



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav letecké dopravy

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

## **Integrace a vyhodnocení dat z výroby a provozu pohonných jednotek letadel**

Integration and evaluation of aircraft power plant production and operation data

Diplomová práce

**Bc. Bianka Harsányiová**

Vedúci práce: Ing. Andrej Lališ, Ph.D., doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D.

Praha 2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní  
děkan  
Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621..... Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Bianka Harsányiová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Integrace a vyhodnocení dat z výroby a provozu pohonných jednotek letadel**

Název tématu (anglicky): **Integration and Evaluation of Aircraft Power Plant  
Production and Operation Data**

### **Zásady pro vypracování**

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

- Analýza a selekce datových zdrojů z výroby a provozu pohonných jednotek
- Identifikace nedostatků a možností pro zlepšení současných systémů sběru dat
- Návrh koncepce pro integraci dat z výroby a provozu pohonných jednotek
- Vyhodnocení vzorku dat z provozu a výroby
- Vyhodnocení navrhovaného řešení integrace a vyhodnocení dat



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Arlow, J. a I. Neustadt. UML 2 and the unified process: practical object-oriented analysis and design. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, c2005.  
Jain, P.L. Quality control and total quality management. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2001.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Andrej Lališ, Ph.D.**

**Ing. Peter Vittek, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce:

**28. července 2017**

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce:

**29. května 2018**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Bianka Harsányiová  
jméno a podpis studenta

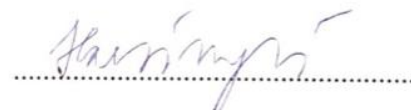
V Praze dne .....28. července 2017

### **Čestné prehlásenie**

Čestne prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne, s použitím odbornej literatúry a prameňov uvedených v zozname, ktorý je súčasťou tejto práce. Som si vedomá, že na túto prácu sa plne vzťahuje zákon Českej republiky č. 121/2000 Sb. o autorskom práve, právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, najmä § 60 – Školské dielo.

Táto Diplomová práca „Integrace a vyhodnocení dat z výroby a provozu pohonných jednotek letadel“ bola spracovaná s použitím dôverných informácií a so súhlasom spoločnosti GE Aviation Czech s.r.o., IČ: 27928845, so sídlom Beranových 65, 199 02, Praha 9, zapísaná v obchodnom zákonníku vedeným Mestským súdom v Prahe pod č.: C127155.

V Prahe, Máj 2018



Bc. Bianka Harsányiová

## **Pod'akovanie**

Na tomto mieste by som sa chcela poďakovať vedúcemu tejto diplomovej práce Ing. Andrejovi Lališovi, Ph.D. za odborné vedenie, cenné rady a veľa trpezlivosti pri písaní tejto diplomovej práce. Ďakujem konzultantkám za Spoločnosť GE Aviation Czech Ing. Zuzane Sekerešovej, Ph.D. a Ing. Nikol Jaterkovej za konzultácie, odborné rady a pomoc od zainteresovaných zamestnancov tejto Spoločnosti. Taktiež ďakujem svojej rodine a priateľom za vytvorenie podmienok pre moje vysokoškolské štúdium, a zároveň pre napísanie tejto práce. V neposlednej rade ďakujem aj sebe, že som vystúpila zo svojej komfortnej zóny a zavŕšila obdobie štúdia napísaním tejto práce.

## **Abstrakt**

Cieľom tejto práce je na základe analýzy dát identifikovať nedostatky a možnosti pre zlepšenie súčasného systému zberu dát o nezhodných výrobkoch v Spoločnosti GE Aviation Czech. Práca obsahuje popis zberu dát v procese vysporiadania nezhodných výrobkov v danej Spoločnosti, a zároveň ich analýzu a vyhodnotenie. Na tomto základe, je vypracovaná koncepcia pre integráciu dát o nezhodných výrobkoch z prevádzky a výroby pohonných jednotiek. Koncepcia je v závere práce expertne validovaná, a vďaka tomu konceptuálny model, navrhnutý v tejto práci, poskytuje možnosti pre budovanie systému pre zber a vyhodnotenie dát o nezhodných výrobkoch v Spoločnosti GE Aviation Czech.

**Kľúčové slová:** nezhodný výrobok, nezhoda, životnosť, bezpečnosť, obava o bezpečnosť, spoľahlivosť, motor, ontológia, dátové modelovanie.

**Abstract**

The objective of this thesis is to identify the limits of data collection based on data analyses in GE Aviation Czech to improve current system for data collection about discrepancies pertaining the company products. The thesis contains a description of non-conformity product, data collection as well as their analysis and evaluation. Based on this, the thesis proposes a concept of data integration about non-conformity products regarding aircraft power plant production and operation data. The concept is validated by subject matter experts and owing to that it can provide opportunities for building a system for collecting and evaluating data about non-conformity products in GE Aviation Czech.

**Keywords:** non-conformity product, non-conformity, lifetime, safety, safety concern, reliability, engine, ontology, data modeling.

## Obsah

Úvod .....	1
<b>1 General Electric (GE) .....</b>	<b>3</b>
1.1 Motory rady H .....	4
1.1.1 Motor GE H80 .....	4
1.1.2 Motor GE H75 .....	5
1.1.3 Motor GE H85 .....	5
1.2 Organizačná štruktúra pre zachovanie bezpečnosti dizajnu výrobkov podľa EASA ..	6
<b>2 Nezhodný výrobok .....</b>	<b>7</b>
2.1 Proces zberu dát o nezhodnom výrobku .....	7
2.2 Objavenie NV .....	8
2.2.1 Popis procesu izolácie nezhodného výrobku .....	8
2.3 Kontrola výrobku pre potvrdenie nezhodnosti .....	8
2.4 Zápis o nehode v databáze Oracle .....	12
2.4.1 ONV Master .....	12
2.4.2 ONV Detail .....	12
2.5 Posúdenie NV X1 Komisiou zodpovednú za vysporiadanie NV .....	13
2.5.1 Vysporiadanie nezhodného výrobku na vstupnej kontrole .....	14
2.5.2 Vysporiadanie nezhodného dielu vo výrobe komponentov .....	15
2.5.3 Vysporiadanie nezhodného výrobku na montáži a skúšobniach .....	15
2.5.4 Označovanie nezhodných výrobkov .....	19
2.6 Stanovenie nápravných opatrení a koreňových príčin .....	20
<b>3 Nedostatky zberu dát v súčasnosti .....</b>	<b>22</b>
<b>4 Ontológia .....</b>	<b>24</b>
4.1 Počiatky vzniku pojmu ontológia a tri roviny jej chápania .....	24
4.2 Ontológia v informatike .....	25
4.3 Dátové modelovanie .....	25
4.3.1 Konceptuálna architektúra (E-R model) .....	26
4.3.2 Technologická (logická) architektúra .....	29



4.3.3	Implementačná architektúra .....	29
4.4	Unified Foundational Ontology (UFO) .....	29
4.4.1	Moment.....	30
4.4.2	Object .....	30
<b>5</b>	<b>Popis modelu.....</b>	<b>32</b>
5.1	Procesy vystupujúce v modeli .....	32
5.2	Osoby vystupujúce v modeli.....	35
	Výrobky vystupujúce v modeli.....	36
5.3	Zaznamenávanie dát .....	36
5.4	Ostatné .....	36
5.5	ONV, KN, Check list.....	38
<b>6</b>	<b>Aplikácia dát.....</b>	<b>40</b>
6.1	Kontrolný nález z Generálnej opravy .....	40
6.2	Test list.....	41
6.3	Zápis X1 Komisie .....	42
6.4	Zápis ONV .....	43
6.5	Integrácia dát o NV od odhalenia po vysporiadanie NV .....	45
6.6	Návrh dodatočných dát pre presnejšiu identifikáciu nehody .....	45
<b>7</b>	<b>Overenie modelu.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>Diskusia .....</b>	<b>54</b>
	<b>Záver .....</b>	<b>57</b>

## **Zoznam príloh**

Príloha 1 Jadro modelu .....	62
Príloha 2 ONV Master, Detail .....	63
Príloha 3 Test list .....	64
Príloha 4 Kontrolný nález .....	65

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Motor GE H80[3] .....	5
Obrázok 2: Zber dát[6] .....	6
Obrázok 3: Proces zberu dát o NV .....	7
Obrázok 4: Proces vysporiadania NV [6].....	9
Obrázok 5: Rozhodnutia X1 Komisie .....	14
Obrázok 6: Vysporiadanie obavy o bezpečnosť[13] .....	19
Obrázok 7: Vrstvy P3A architektúry [20] .....	26
Obrázok 8: Kardinalita 1:1 [23].....	28
Obrázok 9: Kardinalita 1:n [23].....	28
Obrázok 10: Kardinalita m:n [23] .....	29
Obrázok 11: Aristotelov Ontologický štvorec [24] .....	30
Obrázok 12: Procesy týkajúce sa vysporiadania NV.....	32
Obrázok 13: Derivácia materiálnych vzťahov.....	33
Obrázok 14: Pracovná úloha - Ostatný pracovník – NV .....	33
Obrázok 15: Nálezovanie .....	34
Obrázok 16: Overenie.....	35
Obrázok 17: Osoby v procese odhalenia až vysporiadania NV .....	35
Obrázok 18: Výrobky .....	37
Obrázok 19: Zdroje dát.....	37
Obrázok 20: X1 Komisia.....	38
Obrázok 21: X1 Komisia, Safety Concern .....	38
Obrázok 22: Inštancia 1 .....	49
Obrázok 23: Inštancia 2.....	52
Obrázok 24: Inštancia 3 .....	53

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Kontrolný nález Radiálny disk.....	41
Tabuľka 2 Kontrolný nález Vstupná skriňa motora .....	41
Tabuľka 3 Príklad Hazard list.....	42
Tabuľka 4 Zápis z X1 Komisie .....	43
Tabuľka 5 ONV Master.....	44
Tabuľka 6 ONV Detail .....	44
Tabuľka 7 Integrácia dát.....	46
Tabuľka 8 Dodatočné dáta z KN .....	47
Tabuľka 9 Dodatočné dáta z KN 1 .....	47
Tabuľka 10 Dopĺňujúce dáta .....	48
Tabuľka 11 Objekty inštancie 2 .....	50

## **Zoznam skratiek**

<b>GE</b>	General Electric
<b>GEAC</b>	GE Aviation Czech
<b>CFD</b>	Computational fluid dynamics
<b>NV</b>	Nezhodný výrobok
<b>TBO</b>	Time between overhauls
<b>ONV</b>	Oznámenie o nezhodnom výrobku
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration
<b>EASA</b>	European Aviation Safety Agency
<b>ATP</b>	Advanced Turboproop
<b>DOA</b>	Design Organisation Approval
<b>OPS</b>	Operations
<b>MOA</b>	Maintenance organisation approval
<b>POA</b>	Production Organisation approval
<b>X1</b>	Komsia Komisia zodpovedná za vysporiadanie NV
<b>TK</b>	Technická kontrola
<b>SQE</b>	Supplier Quality Engineering
<b>8D Report</b>	Eight Disciplines Problem Solving
<b>MTBF</b>	Mean time between failures
<b>MTTS</b>	Mean time to scrap
<b>CNC</b>	Computer numerical control
<b>UFO</b>	Unified Foundational Ontology
<b>UML</b>	Unified Modeling Language
<b>BLD</b>	Farebne luminiscenčná defektoskopia

## Úvod

Pri výrobe pohonných jednotiek môžu nastať situácie, ktoré znižujú bezpečnosť, spoľahlivosť a kvalitu finálneho výrobku, teda v prípade tejto práce je to motor alebo jeho časti. Spoľahlivý a kvalitný motor plniaci svoju stanovenú funkciu taktiež prispieva k udržovaniu bezpečnosti letectva. Za každým výrobkom stojí rada ľudí, ktorí majú v úmysle urobiť letectvo bezpečnejšie a motory spoľahlivejšie. Starostlivosť o motor pokračuje aj po jeho samotnej výrobe. Je taktiež dôležité, aby motor absolvoval predpísané kontroly, aby sa jeho funkčnosť zachovávala systematicky.

Nevyhnutnosťou pri výrobe a prevádzke pohonných jednotiek je dbať na úplnú zhodu s podmienkami na funkčnosť aj toho najmenšieho dielu, keďže práve tieto diely tvoria motor ako celok. Motor, ktorého časti sú plne funkčné, splňuje podmienky pre úspešné absolvovanie generálnych kontrol, ktoré sú nevyhnutné k tomu aby bol bezpečne použiteľný. Pre to, aby aj naďalej GE motory umožňovali bezpečnú prepravu osôb a tovaru po šiestich kontinentoch, je nutné zabezpečiť, aby motor zachovával svoju spoľahlivosť na úrovni jeho čo i len najmenších dielov.

