety Information Bulletins (Bulletiny s bezpečnostními informacemi) apod. Zaměstnanci o těchto věcech mají povědomí a na základě toho kritérium vyhodnocují, ale pokud by docházelo k např. výměně zaměstnanců nebo změně pověřeného pracovníka evidencí, bylo by příhodnější, aby mohl postupovat na základě již určených dat.

Výsledné hodnoty rizika (průnik závažnosti a pravděpodobnosti) jsou zaznamenávány do grafu. V původním systému se v grafu zobrazovala pouze ta letadla, která měla vyplněná všechna kritéria. Ovšem v některých případech nelze vyplnit každé kritérium (např. pokud není platný AMP), proto byl systém upraven, aby prázdná kritéria byla ohodnocena nejvyšším možným indexem a letadla byla zobrazena v grafu. Naopak pro vykreslení do



grafu byla přidána podmínka platného OLZ/ARC, jelikož nemá smysl vyhodnocovat riziko u letadla, které není letově způsobilé.

Na závěr práce je možné porovnání grafů s původním ohodnocením rizik a s upraveným ohodnocením rizik letadel. Body upraveného grafu jsou oproti původnímu grafu více rozprostřeny po celé oblasti. Momentálně nelze přesně říci, který způsob ohodnocení více odráží realitu, k ověření by bylo potřeba zkontrolovat letadla ze všech oblastí grafu a na základě toho říci, zda vyhodnocení v grafu odpovídalo nutnosti kontroly. Nicméně v upraveném grafu došlo ke zlepšení tím, že zobrazuje i letadla, u kterých není kompletní vyplnění kritérií a pouze ta letadla, která mají platné OLZ/ARC a mohou tedy být předmětem kontroly ACAM.

Návrh modelů UML byl vytvořen v systému yEd a validace jejich syntaxe byla provedena pomocí systému starUML. Tento systém nevyhodnotil žádnou chybu v syntaxi UML modelů.

Upravený systém je validní, jelikož stále využívá navrhovanou metodu ohodnocení rizikovosti letadla od EASA, oproti původnímu stavu se vyhodnocení rizika události zakládá na standardizované metodice podle ICAO. Navrhovaný systém bere v úvahu platnost OLZ/ARC a nevyplněná kritéria, což původní systém přehlížel.



## Závěr

V práci byly rozebrány datové zdroje použitelné ke sledování letové způsobilosti. Využití těchto datových zdrojů bylo definováno pomocí případů užití, diagramů aktivit a jejich propojení bylo znázorněno v UML diagramu. Dále bylo navržena standardizovaná metoda hodnocení rizika události, které je následně použito k hodnocení rizikovosti letadla. Sběr, zpracování dat a kritéria pro hodnocení rizikovosti letadla byla upravena. Byl navržen nový systém evidence událostí, který sjednocuje evidenci letadel a událostí do jednoho souboru, díky tomu může systém automaticky pracovat s informacemi o událostech pro ohodnocení kritérií.

V rámci práce nebylo možné zpracovat unifikovanou taxonomii použitelné pro klasifikaci událostí, zpracovat vyhodnocení rizikovosti všech kategorií letadel spadajících do kategorie *jiné než složité letadlo*.

Do budoucna by se v návaznosti na tuto práci hodilo zpracování ohodnocení kritéria *Podpora typu od DAH*, které by vycházelo z konkrétních záznamů, či vytvoření samostatného systému, který by zpracovával data automaticky.

Práce přináší základ dalším pracím. V práci je znázorněn princip unifikované taxonomie použitelné pro popis události, který by mohl být základem další práce. Jelikož se práce zabývá pouze vyhodnocením rizika pro letouny do 2730 kg, další práce by se mohly zabývat vyhodnocením rizik pro ostatní letadla spadající do kategorie *jiné než složité letadlo*.