Popri riešení každodenných pracovných povinností v Spoločnosti GE Aviation Czech sa môžu vyskytnúť výrobky u ktorých sa preukáže určitý typ nezhody. Nezhody sa môžu týkať motoru ako celku, alebo jeho častí. Keďže Spoločnosť GE Aviation Czech má v záujme neustále zvyšovanie spoľahlivosti svojich motorov, je nutná charakterizácia týchto nezhôd, ktorá zároveň poskytuje možnosti pre analýzu prípadov, kedy sa nezhoda vyskytla. V súčasnosti je vybudovaný systém zberu dát o nezhodných výrobkoch, ktorý poskytuje možnosti pre identifikáciu nedostatkov, na základe ktorých je možné túto problematiku posunúť vpred. Je to možné uskutočniť na základe následnej analýzy a selekcie dátových zdrojov, ktoré sú nevyhnutné v procese vysporiadania nezhodných výrobkov. Je dôležité si uvedomiť, že je nevyhnutné si o situáciách, kedy sa výrobok stane nezhodným viesť záznamy, ktoré poskytnú správnu základňu pre včasné a presné vysporiadanie týchto prípadov, a zároveň v budúcnosti poskytnú náhľad do minulých prípadov. Na základe vytýčených skutočností je tak možné zdokonalenie súčasného systému pre vysporiadanie nezhodných výrobkov. Táto práca je reakcia na aktuálne potreby Spoločnosti GE Aviation Czech, ktorá poskytla svoje zázemie, informácie a cenné rady pre tvorbu tejto diplomovej práce.

Za pomoci moderných IT technológií, je možné navrhnúť riešenie pre zaznamenávanie dát týkajúcich sa tejto problematiky. Dáta tak majú potenciál sa zaznamenávať jednotne

a vo vopred definovanom rozsahu. Vďaka tomu, je možné viesť záznamy o vysporiadaní nezhodných výrobkoch, z ktorých je možné čerpať určitý typ poznatkov aj v budúcnosti. Práve záznamy o aktuálnych situáciách poskytujú možnosť zlepšovať sa v budúcnosti.

## 1 General Electric (GE)

Na počiatku bolo svetlo a inak to nie je ani v prípade GE. Počiatky Spoločnosti siahajú do čias, kedy Thomas Alva Edison patentoval svoj vynález, ktorým bola žiarovka, ktorá časom rozsvietila svet. Mnoho jeho vynálezov bolo založených na elektrickej energii. Bolo v jeho záujme prispieť k tomu, aby sa jeho vynálezy stali užitočné pre svet. Vďaka nemu sa spojením spoločností Edison General Comany a Thomson-Houston Company vytvorilo GE. [1]

Spoločnosť GE Aviation Czech je súčasťou celosvetovej siete General Electric. Počas rozmachu Spoločnosti GE vznikala ďalšia inovatívna spoločnosť Walter, ktorá svoju inovatívnosť dokázala výrobou motorových trojkoliek, ktoré poskytli alternatívnu vtedajších automobilov. Neskôr začala vyrábať automobily a letecké motory. Spoločnosť Walter predstavila prvý český dizajn lietadlového motoru, ktorým bol radiálny vzduchom chladený päťvalcový motor. Neskôr Walter začal svoju sériovú výrobu a expandoval do 21 krajín. Táto česká spoločnosť bola neskôr premenovaná na Motorlet. Medzi ďalšie úspechy Spoločnosti patrí aj motor, ktorý vzniesol do vzduchu stíhačku MiG-15 a prvý Československý prúdový motor, ktorý poháňal prúdový letún Aero L-29. V roku 1971 sa začal vývoj motorov M601, ktoré patrili medzi prvé motory certifikované FAA (Federal Aviation Administration) a tým umožnili vstup na americký trh. Dnes je už osud spoločnosti Walter známy. Od roku 2008, po zakúpení podielu Spoločnosti Walter, vznikla Spoločnosť GE Aviation Czech, ktorá stavia na základoch motorov M601. [2] Motory z tejto rady poskytli podmienky pre vývoj motorov rady H. Na základe toho vyvinuli motor H80, ktorý je v súčasnosti vylepšený a jeho výkonnosť je o 3% vyššia a efektívnosť v spaľovaní paliva je vylepšená o 8%. umožňuje zníženie nákladov na údržbu oproti pôvodnému motoru o 15%. [3] V roku 2011 tento motor získal certifikáciu EASA a o rok neskôr sa dostal aj na Americký trh keď ho certifikovala FAA. Motory rady H sa naďalej vylepšujú napríklad o elektronickú riadiacu jednotku motora alebo redukčnú prevodovku, ktorá umožní nižšie otáčky vrtule, a tým sa zníži hluk. V roku 2016 česká vláda umožnila Spoločnosti GE Aviation Czech vybudovať centrálu pre návrh, vývoj, testovanie a výrobu nového inovatívneho turbovrtuľového motora ATP (Advanced Turboprop), dnes pomenovaný ako GE Catalyst, ktorého prvý testovací prototyp sa aktuálne testuje. [3]



## 1.1 Motory rady H

V súčasnosti Spoločnosť vyrába motory rady H (H75, H80 a H85) s termodynamickým výkonom 1040 koní. Motory je Spoločnosť schopná upravovať na mieru pre daný typ lietadla zákazníka. Spoločnosť GE Aviation tak predstavila tri nové motory za menej ako rok. Motory rady H sú špecifické 3D dizajnom lopatiek, vďaka ktorým je umožnená nižšia hmotnosť dielov, a tým pádom nižšia spotreba paliva. V roku 2012 motory H75 a H85 získali typovú certifikáciu. Tieto dva motory poskytli základ pre motor H80. Prvá zákazka bola pre China Aviation Industry General Aircraft (CAIGA), kde nový motor H85 poháňal päťmiestny letún Primus 150. V súčasnosti sú motory schopné vydržať 3600 letových hodín bez generálnej opravy. [1]

### 1.1.1 Motor GE H80

Vývoj začal v roku 2009 na základe motoru Walter M601. Vylepšenia spočívali v pridaní nového kompresora, lopatiek a nového statora pre zvýšenie výkonu o 20% a zvýšenie účinnosti o 10%. [3] Oproti M601, ktorého výkon na hriadelí bol 650 (SHP)<sup>1</sup> koní, poskytuje motor H80 výkon na hriadelí 850 koní. [4]

Dvojhriadeľový dizajn a reverzný prietok, v prípade tohto motora, taktiež pochádza zo základov motora M601. Jadro obsahuje dvojstupňový axiálny a jednostupňový odstredivý kompresor a prstencový zapalovač. Pohonná jednotka poháňaná jednostupňovou turbínou, a dvojstupňovou prevodovkou. Dizajn kompresoru je upravený pomocou CFD<sup>2</sup>, pre ovplyvnenie tlaku a teploty v horúcich častiach motora. Úprava zahŕňa aj zmenu materiálov, v prípade turbíny sú to moderné kovové zliatiny, ktoré si zachovávajú svoje pôvodné vlastnosti aj pri vysokých teplotách. [5] Vďaka týmto zmenám má motor o 10% menšiu spotrebu paliva a čas využitia motora do generálnej opravy je predĺžený o 10%. [3]

---

<sup>1</sup> Výkon privádzaný na hriadeľ vrtule lietadla dodávaný piestovým motorom alebo plynovou turbínou. Výkon na hriadelí sa stanovuje pomocou meracieho zariadenia. Ďalšou z možností je výpočet z menovitého výkonu agregátu od ktorého sa následne odpočítajú straty v prevodoch (okolo 10%).

<sup>2</sup> Numerická analýza na riešenie a analýzu problémov týkajúcich sa toku tekutín. Pomocou počítača je umožnená simulácia interakcie kvapalín a plynov (napr. turbulentné, transsonické toky). Počiatočné experimentálne overenie sa vykonáva pomocou aerodynamického tunelu a konečné overenie predstavuje testovanie pomocou počítačového softvéru.

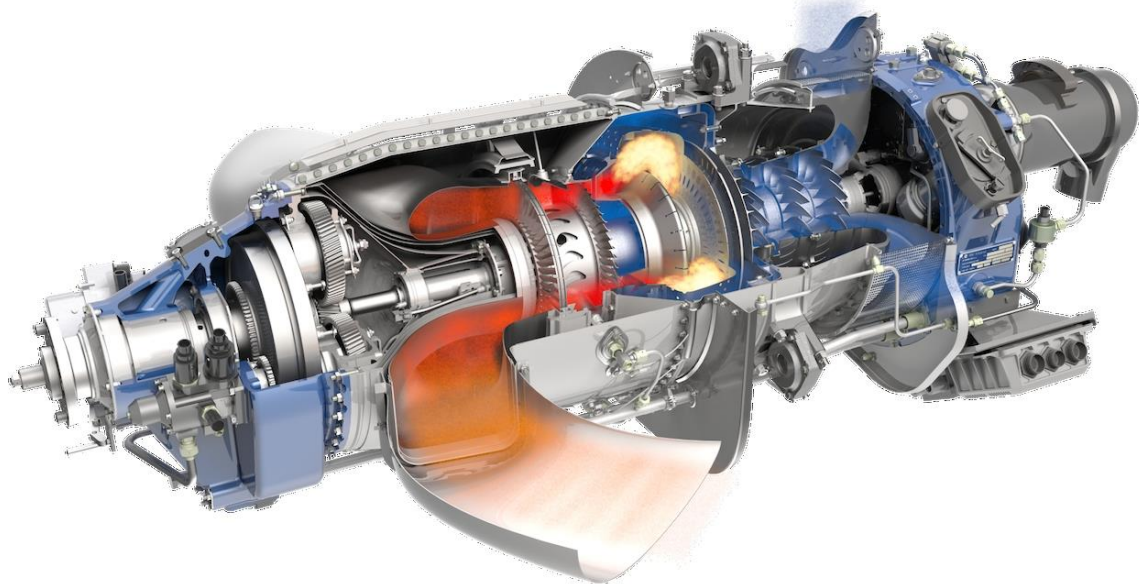
### 1.1.2 Motor GE H75

Motor rozširuje flotilu o výkon využiteľný pre obchodné a civilné letectvo. Výkon na hriadeli motora je 750 (SHP) koní. Sofistikované technológie využité pri výrobe tohto motora umožňujú zachovanie SHP aj počas vzletu za extrémne horúceho počasia a vysokých nadmorských výšok v kombinácii so zachovaním efektívnosti pri spaľovaní paliva. Jedinečná konfigurácia zjednodušuje údržbu vďaka eliminácii potreby opakovanej údržby palivových trysiek. Taktiež je znížená aj potreba periodickej kontroly pre horúce časti motora. [4]

### 1.1.3 Motor GE H85

Motor je vhodný vďaka výkonu na hriadeli 850 koní aj pre výkonnejšie turbovrtuľové lietadlá. Tento motor, taktiež ako aj H75 a H85 umožňuje zjednodušenú údržbu, vďaka jedinečnej konfigurácii motora. [3]

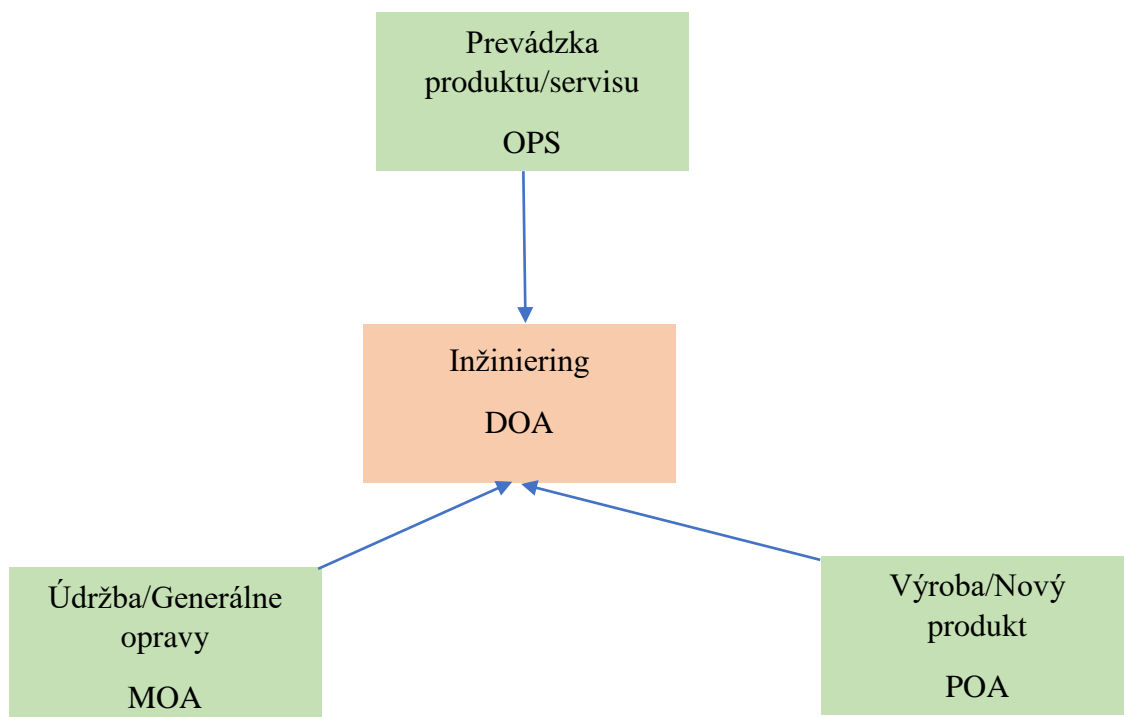
Motory sú aplikovateľné na nasledujúce letúny: Thrush Model 510, CAIGA Primus 150, Diamond Dart 550, Let L-410NG, Nextant G90XT, Technoavia Rysachok. [4]



Obrázok 1: Motor GE H80[3]

## 1.2 Organizačná štruktúra pre zachovanie bezpečnosti dizajnu výrobkov podľa EASA

Pre to, aby bola neustále zachovaná spoľahlivosť, kvalita a bezpečnosť výrobkov, teda v tomto prípade motorov, je nevyhnutný neustály zber dát ohľadom výrobkov. GE Aviation Czech je držiteľom oprávnení zobrazených na obrázku č. 2. Design Organisation Approval (DOA)<sup>3</sup> zodpovedá za zber dát z prevádzky produktu a servisu (OPS – Operations), údržby a Generálnych opráv (MOA – Maintenance organisation approval<sup>4</sup>). Ďalej zbiera dáta aj z výroby a ohľadom nových produktov (POA – Production Organisation approval<sup>5</sup>). [6] [7]



Obrázok 2: Zber dát[6]

<sup>3</sup> Uznanie, že organizácia je zodpovedná za návrh lietadiel, leteckých motorov, vrtúľ, pomocných pohonných jednotiek, alebo držiteľov a žiadateľov o typové osvedčenie, zmeny alebo opravy schváleného dizajnu. [8]

<sup>4</sup> Uznanie, že organizácia, ktorá vykonáva zároveň aj údržbu a generálne opravy, musí mať schválené príslušné procedúry, zároveň musí plniť požiadavky na základe PART 145. [5]

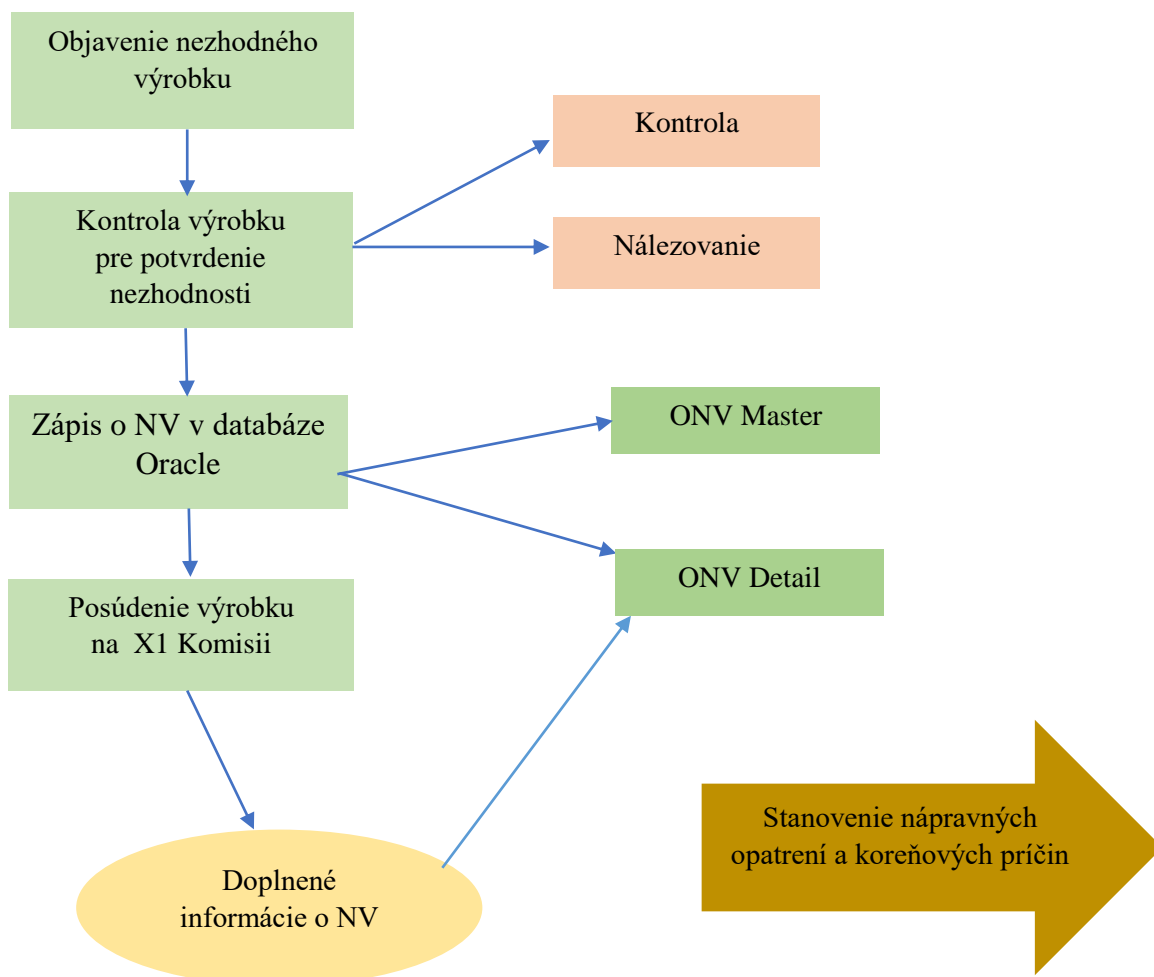
<sup>5</sup> Osvedčenie výrobných organizácií sú integrované do systému riadenia kvality EASA v súlade s článkom G nariadenia (ES) č. 748/2012. [5]

## 2 Nezhodný výrobok

Nezhodným výrobkom (NV) sa rozumie každý výrobok, ktorý nespĺňa požiadavky vyplývajúce z výkresovej dokumentácie a nespĺňuje technické podmienky. Výrobok sa môže stať nezhodným aj v prípade, ak na ňom neboli vykonané skúšky a kontroly, ktoré vyplývajú z príslušnej dokumentácie. NV sa po objavení nachádza v izolátore nezhodných výrobkov, ktorý zabezpečí jeho izoláciu. V prípade prvotného nálezu je NV nutné viditeľne označiť príslušnou visačkou, aby sa zabránilo jeho používaniu. Príslušnou visačkou v prípade prvotného nálezu je Stop karta<sup>6</sup>. [9] [10]

### 2.1 Proces zberu dát o nezhodnom výrobku

Nasledujúca schéma (obrázok č. 3) popisuje proces zberu dát o nezhodnom výrobku. Vybrané časti diagramu sú detailne popísané v nasledujúcom texte. [9]



Obrázok 3: Proces zberu dát o NV

<sup>6</sup> Visačka, ktorá informuje o tom, že výrobok má potenciál byť nezhodný a jeho používanie je pozastavené. Obsahuje základné informácie o výrobku, ktorými sú číslo výkresu, výrobné číslo, počet kusov atď. [9]

## 2.2 Objavenie NV

Možnosť objavenia výrobku, ktorý nespĺňa predpísané parametre, sa môže vyskytnúť pri výkone práce každého zamestnanca. Je dôležité, aby zamestnanec oznámil potenciálnu nehodu svojmu nadriadenému, ktorý podnikne kroky, ktoré spočívajú v skutočnostiach uvedených v nasledujúcom texte. [9] [10]

### 2.2.1 Popis procesu izolácie nezhodného výrobku

V momente nálezu výrobku s podozrením na nehodu sa automaticky tento výrobok považuje za nezhodný. Po náleze je zamestnanec povinný výrobok označiť aktuálnou revíziou visačky a na visačke vyplniť údaje, ktoré sú mu v danom momente známe. Výrobok sa odovzdá zástupcovi technickej kontroly (TK). V prípade, že sa nehoda nepotvrdí, visačka sa znehodnotí a výrobok sa vráti do procesu. V prípade, že sa nehoda potvrdí u dielu, ktorý bol pred nájdením nehody namontovaný na motore, zamestnanec technickej kontroly zistí číslo výrobného príkazu, aby boli známe všetky opravné operácie.

Následne inšpektor technickej kontroly vykoná kontrolu dielu, teda vykoná kontrolu funkčnosti a v prípade meraní sa obracia na montáž. Pri potvrdení nezhodnosti sa vytvorí oznámenie v databázovom systéme Oracle<sup>7</sup>. [9]

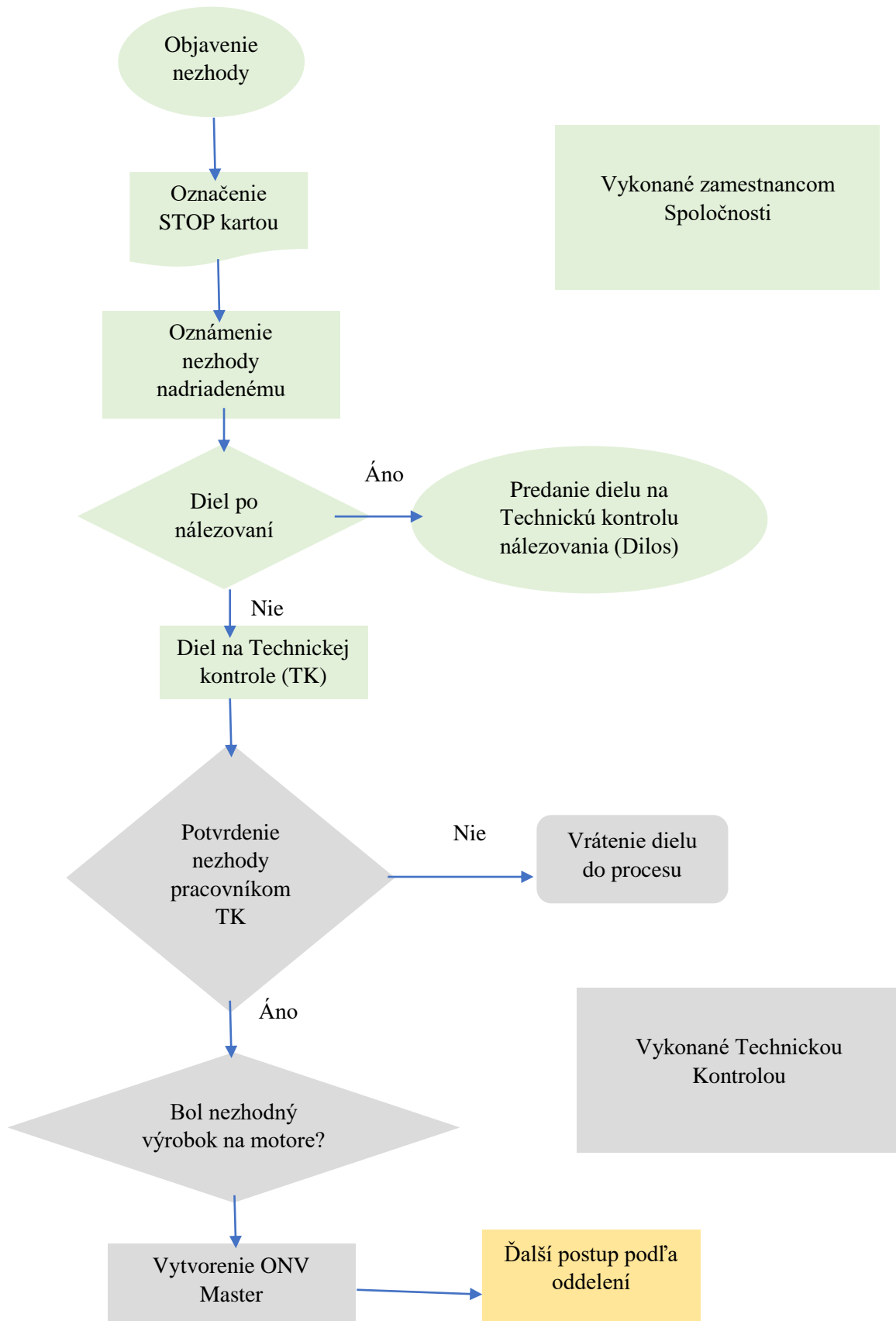
Popis procesu izolácie nezhodného výrobku je zobrazený v obrázku č. 4.