## Seznam použité literatury

- [1] Jim Arlow and Illa Neustadt. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací*. Computer Press, Brno, 2011. ISBN: 978-80-251-1503-9.
- [2] International Civil Aviation Authority. *Doc 9859 - Safety Management Manual*. ICAO, 2018. ISBN: 978-92-9258-552-5.
- [3] David Čápka. Lekce 2 - UML - Use Case Diagram [online]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/navrh/uml/uml-use-case-diagram>.  
Navštíveno: 2021-07-18.
- [4] David Čápka. Lekce 4 - UML - Doménový model [online]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/navrh/uml/uml-domenovy-model-diagram>.  
Navštíveno: 2021-07-22.
- [5] David Čápka. Lekce 5 - UML - Class Diagram [online]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/navrh/uml/uml-class-diagram-tridni-model>.  
Navštíveno: 2021-07-22.
- [6] ECCAIRS. ECCAIRS 2 - ABOUT US [online]. Dostupné z: <https://aviationreporting.eu/en/eccairs#mission>.  
Navštíveno: 2021-07-05.
- [7] ECCAIRS. The role of Taxonomies [online]. Dostupné z: <https://aviationreporting.eu/en/taxonomy-browser>.  
Navštíveno: 2021-07-09.
- [8] Evropská Komise (EU). *Nařízení Komise (EU) č. 1321/2014*. Evropská Komise (EU), 2014.
- [9] James Williams. All About The ATA Chapters List [online]. Dostupné z: <https://www.aerospacepurchasing.com/blog/all-about-the-ata-chapters-list/>, 2020.  
Navštíveno: 2021-07-18.





- [10] Ministerstvo dopravy České republiky. *L8 - Letová způsobilost letadel - postupy*. Ministerstvo dopravy České republiky), 2019.
- [11] Ministerstvo dopravy České republiky. *L13 - Předpis o odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů*. Ministerstvo dopravy České republiky, 2020.
- [12] Evropský parlament a Rada (ES). *Narižení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008*. Evropský parlament a Rada (ES), 2008.
- [13] SKYbrary. European Co-ordination Center for Accident and Incident Reporting Systems (ECCAIRS) [online]. Dostupné z: <[https://www.skybrary.aero/index.php/European\\_Co-ordination\\_Centre\\_for\\_Accident\\_and\\_Incident\\_Reporting\\_Systems\\_\(ECCAIRS\)](https://www.skybrary.aero/index.php/European_Co-ordination_Centre_for_Accident_and_Incident_Reporting_Systems_(ECCAIRS))>. Navštíveno: 2021-07-09.
- [14] Slobodan Stojić and Peter Vittek and Vladimír Plos and Andrej Lališ. *Taxonomies and their role in the aviation Safety Management Systems*. eXclusive e-Journal. ISSN: 1339-4509.
- [15] Vorel, Vratislav. *Analýza postupu pro tvorbu programu údržby v kategorii GA*. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta Dopravní, 2020. Bakalářská práce, vedoucí práce: Novák, Martin.
- [16] ÚZPLN. Průvodce hlášením v civilním letectví [online]. Dostupné z: <<https://uzpln.cz/pruvodce-hlaseni>>. Navštíveno: 2021-07-05.
- [17] Úřad pro civilní letectví. Doklady letové způsobilosti (vydané pro anexová letadla) [online]. Dostupné z: <<https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/doklady-letove-zpusobilosti-vydane-pro-annexova-letadla/>>. Navštíveno: 2021-07-04.



- [18] Úřad pro civilní letectví. Doklady letové způsobilosti (vydané pro transferovaná letadla) [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/doklady-letove-zpusobilosti-vydane-pro-transferovana-letadla/>.  
Navštíveno: 2021-07-04.
- [19] Úřad pro civilní letectví. Pokračující letová způsobilost [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/>.  
Navštíveno: 2021-07-03.
- [20] Úřad pro civilní letectví. Programy údržby pro transferovaná letadla [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/program-udrzby-pro-transferovana-letadla/>.  
Navštíveno: 2021-07-03.
- [21] Úřad pro civilní letectví. Sledování zachování letové způsobilosti [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/sledovani-zachovani-letove-zpusobilosti-letadel/>.  
Navštíveno: 2021-07-17.
- [22] Úřad pro civilní letectví. Řízení zachování letové způsobilosti [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/letadlova-technika/pokracujici-letova-zpusobilost/rizeni-zachovani-letove-zpusobilosti/>.  
Navštíveno: 2021-07-03.