## 2.3 Kontrola výrobku pre potvrdenie nezhodnosti

Podnet na vytvorenie záznamu o NV v databáze Oracle môže podať ktorýkoľvek zamestnanec. Následne sa výrobok podrobí kontrole, kde sa vyhodnotí jeho stav v rámci príslušnej dokumentácie. Termín splnenia kontroly pre potvrdenie nehody je časovo obmedzený. Po preukázaní nezhodnosti je nutné vytvoriť Oznámenie o nezhodnom výrobku (ONV) v databáze Oracle. [9] [10]

---

<sup>7</sup> Systém riadenia bázy dát s pokročilými možnosťami spracovania dát.



Obrázok 4: Proces vysporiadania NV [6]

## Nálezovanie NV

Do procesu nálezovania<sup>8</sup> vstupujú výrobky, ktoré prichádzajú na Generálnu opravu<sup>9</sup>. Možným dôvodom pre proces nálezovania môže byť reklamácia kvôli zlyhaniu niektorej časti motora. Počas nálezovania sa taktiež zisťuje zhodnosť výrobkov. Z nálezovania vystupujú spracované dáta v podobe Kontrolného nálezu. Kontrolné nálezy jednotlivých dielov daného motora tvoria súčasť Diela o motore<sup>10</sup>. V súčasnosti je tento súbor uchovávaný vo fyzickej podobe a nová rada motorov má elektronickú formu. Proces hľadania a vyhodnotenia potrebných dát je zdĺhavý. Na základe získaných dát z nálezovania sa rozhodne, či daný diel vyhovuje, alebo naopak nevyhovuje predpísaným parametrom. Pri nálezovaní sa vyplňa Dilos, ktorý tvorí informačný základ o danom procese. Dilos má podobu excelovského súboru, kde sú predvolené diely motora. K dielom sa tak priraduje výsledok z nálezovania. Tvorí to pomyselnú šablónu procesu nálezovania. Ďalším dôležitým dátovým výstupom z procesu nálezovania je Test list, v ktorom sa posudzuje obava o bezpečnosť. [1]

Kontrolný nález obsahuje:

- Základné informácie o diele
  - Výrobné číslo;
  - Hodiny/cykly;
  - Číslo motoru, kde bol komplet použitý;
- Požadované inšpekcie v rozsahu definovanom v manuáli pre generálnu opravu
  - Vizuálna kontrola podľa knihy o Generálnej oprave;
  - Nedeštruktívna kontrola, napr. Kontrola farebne-luminiscenčnej defektoskopie<sup>11</sup> podľa knihy o Generálnej oprave;
  - Rozmerová analýza;
  - iné;
- Rozhodnutie (možno použiť bez opravy, možno použiť po oprave, nutné vyradiť, opravené);
- Podpis zodpovedného pracovníka. [12]

---

<sup>8</sup> Proces, pri ktorom sa vykonáva nález jednotlivých dielov motora. [11]

<sup>9</sup> Oprava dielov u ktorých sa zistila záhada počas Generálnej kontroly – teda počas kontroly, kedy sa každý diel podrobil kontrole. [11]

<sup>10</sup> Súbor dokumentácie týkajúcej sa konkrétneho motora – jeho výkresy, kontrolné nálezy, opravy [11]

<sup>11</sup> Zistenie povrchových väd pomocou farebne-luminiscenčného penetrantu. [11]

## *Generálna oprava*

Funkčnosť výrobkov je často tlačaná na okraj výkonnostných limitov. Keďže letectvo kladie veľký dôraz na bezpečnosť, spoľahlivosť jednotlivých dielov lietadla je nevyhnutná. Čo sa týka leteckých motorov, sú dimenzované tak, aby v plnej miere vykonávali svoju stanovenú funkciu po určitú dobu. Je dôležité túto dobu presne stanoviť, a tým zabezpečiť aby sa funkčnosť motora po čase overila. Výrobca motorov presne stanoví TBO<sup>12</sup>, podľa ktorého majiteľ vie, kedy sa motor musí podrobiť Generálnej kontrole. TBO je stanovené len ako odporúčanie výrobcu, nevzťahuje sa na neho žiadna povinnosť plynúca z nariadenia. Je dôležité dbať na zachovanie spoľahlivosti aj tým, že sa zabezpečí, aby hlavné komponenty bolo možné v prípade potreby nahradiť za nové v čo najkratšom čase. Odporúčanie na TBO je založené na základe FAA definície „čas v prevádzke“ a „čas od okamihu, keď lietadlo opustí povrch zeme a nepristane na nasledujúcom bode pristátia“. [6]

Je dôležité poznať rozdiel medzi klasickou údržbou a generálnou opravou. FAR Part 21 zahŕňa v definícii údržby aj generálne opravy. [6] Generálna oprava je špecifickým druhom údržby, z ktorej sa musia viesť záznamy ohľadom zistených skutočností a musí sa evidovať, že takýto typ údržby bol uskutočnený. Počas tohto procesu sa motor musí rozobrať, vyčistiť, náležovať a v prípade potreby aj opraviť. Následne sa motor znovu zloží a namontuje.

V prípade ak sa vlastník motora rozhodne nepodrobiť motor generálnej kontrole, musí brať na zreteľ, že tým potenciálne znížil bezpečnosť a spoľahlivosť daného motora, a v neposlednom rade aj ohrozil svoju ekonomiku. V konečnom dôsledku komponent, ktorý sa používa aj po vytýčenom čase TBO, môže spôsobiť niekoľkonásobne väčšie náklady na opravu ako sú náklady na generálnu opravu. V neposlednom rade, mnoho závad (únavové vlastnosti kovov, malé, ale rastúce trhliny alebo iné druhy vnútorného opotrebenia, atď.) je takmer nemožné odhaliť pri bežných kontrolách. Preto je veľmi dôležité zabezpečiť zachovanie spoľahlivosti včasnou generálnou prehliadkou.

---

<sup>12</sup> Time between overhauls – odporúčania výrobcu týkajúce sa času alebo letových hodín, alebo dátumu, kedy sa motor musí podrobiť generálnej kontrole. [6]



## 2.4 Zázpis o nezhode v databáze Oracle

Oznámenie o nezhodnom výrobku (ONV) je nutné vytvoriť v prípadoch, ak existuje montážna zostava alebo motor, kde sú požadované parametre (napr. výkresové tolerancie, špecifikácie) mimo predpis. Ďalším podnetom pre vytvorenie ONV je motor u ktorého nevyšla motorová skúška, teda jeho funkčnosť nie je potvrdená. Je veľmi dôležité, aby výrobok zodpovedal prislúchajúcej výkresovej dokumentácii a zároveň, aby vyrobený diel zodpovedal navrhnutému technologickému postupu. [9]

### 2.4.1 ONV Master

Po podnete od zamestnanca, ktorý objavil nezhodný výrobok a následne vykonanej kontrole, je kontrolór povinný danú skutočnosť evidovať v databáze Oracle. Na túto akciu slúži špeciálny modul v databáze Oracle. ONV Master slúži na to, aby sa v ňom evidovali všetky prvotné informácie o nezhode, ktoré sú aktuálne známe. [9]

Príklad náležitosti, ktoré je nutné vyplniť v databázovom systéme Oracle:

- Miesto nálezu nezhody;
- Detailný popis – podrobný popis nezhody;
- Priorita vyriešenia;
- Typ nezhodnej položky;
- Číslo položky, zostavy, výkresu;
- Nezhodné množstvo;
- Status;
- Vlastník – pokiaľ ide o ONV Master, vlastníkom sú komponenty;
- Vytvoril – kto záznam vytvoril (spravidla kontrolór);
- Iné.

### 2.4.2 ONV Detail

Pod týmto pojmom sa rozumie doplnený ONV Master. Nachádzajú sa tu kompletne informácie o NV. Tie sa týkajú pridelenia konkrétneho vlastníka nezhody a bližšej špecifikácii procesu, ktorý je zodpovedný za vytvorenie nezhody. Pre kompletizáciu vysporiadania je dôležité presne pomenovať, ktoré oddelenie nezhodu objavilo a zároveň aj špecifikovať z ktorého oddelenia nezhoda pochádza. Ďalej sú tu náležitosti, ktoré definujú Komisiu, ako nositeľa rozhodnutí o vysporiadaní NV. Komisia je špecifikovaná na základe dátumu konania, keďže zasadá len raz denne. Dôležitým typom atribútu v danom zápise je Rozhodnutie Komisie o ďalšom nakladaní s NV. [9]

Typy závad, ktoré sú odhalené na Komisii, ktorá je zodpovedná za vysporiadanie NV:

- Chyba v dokumentácii;
- Materiálová vada výrobku;
- Mechanické poškodenie – ryhy, otlaky, deformácie...;
- Rozmer mimo výkresovej tolerancie;
- Diel odoslaný na technologické skúšky;
- Vady týkajúce sa označenia;
- Iné.

Možné príčiny nezhody sú:

- Chyby obrábania;
- Chyba na strane dodávateľa;
- Chyba na strane odberateľa;
- Deštruktívne skúšky;
- Technologické chyby;
- Ostatné.

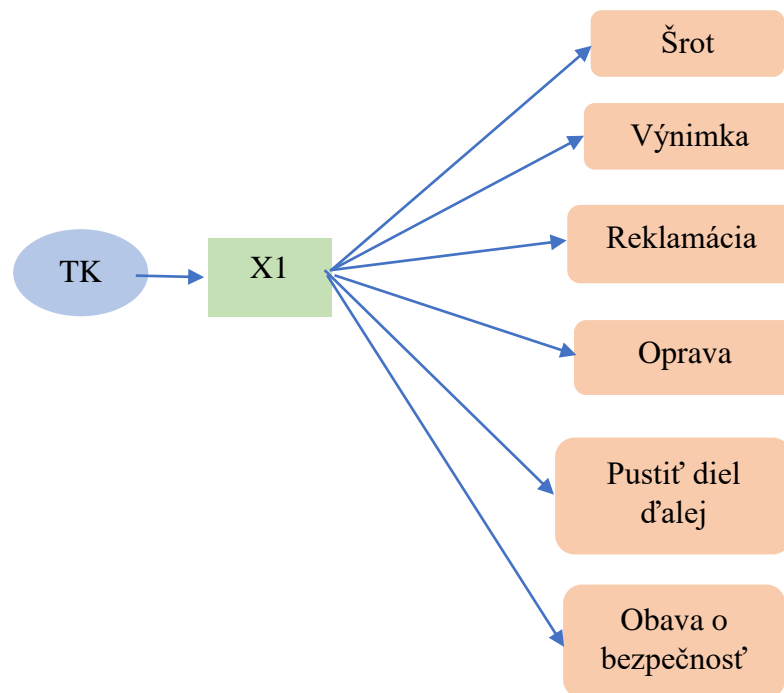
## 2.5 Posúdenie NV X1 Komisiou zodpovednú za vysporiadanie NV

X1 Komisia, ktorá je zodpovedná za posúdenie NV zasadá každý deň a má za cieľ predbežne posúdiť NV. Je dôležité, aby bol upresnený proces, pri ktorom sa zo zhodného výrobku stal nezhodný. Je nutné počas procesu posúdenia NV priradiť vlastníka nezhody. Dôležitým rozhodnutím X1 Komisie je aj rozhodnutie o ďalšom nakladaní s NV. Dôležitým faktorom, ktorý vplýva na rozhodnutie je aj počiatková cena výrobku v porovnaní s aktuálnou. Je to dôležité aj kvôli špecifikácií opravy, ktorá sa na danom NV uskutoční. Príkladom sú prípady, kedy X1 Komisia môže opravu posúdiť ako neekonomickú, a tým pádom rozhodne o zošrotovaní. Pri každej nezhode je nevyhnutné posúdiť vplyv na letovú bezpečnosť. Ak členovia X1 Komisie vyhodnotia nezhodu ako obavu o bezpečnosť, je nutné túto obavu hlásiť na oddelenie Letovej Bezpečnosti.

Medzi členov X1 Komisie patrí Zástupca technickej kontroly, zástupca technológie, zástupca dispečingu, Vedúci príslušného úseku, Zástupca technickej kontroly, inžinier kontroly kvality atď.

Údaje doplnené v Zápise z X1 Komisie sú doplnené v podobe ONV Detailu v databáze Oracle. Zápisy z X1 Komisie sú uvedené v modeli, ktorý je v prílohe 2 tejto práce. Pre včasnejšie a presnejšie vysporiadanie NV je dôležité všetky tieto dáta navzájom integrovať. Na základe vykonanej technickej kontroly vznikol ONV Master, vďaka ktorému

X1 Komisia mohla vysporiadať NV. Možné vysporiadania sú zobrazené na obrázku č. 5. Rozhodnutia sú bližšie špecifikované v nasledujúcom texte. [10]



Obrázok 5: Rozhodnutia X1 Komisie

### 2.5.1 Vysporiadanie nezhodného výrobku na vstupnej kontrole

Po objavení NV na vstupnej kontrole inšpektor vstupnej kontroly vykoná kontrolu NV. V prípade, že sa diel preukáže ako zhodný, uzavrie sa záznam ONV Master a diel sa predá pracovníkovi logistiky na uskladnenie. V prípade, že sa nezhodnosť dielu potvrdí, vyplní sa ONV Master a diel sa presunie na regál pre dispečera, ktorý následne tento diel presunie na posúdenie X1 Komisiou. [10]

Možné riešenia sú

- Oprava dielu;
- Dobropis;
- Náhrada;
- Neuznaná reklamácia.

V prípade neuznanej reklamácie Spoločnosť rieši situácie nasledovne:

- Interná oprava – pripúšťajú sa nasledovné možnosti
  - žiadosť pracovníka Nákupu dielu prostredníctvom prislúchajúceho formulára
  - žiadosť na výrobný príkaz k internej oprave;
- Externá oprava – objednávka od dodávateľa. V tomto prípade je nutná evidencia vo výrobnom príkaze.

### **2.5.2 Vysporiadanie nezhodného dielu vo výrobe komponentov**

Po objavení a nahlásení NV nasleduje vyhodnotenie Komisiou za účelom potvrdenia alebo vyvrátenia nezhody. Nezhodný výrobok, ktorého vlastníkom je dodávateľ, vysporiada oddelenie nákup s oddelením SQE<sup>13</sup>. Nákup v spolupráci s SQE vystaví reklamačný dopis a vystaví 8D report.

V prípade opravy dielu, je diel presunutý na technologický regál, kde sa vyplní opravný výrobný príkaz alebo sa pridá opravná operácia do už existujúceho výrobného príkazu. S využitím zápisu Komisie vystaví podporná technická kontrola Formulár nápravných opatrení za účelom stanovenia koreňovej príčiny nezhody a odovzdá ho Cell Leaderovi danej bunky. V tomto prípade je možné povoliť výnimku alebo odchýlku pre danú nezhodu.

Následne X1 Komisia označí výrobok príslušnou visačkou podľa spôsobu vysporiadania nezhodného výrobku. Technológ výroby vytvorí výrobný príkaz na opravu alebo pridá opravné operácie do existujúceho výrobného príkazu (tzv. R-operácie). Diel pokračuje na nápravnú operáciu a kontrolu podľa výrobnjej sprievodky. [10]

### **2.5.3 Vysporiadanie nezhodného výrobku na montáži a skúšobniach**

X1 Komisia hodnotí výrobok za účelom určenia nezhodnosti. V prípade, ak sa nezhodnosť nepotvrdí, záznam ONV Master sa uzavrie. V prípade nezhodnosti na montáži a skúšobniach, X1 Komisia pridelí vlastníka nezhody a dispečer výrobok presunie na skladovú lokáciu. V prípade, ak ide o obavu o letovú bezpečnosť, o všetkých skutočnostiach musí byť upovedomené oddelenie Bezpečnosti. [10]

---

<sup>13</sup> Zamestnanec zodpovedný za kvalitu dodávateľských výrobkov a vedenie záznamov o akosti.

Ak je vlastníkom nezhody DOA, X1 Komisia ONV Master uzavrie. V prípade, že je vlastníkom nezhody POA, podporná TK vystaví ONV Detail a priradí vlastníka nezhody pre následné vyriešenie. [8]

V rámci POA je vlastníkom nezhody:

- GATE 2 – vedúci, X1 komponenty;
- GATE 3 – spravidla Cell leader pre GATE, kde nezhoda vznikla;
- Dodávateľ – SQE. [10]

Možné spôsoby vysporiadania sú:

#### *Šrot*

Používa sa v prípade dielov, kde nie je možná oprava alebo v prípadoch keď sa oprava považuje za neekonomickú. Za neekonomickú opravu sa považuje oprava, na ktorú budú vynaložené peňažné prostriedky nad 50 % skutočnej ceny opravovaného dielu. [6] [7]

#### *Výnimka*

Používa sa len vo zvláštnych prípadoch. V klasických prípadoch sa rozhoduje medzi ostatnými variantami a výnimka sa tu neakceptuje. [9] [10]

#### *Reklamácia*

V prípade, že ide o dodávateľskú reklamáciu ONV Detail sa presunie na SQE (Supplier Quality Engineering). Oddelenie kompletizuje všetky náležitosti ONV Detailu a ten sa priradí na konkrétneho pracovníka Nákupu, ktorý zašle reklamačný dopis. Diel sa spolu s reklamačným dopisom odošle z oddelenia expedície dodávateľovi. SQE získa 8D report<sup>14</sup>, ktorý vyplňa dodávateľ, ktorému je zaslaný reklamačný dopis oddelením nákupu. 8D report obsahuje popis nezhody z pohľadu dodávateľa. Na základe 8D reportu sa stanovia a zavedú nápravné opatrenia. SQE je povinné informovať o priebehu reklamácie komisiu. Reklamácia môže byť vysporiadaná náhradou dielu za funkčný alebo jeho opravou. V prípade, ak je reklamácia uznaná, môže byť vysporiadaná formou dobropisu. V prípade, že je zaslaný dobropis od dodávateľa, diel je zošrotovaný pomocou vrátky. Dodávateľ sa môže rozhodnúť, že reklamáciu neuzná. V prípade neuznanej reklamácie je diel znovu odoslaný na komisiu, kde sa rozhodne o ďalšom nakladaní. V prípade, že dodávateľ uzná diel ako zhodný a X1 Komisia

---

<sup>14</sup> Formulár vyplnený dodávateľom, ktorý slúži na vylepšenie a riešenie rôznych problémov vo výrobe. Slúži na identifikovanie a elimináciu opakovania daného problému. Zameriava sa na pôvod problému určením koreňovej príčiny. [10]

ho naďalej považuje za nezhodný, diel sa posúva na Commodity Leadera<sup>15</sup>, ktorý bude situáciu riešiť. [9] [10]

#### *Oprava*

Ak je možné výrobok znovu opraviť, je nutné ho presunúť do oddelenia Výroby. Oprava je uskutočňovaná na základe Manuálu pre Generálne opravy. V prípade opravy, ktorá nie je v manuáli, opravný postup navrhuje Dizajn a návrh postupuje na Oddelenie Technológie<sup>16</sup>. [6] [7]

#### *Pustiť diel ďalej*

V prípade, ak sa X1 Komisia rozhodne diel pustiť ďalej, je nutné ho označiť Oranžovou visačkou. Túto skutočnosť je nutné zohľadniť pri ďalších operáciách. [6] [7]

#### *Podozrenie o obave o bezpečnosť*

Ak sa na komisii zhodnú, že nezhodný produkt je záležitosť bezpečnosti, zasadne Tím pre riadenie bezpečnosti produktu aby podnikol kroky pre to, aby nezhodný výrobok neovplyvnil letovú bezpečnosť. V súlade so Smernicami týkajúcich sa tejto problematiky, Tím posudzujúci obavu o bezpečnosti posudzuje a hodnotí nebezpečné podmienky. Oddelenie Letovej bezpečnosti hodnotí obavy o bezpečnosť a hodnotí nebezpečné podmienky. [6] [7]

### **Možné zdroje informácií oddelenia Letovej bezpečnosti:**

- Databáza histórie motorov;
- Prevádzkové údaje o motore;
- Výsledky kontroly z nálezovania;
- Záznamy ako
  - Skúsenosti a trendy;
  - Mean time between failures (MTBF);<sup>17</sup>
  - Mean time to scrap (MTTS)<sup>18</sup>;
  - Záznamy o spotrebe;
  - Miera využívania.
- Vyšetrenia udalostí, priamo v poli/vo vlastnom podniku;
- Štúdie – bežné alebo špeciálne príčiny vzniku nehody, opotrebenie a starnutie;

<sup>15</sup> Zamestnanec zodpovedný za kvalitu dodávateľského reťazca.

<sup>16</sup> Oddelenie vypracováva opravné postupy, čiže návody. [10]

<sup>17</sup> Stredný čas medzi poruchami. [13]

<sup>18</sup> Priemerný čas do vzniku šrotu. [13]

- Skúsenosti týkajúce sa stavu súčastí;
- Prediktívny analytický výstup;
- Diagnostické monitorovacie výstrahy;
- Servisné reporty
  - Diagnostické údaje;
  - História údržby;
  - Záznamy o kvalite;
- Údaje z výroby;
- Údaje z dizajnu;
- Údaje od dodávateľa;
- Iné. [13]

Tím posudzujúci obavy o bezpečnosť zasadá v pravidelných intervaloch. Tím je zostavený z expertov v danej oblasti, ktorí majú zodpovednosť za hodnotenie a identifikáciu problému. Je dôležité dať odporúčenie k riešeniu problému v predstihu, teda určiť, ako by sa problémy bezpečnosti mali riešiť systematicky. Kancelária hlavného konštruktéra nesie zodpovednosť za zaznamenávanie zápisu schôdze.

System bezpečnosti zabezpečuje nápravu problémov s bezpečnosťou produktu. Zaisťuje neustále zlepšovanie pre produkty, ktoré sú v procese prvotného dizajnu ale aj vo výrobe. System integruje auditné systémy a jednotlivé zodpovednosti.

V prípade ak existuje nezhodný výrobok, ktorý predstavuje obavu o letovú bezpečnosť, vyplňa sa tlačivo pre ohlásenie bezpečnostnej obavy. [9] [10]

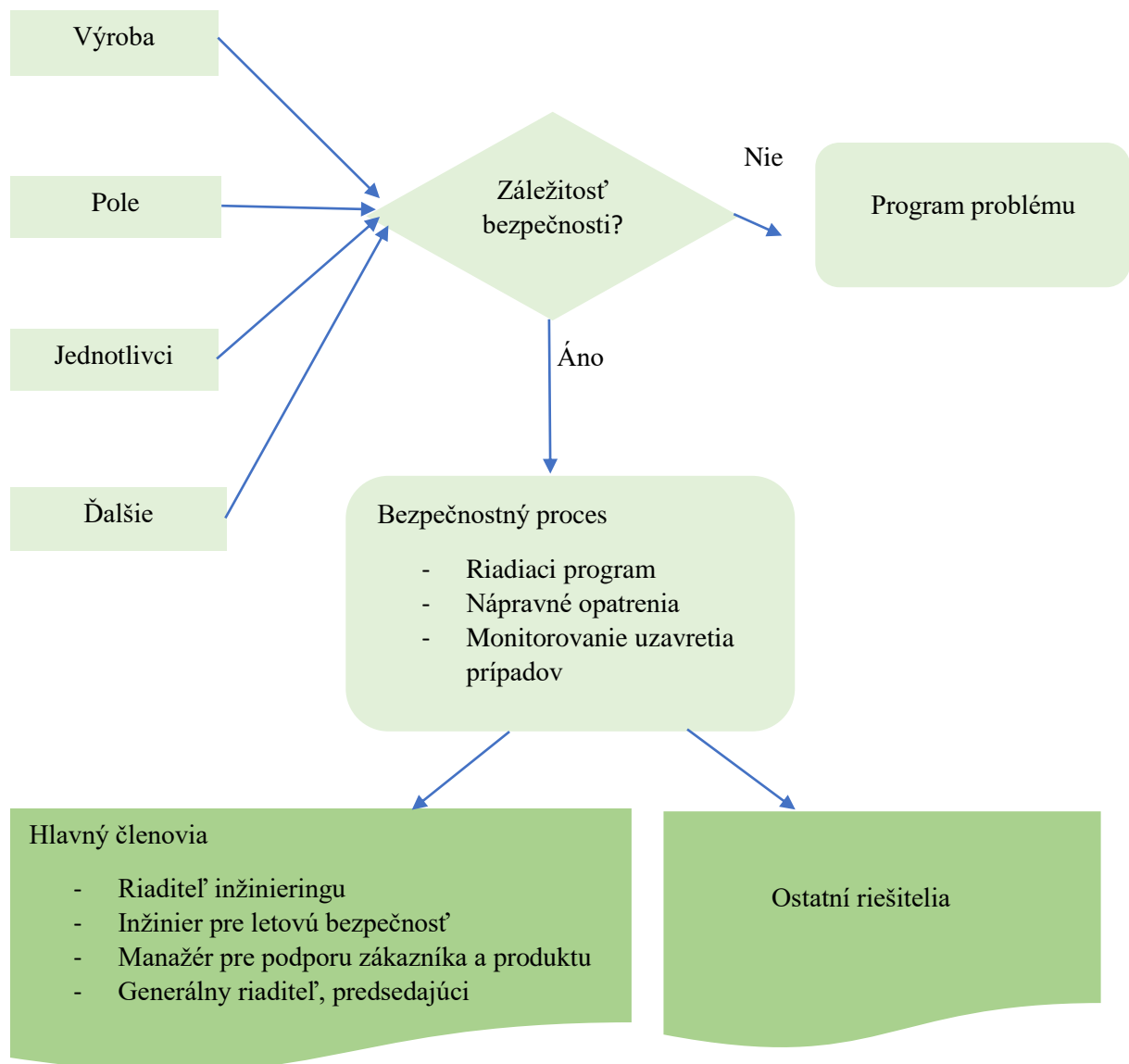
#### **Informácie v hlásení:**

- Dátum;
- Detailný popis bezpečnostnej obavy;
- Návrh riešenia;
- Zodpovedná osoba pre riešenie bezpečnostnej obavy;
- Dátum zasadnutia;
- Rozhodnutie;
- Preventívne a opravné opatrenia a dátum ich vykonania;
- Zodpovedné osoby za kontrolu plnenia opatrení. [13]

Pri NV je dôležité posúdiť, či je daná nehoda záležitosťou bezpečnosti. Ak áno, je dôležité, aby bol NV posúdený na schôdzi Bezpečnosti. Členovia schôdze sú bližšie definované v obrázku č. 6. [9]

### 2.5.4 Označovanie nezhodných výrobkov

Je povinnosťou každého zamestnanca, aby výrobok, ktorý sa mu javí ako nezhodný, označil visačkou STOP Karta. Po rozhodnutí Komisie sa stav objektu zmení, a teda výrobok sa označí danou visačkou. Možné spôsoby vysporiadania sú bližšie špecifikované nižšie.



Obrázok 6: Vysporiadanie obavy o bezpečnosť[13]



### *Zmätkovať*

Visačkou sa označujú diely, o ktorých sa rozhodlo, že sa musia mechanicky znehodnotiť, teda sú určené k fyzickej likvidácii. Pri znehodnotených dieloch je nutné zabezpečiť fyzickú likvidáciu v odpadovom hospodárstve.

### *Opraviť*

Používa sa v prípade, ak na generálnej oprave zistia vadu, ktorá je popísaná v Príručke pre Generálne opravy. V prípade, ak sa napriek tomu oprava nedá uskutočniť, považuje sa výrobok za nezhodný a teda je nutný zápis v systéme Oracle. V prípade, ak oprava nie je popísaná v Príručke pre Generálne opravy, je na rozhodnutí Technickej kontroly, či výrobok pôjde na posúdenie ku X1 Komisii alebo priamo sa zošrotuje.

### *Použiteľný*

Používa sa, ak je diel demontovaný a je v poriadku. Znamená to, že nie je nutná oprava ani žiadny zásah.

### *Prepracovať*

Visačkou sa označuje výrobok v prípade, ak X1 Komisia rozhodne, aby sa diel prepracoval. V Spoločnosti sa vedie stručný zoznam, v ktorom sú vyobrazené nezhodné výrobky, ktoré sú určené k fyzickej likvidácii. V tomto zozname sa zaznamenáva názov výrobku, číslo výkresu alebo položky, počet kusov a číslo hlásenia.

### *Diel s obmedzeným použitím*

Visačkou sa označujú diely, u ktorých je zažiadané o odchýlku alebo výnimku.

### *Diel s odchýlkou*

Visačka sa používa v prípadoch, ak je nezhoda definovaná odchýlkou.

### *Diel s obmedzeným použitím*

Používa sa v prípadoch ak je nutné diel používať len s obmedzeným použitím. [13]

## **2.6 Stanovenie nápravných opatrení a koreňových príčin**

Súčasťou vysporiadania nehody je Stanovenie nápravných opatrení a koreňových príčin.

Tím, ktorý stanovuje nápravné opatrenia a koreňové príčiny tvorí: [13]

- X1 Komisia;
- Mechanik;
- Cell leader bunky;
- Zástupcovia technickej kontroly.

- Zástupcovia technológie;
- Zástupca kvality;
- Ostatné osoby;

Na stanovenie nápravných opatrení a koreňových príčin je v Spoločnosti vytvorený formulár. Dôležitou časťou je konkrétne stanovenie príčin, prečo nehoda vznikla. Slúži na to Analýza koreňovej príčiny, kde sa má navrhnúť niekoľko metodológií, napr. päťkrát prečo (5 Whys)<sup>19</sup>. Z nich sa na záver identifikuje najpravdepodobnejšia príčina vzniku nehody. Riešená nehoda sa môže týkať aj inej skupiny dielov, zostáv alebo procesov, ktoré sú totožné alebo veľmi podobné dielu, na ktorom bola objavená nehoda. Dotknuté môžu byť aj diely, ktoré prišli do styku s NV. Je veľmi dôležité tieto javy definovať, keďže je možné vyvodiť nápravné opatrenia pre viacero prípadov aktuálnych nezhôd alebo naopak predísť tým vzniku ďalších nezhôd.

V ďalšom kroku sa určuje, či nehodu zachytil operátor, ktorý s NV narábal. Ak nie, je nutné uviesť, čo bránilo zachyteniu nehody priamo operátorom, aby sa tak mohlo ďalšiemu úniku NV zabrániť. Formulár je verifikovaný pracovníkom Kontroly. Pri nápravných opatreniach je dôležité určiť zodpovednú osobu, ktorá musí opatrenia zabezpečiť. Dôležitý je aj termín realizácie, do kedy sa musí náprava uskutočniť.

Je dôležité určiť, kto je riešiteľom a kto naopak schvaľovateľom nápravných opatrení a koreňových príčin. V prípade riešiteľa ide o mechanika, na ktorého je daný prípad presunutý. Schvaľovateľom môže byť zástupca Technickej kontroly alebo Technológie. Stávajú sa prípady, kedy je schvaľovateľom Gate Leader. [13] [14]

Rozoznávame nasledovné typy nápravných opatrení:

- Krátkodobé nápravné opatrenia – Popis okamžitej akcie, ktorá zamedzí opakovanie príčiny a je ju možné zaviesť ihneď;
- Dlhodobé nápravné opatrenia – Popis trvalého vyriešenia príčiny problému;
- Preventívne opatrenia – Opatrenia, ktoré zamedzia opakovanému vzniku nehody. [14]

---

<sup>19</sup> Metóda prvýkrát použitá v Japonskej automobilke Toyota Motor Corporation. Bola využitá v procese vývoja a rozvoja výrobných technológií. Otázkou 5x prečo sa objasňuje pôvod a riešenie problému. [14]

### 3 Nedostatky zberu dát v súčasnosti

Aby sa mohlo zlepšovať vysporiadanie nezhodného výrobku, je nutné poznať nedostatky súčasne zavedeného systému zberu a spracovania dát.

Hlavnými nedostatkami v súčasnom zbieraní, zapisovaní a vyhodnocovaní dát sú:

#### *Nejednotné zaznamenávanie dát*

Popri vzniku Oznamenia o nezhodnom výrobku v databáze Oracle, je nutné aby si oddelenie zaznamenávalo svoje nezhody. Každé oddelenie, kde sa vyskytne nezhodný výrobok, si výrobky eviduje podľa vlastného uváženia. Vznikajú tak rozdiely vo vedení evidencie NV, ale aj nejednotné typy údajov, ktoré sa zaznamenávajú.

#### *Chýbajúce názvoslovie*

Na pomenovanie jednotlivých atribútov sa používajú rôzne názvoslovie, ktoré nie sú jednotne určené. Často sa stáva, že určitý typ nezhody je pomenovaný rôznymi pojmi, aj napriek tomu, že ide o rovnakú nezhodu (napr. diel zmätkovať – šrotovať) . Je nutné zaviesť slovník pre pomenovanie skutočností.

#### *Nevhodné sprostredkovanie Zápisov z Komisie*

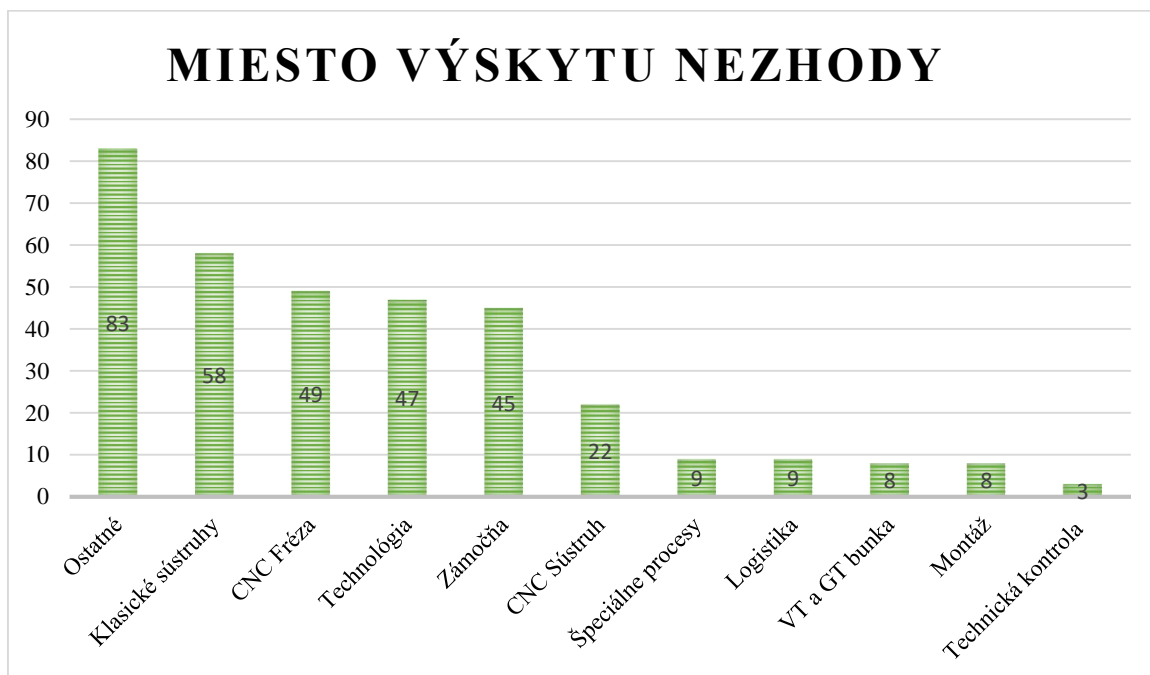
Zápis z Komisie je spracovaný v podobe excelovskej tabuľky, ktorá je následne preposlaná vybranej skupine ľudí z rôznych oddelení. Oddelenia si selektujú dáta, ktoré sú pre nich potrebné. Je vhodné vytvoriť systém, kde sú uložené všetky dáta s jednotným názvoslovím. Každé oddelenie si tak môže vyselektovať potrebné dáta podľa potrieb. Systém by uľahčil vytváranie záverov, štatistík, analýz a v neposlednej rade aj vysporiadanie NV.

#### *Malé množstvo dát o zošrotovaných výrobkoch*

Je vhodné zaznamenávať aj príčiny vzniku šrotu s presne určenými príčinami vzniku. Je nutné prepojenie dát v jednom systéme. Napríklad na princípe, ako sú aj evidované NV, ktorých spôsob vysporiadania je iný, ako práve šrot. Tak sa môže zabrániť predčasnému koncu životnosti daného výrobku, a tým sa znížia finančné straty.

#### *Presné určenie vlastníka nezhody*

V prípade definovania vlastníka nezhody je vhodné presnejšie určenie vlastníka nezhody, teda subjektu, ktorý môže nezhodu objaviť. Vlastník nezhody má veľkú výpovednú hodnotu pre vysporiadanie NV a v neposlednom rade aj pre objasnenie procesu, kedy nezhoda vznikla.



Graf č. 1 Miesto výskytu nezhody

Graf č. 1 zobrazuje miesta výskytu nezhody za jeden kalendárny rok. Z grafu vyplýva, že miesto výskytu nezhody nie je presne zadefinované. Je nutné rozviesť pojem „ostatné“ o presne definované miesta výskytu nezhody.

#### *Nutná digitalizácia výstupov z Kontrolných nálezov*

Výstupom z nálezovania a generálnych opráv sú fyzické dáta, t. j. dáta, ktoré sú zaznamenané vo fyzickej forme. Nevedú sa detailné štatistiky z tohto Oddelenia. Je dôležité dáta prepojiť do jednotného systému s ostatnými nezhodami. K tomuto v značnej miere pomôže digitalizácia diela o motore, a teda aj Kontrolných nálezov, ktoré sú výstupom z generálnych opráv.

Vytýčenie a následné ovplyvnenie týchto nedostatkov prispeje k podrobnejšiemu určaniu príčiny nezhody, lepšiemu sprostredkovaniu dát, a v neposlednej miere aj menším finančným stratám spojených s reklamáciami, výrobkami určenými na šrot a opravami. Finančné straty sa v konečnom dôsledku dajú znížiť rýchlejšími vysporiadaniami, a zároveň podrobnejšími a správne zintegrovanými dátami.

## 4 Ontológia

### 4.1 Počiatky vzniku pojmu ontológia a tri roviny jej chápania

Termín Ontológia sa prvýkrát spomenul Rudolfom Gockelom v jeho Leccicon Philosophicum[15], a následne Jacobom Lorhardom v jeho Ogdoas Scholastica [16]. Výraz bol však prijatý až v 18. storočí, vo filozofickej prvotine Christiana Wolffa. Voľným prekladom môžeme výraz chápať ako štúdium existencie. Existujú rôzne roviny chápania ontológie. [17] [18]

*Ontológia ako oblasť metafyziky, ktorá sa zaoberá povahou a vzťahmi bytia*

Chápeme ju ako základnú oblasť metafyziky. Prvým filozofickým zástupcom skúmania metafyziky bol Aristoteles, ktorý zároveň aj podrobnejšie popísal pojem Ontológia. Podľa jeho výkladu je ontológia zameraná na objasnenie najbežnejších vlastností objektov a reality. Na rozdiel od ostatných vied, ontológia sa zameriava nie len na subjekt, ale prihliada aj na vzťahy medzi entitami, ktoré patria do odlišných oblastí. V každej vednej disciplíne očakávame určitú metafyziku. Ontologický princíp je možné aplikovať do rôznych vedných disciplín, takže žiadna z nich nemá problém s ich regimentom. Táto skutočnosť platí aj v informatike a konceptuálnom modelovaní. [17] [18]

*Konkrétna teória o povahe bytia alebo druhov existencie*

V tomto zmysle sa v súčasnosti vytvorilo mnoho publikácií týkajúcich sa informatiky a vznikla nová vedná disciplína Aplikovaná ontológia. Teóriu je možné aplikovať do formálnych ontologických teórií, ktoré sú aplikovateľné najmä v konceptuálnom modelovaní. [17]

*Teória, týkajúca sa druhov subjektov a konkrétnych druhov abstraktných entít, ktoré majú byť prijaté do jazykového systému*

Ontológiu je možné aplikovať na poskytovanie sémantiky skutočných slov pre všeobecne konceptuálne modelovacie jazyky a na obmedzenie možných interpretácií ich modelovania. [17] [18]

## 4.2 Ontológia v informatike

Pojem ontológia sa v literatúre týkajúcej sa informatiky objavil prvýkrát v práci Work on the foundations of data modeling (S. H. Mealy) v časti, kde sú definované tri oblasti spracovania informácií, ktoré sú:

- Skutočný svet;
- Predstavy, ktoré existujú len v mysli;
- Symboly na papieri alebo pamäťovom médiu. [17]

Spomenutá časť diela je zakončená pasážou, ktorá pojednáva o existencii vecí bez ohľadu na ich možné viacnásobné zastúpenie.

Potreba aplikovať ontológiu do informatiky sa naplnila v polovici deväťdesiatych rokov, keď vznikla potreba principiálneho zastúpenia znalostí z rôznych oblastí v súvislosti so zdieľaním znalostí v rámci komunity. Na základe toho bola vytvorená séria konferencií FOIS (Formálne ontológie a informačné systémy). Myšlienka sa zavŕšila roku 2001 na konferencii ICSW (International Semantic Web Conference). [17]

Za vznikom potreby ontológie v informatike stoja tieto oblasti:

- Databázové informačné systémy;
- Softvérové inžinierstvo;
- Umelá inteligencia.

Sémantické webové aplikácie sa úspešne využili v oblasti aplikácií. Nová počítačová paradigma vznikla kvôli poskytovaniu komplexnejších a prispôsobivejších služieb. Ako príklad môže slúžiť sociálny kontext, ktorý zahŕňa skupinové aktivity, medzil'udské vzťahy a mnoho ďalších.

Ontológiu chápeme ako inžiniersky artefakt. Pozostáva z formálnej štruktúry, kde sú zahrnuté pojmy a vzťahy medzi rôznymi konceptami. To umožňuje vyvodenie poznatkov z faktov nachádzajúcich sa v štruktúre. [18]

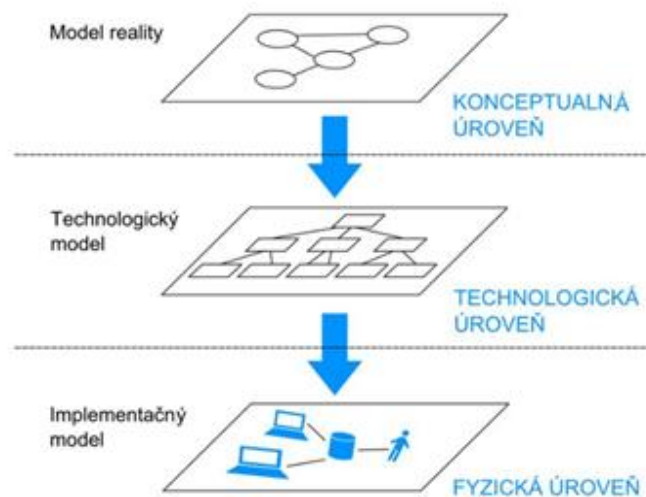
## 4.3 Dátové modelovanie

Základnú súčasť analýzy softvérového projektu tvorí dátové modelovanie. Cieľom môže byť tvorba internetovej aplikácie alebo, ako je to v prípade tejto práce, je to tvorba systému, ktorá navrhuje jednotné zaznamenávanie dát. [18]

Pri tvorbe dátového modelu je veľmi dôležitý poznatok, akú časť skutočnosti má daný model obsahovať. Korektný návrh zabezpečí udržateľnosť a korektnosť výslednej aplikácie. Pri predpoklade, že v konečnej fáze modelu bude potrebné s dátami manipulovať, je nutné dáta uchovať v databáze. Ku vývoju tohto modelu slúži princíp troch architektúr P3A (obrázok č.7). [19]

Vrstvy P3A architektúry:

- Konceptuálna;
- Technologická (logická);
- Implementačná (fyzická). [18]



Obrázok 7: Vrstvy P3A architektúry [20]

#### 4.3.1 Konceptuálna architektúra (E-R model)

Vytvára sa ako prvá. Slúži na modelovanie reality a nie je ovplyvnená budúcimi prostriedkami riešenia. Je v nej popísaná vecná časť dátovej základne. Je dôležité vymedziť, aké informácie sú dôležité, teda ktoré budú z danej reality použité. Informácie o popisovaných subjektoch sú väčšinou relevantné so značnou mierou abstrakcie. V návrhu sa zohľadňuje čo je obsahom daného systému a nerieši sa, čo tam chýba. [20]

Na konceptuálnej úrovni existujú pojmy ako

- Entita (object);
- Atribúty;
- Vzťahy (relationships). [19]

#### 4.3.1.1 Entity

Pojem definuje skupinu, ktorú tvoria objekty z reálneho sveta. Tieto objekty sa označujú ako inštancie entity. Inštancie sa vyznačujú tým, že majú rovnakú dátovú štruktúru vyjadrenú pomocou atribútov. Je nutná zhoda atribútov a zároveň je nutné zohľadniť aj logickú súvislosť atribútov. [21]

Väzby medzi entitami sú potrebné pre definovanie logického vzťahu medzi entitami. Typy väzieb sú nasledujúce:

- Binárna – t.j. väzba medzi dvomi entitami;
- N-árna – t.j. N binárne väzby a jedna centrálna entita.

Entitu môžeme chápať ako dve väzby, ktoré sú v opačnom smere, ide o tzv. role. Role definujú väzbu medzi dvomi entitami. K roli je nutné priradiť kardinalitu, teda obmedziť množstvo inštancií. Množstvo sa obmedzuje pri entitách, ktoré majú vzťah s ktoroukoľvek inou entitou. [13] [15] Kardinalitu rozlišujeme na:

- Maximálna kardinalita (0,1);
- Minimálna kardinalita (1 až N). [13]

V dátovom modeli je možné vytvoriť hierarchiu entít, ktorá môže mať viacero úrovní. Z toho vyplýva, že vznikne nadradená entita (super entity) a podradená entita (sub entity). Podradená entita na seba preberá všetky atribúty nadriadenej entity a zároveň k nej pridáva špecifické atribúty. Podriadená entita môže mať len jednu nadriadenú entitu. [20]

#### 4.3.1.2 Atribúty

Pod pojmom atribút chápeme vlastnosti jednotlivých entít. Slúžia na vymedzenie hodnôt, ktoré môžu byť priradené k daným atribútom. [21]



Druhy atribútov sú nasledujúce:

- Jednoduchý atribút;
- Zložený atribút;
- Odvodený atribút;
- Atribút s jednou hodnotou;
- Atribút s viacerými hodnotami.

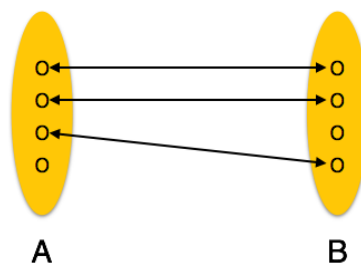
#### 4.3.1.3 Vzťahy

Pojmom vzťah označujeme prepojenie dvoch entít. Vzťahy taktiež môžu mať atribúty a nazývame ich opisné atribúty. [22] Stupeň vzťahu definuje množstvo entít vo vzťahu:

- Stupeň II – binárny;
- Stupeň III- terciárny;
- Stupeň X – N-árny. [21]

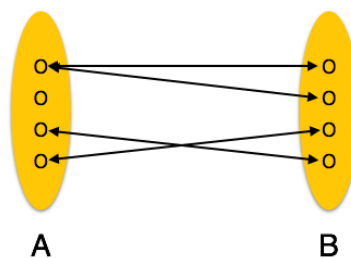
*Možná kardinalita vzťahov entít*

- 1:1 – na oboch stranách vystupuje jeden objekt entity;



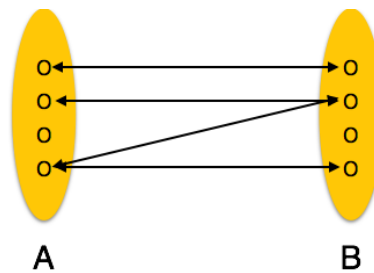
Obrázok 8: Kardinalita 1:1 [23]

- 1:n – jeden objekt vo vzťahu s viacerými objektami, najčastejší typ;



Obrázok 9: Kardinalita 1:n [23]

- $m:n$  – viac objektov na viacerých stranách.



Obrázok 10: Kardinalita  $m:n$  [23]

#### 4.3.2 Technologická (logická) architektúra

V tejto časti sa poskytuje technologické riešenie problému, teda napríklad spôsob uchovávanía dát. Predstavuje strednú mieru abstrakcie a poskytuje logickú štruktúru systému. Úroveň je stále odľahčená od implementačných špecifik daného riešenia. Popisuje, ako je obsah z konceptuálnej úrovne zrealizovaný. Konceptuálny model je možné uskutočniť viacerými technologickými modelmi.

#### 4.3.3 Implementačná architektúra

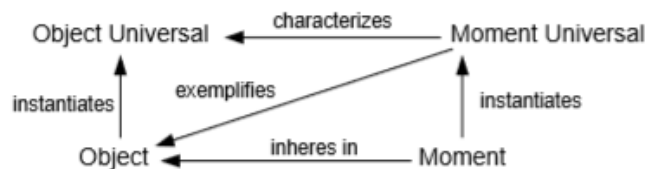
Táto úroveň poskytuje najnižšiu mieru abstrakcie. Prebieha tu konkrétna implementácia dátovej štruktúry pomocou programovacieho jazyka. Popisuje, čím je dátový obsah pomocou konceptuálneho a štrukturalizovaného modelu realizovaný. Vzniká fyzický model, ktorý je vlastne logický model s pridanými špecifickými informáciami pre databázovú platformu. [20] [21]

#### 4.4 Unified Foundational Ontology (UFO)

Jadrom tejto ontológie je tzv. Aristotelian Ontological square, ktorý sa nazýva aj ako Ontológia štyroch kategórií (Obrázok č. 11). Sú tu väzby medzi objektom a jeho triedou (Object – Object Universal a Moment – Moment Universal). Na tomto základe je definovaná existenčná závislosť. *Konkrétne X je existenčne závislé na inom konkrétnom Y a je nevyhnutné, aby Y existovalo vždy, keď existuje aj X. Existenčná závislosť je konštantná, tzn. ak X závisí od Y, v každom svete, kde existuje X, existuje aj Y.* [24]

#### 4.4.1 Moment

Odvozené od nemeckého slova *Momente*. Označuje vo všeobecnosti všetko to, čo je abstraktné. Typickými príkladmi sú farba, sociálny zväzok a spojenie. Všetky momenty sú charakterizované tým, že môžu charakterizovať iné objekty, teda existujú na základe väzby s nimi. Pripúšťa sa aj to, že v jednom momente môže vzniknúť ďalší moment. [22]



Obrázok 11: Aristotelov Ontologický štvorec [24]

#### 4.4.2 Object

Objekty sú založené na hmotnosti, majú časovo – priestorové vlastnosti. Ich existencia je závislá na hmote. Sú to subjekty z reálneho sveta. [25]

Vzhľadom na svoje vlastnosti, je upper-level ontológia UFO vhodné pre konceptuálne modelovanie reálneho sveta. Nie je špecifikovaná pre konkrétnu časť sveta, čiže výber domény je voľný. V súčasnosti sa prejavuje rastúci záujem o využívanie ontológií v konceptuálnom modelovaní, a preto bola UFO ontológia vyvinutá s cieľom slúžiť ako základná teória pre konceptuálne modelovanie. Objavujú sa nedostatky v špecifickom vývoji ontologických základov pre všeobecne konceptuálne ontologické jazyky, napr. UML, EEL, ORM. [26] Tieto jazyky neboli pokryté ontológiami. Medzi vyvinuté upper-level ontológie, ktoré dokážu riešiť tento problém patria Dolce, GFO alebo OntoClean. Konceptia UFO je založená na teórii z kognitívnej psychológie, filozofickej logiky a jazyka, lingvistiky, formálnej ontológie a mnoho ďalších. Táto ontológia rozoberá danú oblasť do hĺbky a je formálne charakterizovaná. [25]

Hlavnou odlišnosťou ontológie UFO je špecifickosť a univerzálnosť. Vystupujú tu entity s jedinečnou identitou, ktoré majú reálnu identitu v skutočnom svete. Ďalej tu sú vlastnosti, ktoré môžu byť identifikované v rôznych odlišných entitách. [27] [28]

## Aplikácia UFO ontológie

Súčasný tok dát má nedostatky, kvôli nejednotnému zaznamenávaniu a zároveň zlému sprostredkovaniu naprieč všetkými oddeleniami. Model poukazuje na riešenie tohto nedostatku prepojeniami, ktoré uľahčia vysporiadanie NV. [28]

Aplikovanie dátového modelovania na úrovni konceptuálneho modelovania umožní presnú definíciu vzťahov pre budúcu tvorbu systému v rámci implementačnej úrovne. Model uľahčí presné definovanie entít a vzťahov danej problematiky. Dôležitou súčasťou je aj charakterizovanie väzieb, ktoré sú medzi jednotlivými entitami zavedené. V budúcnosti by aplikácia konceptuálneho modelu na implementačný model pomohla rýchlejšie uzavretie oznámenia o nezhodnom výrobku. Dáta, ktoré sa zozbierajú v procese vysporiadania NV budú mať jednotné záznamy a ich sprostredkovanie v rámci podniku bude uľahčené. Dáta budú zároveň prístupné pre tvorbu štatistík rôznych oddelení.

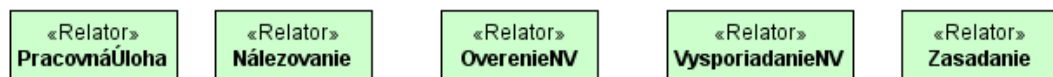
Model je schopný poskytnúť vhodný popis procesu od odhalenia NV až po jeho vysporiadanie. V centre modelu je vhodné uvažovať s ohľadom na kontext tejto práce nezhodný výrobok, ako časť motoru alebo celý motor. Je vhodné sa tiež zamerať na procesy ktoré prispievajú k odhaleniu, oznámeniu a uzavretiu prípadov NV. Hlavným prínosom modelu sa tým stáva zjednotenie všetkých procesov o NV a zároveň zobrazenie toku dát, ktoré vzniknú v procesoch od vzniku NV. V jadre modelu vzniká jednota medzi procesmi, osobami a výrobkami. [24] [27]

## 5 Popis modelu

Model vytvorený v tejto práci (príloha 1, 2, 3, 4) pracuje s vrstvou UFO-A. Táto vrstva opisuje prvky, ktoré majú stálu identitu, teda sú to statické prvky. Modifikácia jazyka UML spolu s využitím UFO – A ontológie sa nazýva OntoUML. Modelovať na tomto princípe je umožnené práve vo zvolenom nástroji, čiže v Menthore. [23] Zobrazuje procesy, ktoré sú nevyhnutné pri vysporiadaní NV. Model popisuje aj väzby medzi danými prvkami. Jednotlivé časti modelu sú popísané v nasledujúcich kapitolách.

### 5.1 Procesy vystupujúce v modeli

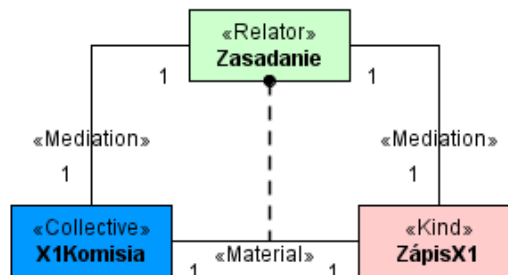
V modeli sú procesy, ktoré sú v Spoločnosti zavedené pre preskúmanie a vyhodnotenie NV (obrázok č. 12). Pre procesy je použitý stereotyp Relator, keďže procesy sú udalosti, ktoré nastanú počas odhalenia až vysporiadania NV.



Obrázok 12: Procesy týkajúce sa vysporiadania NV

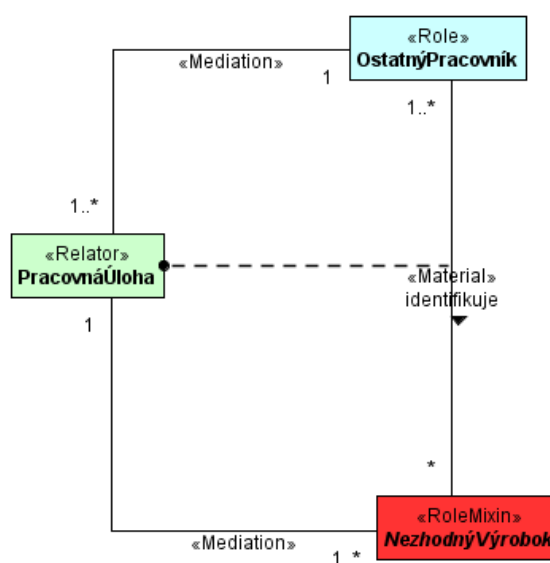
V Ontológii UFO existuje konštrukt, v ktorom sú vyjadrení účastníci procesu pomocou mediácie. To umožňuje zároveň vyjadriť materiálnu väzbu, ktorá je založená práve na vzájomnej participácii účastníkov v procese. Táto väzba je založená na Relatore, čo je v modeli vyjadrené deriváciou (prerušovaná čiara). Derivácia teda závisí od existencie Relatora.

V prípade na obrázku č. 13 má proces Zasadanie účastníkov, ktorými sú X1 Komisia a Zápis. Je medzi nimi materiálna väzba, keďže X1 Komisia vytvára Zápis. Materiálna väzba je derivovaná Zasadáním.



Obrázok 13: Derivácia materiálnych vzťahov

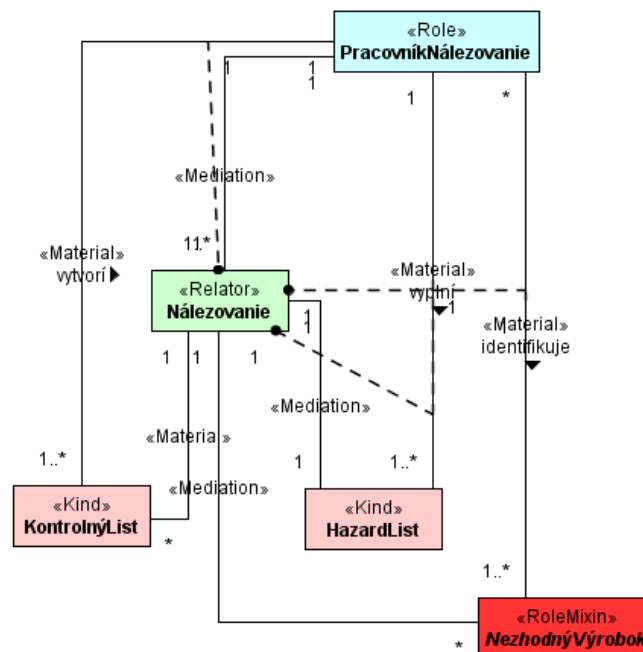
Tak, ako proces Zasadanie, tak aj ostatné procesy majú väzby vyplývajúce z toho istého konštruktú. Pracovnú úlohu chápeme ako proces, pri ktorom sa tiež môže identifikovať NV. Proces vykonáva osoba, ktorá má rolu Ostatný pracovník. Jedná sa o pracovníkov nezaraďených do žiadnych iných rolí, ktorí môžu odhaliť NV pri výkone bežných pracovných úloh, kde primárnym cieľom nebýva samotná identifikácia NV. Časť modelu na obrázku č. 14 túto skutočnosť zachycuje tak, že proces Pracovná úloha má účastníkov procesu, medzi ktorými je materiálna Väzba – Ostatný Pracovník identifikuje NV.



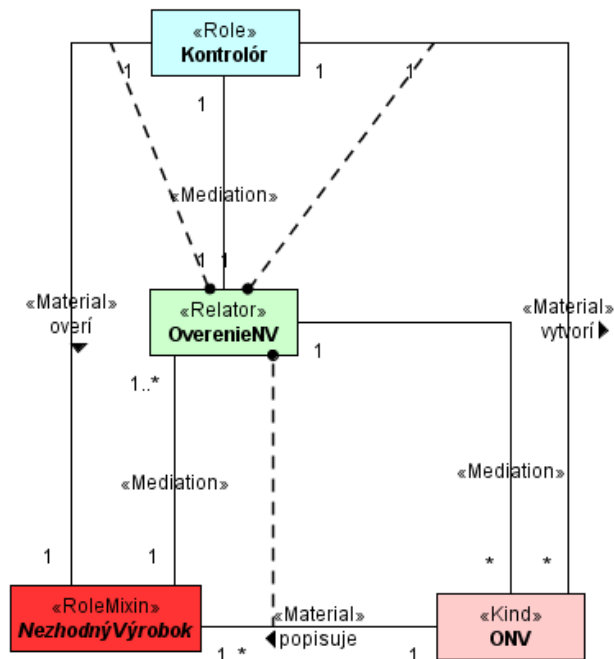
Obrázok 14: Pracovná úloha - Ostatný pracovník – NV

V prípade procesu Nálezovania (obrázok č. 15) existujú tri väzby, v ktorých Relator derivuje materiálnu väzbu. Znamená to, že proces Nálezovania viaže zamestnancov v roli Pracovník Nálezovania s nezhodnými výrobkami, ktoré títo pracovníci v procese identifikujú, a tiež s dvoma typmi dátových zdrojov (KN a Test List), ktoré sa vyplňajú v tomto procese v súvislosti s potenciálne identifikovaným nezhodným výrobkom.

Čo sa týka procesu Overenia NV (obrázok č. 16), nachádzajú sa tu dve väzby, kde Relátor derivuje materiálnu väzbu. Overenie môže vykonávať Osoba, ktorá má pridelenú Rolu Kontrolóra a overí NV. Ďalej táto istá osoba vytvorí ONV.



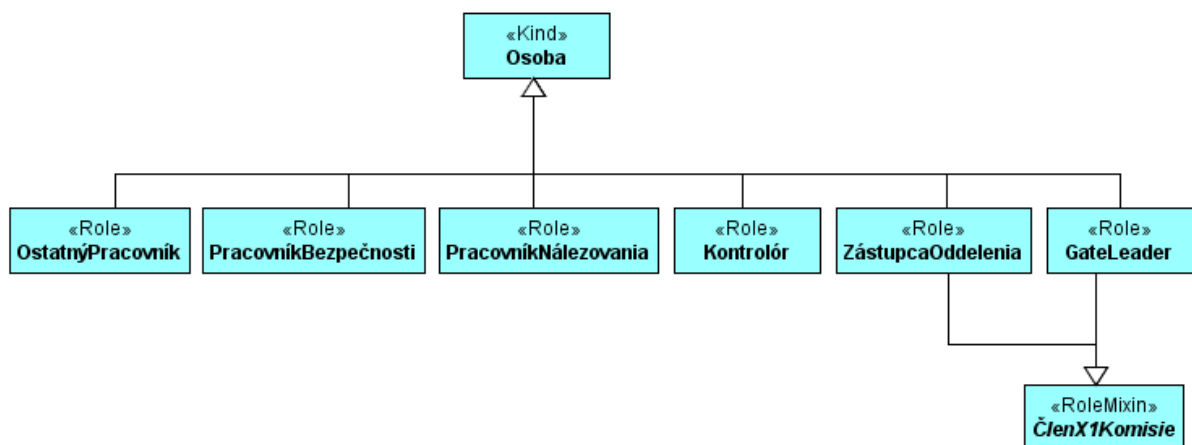
Obrázok 15: Nálezovanie



Obrázok 16: Overenie

## 5.2 Osoby vystupujúce v modeli

Model obsahuje osoby, ktoré vstupujú do procesu odhalenia až po vysporiadania NV. Návrh osôb, ktoré sú nutné pre vysporiadanie NV zobrazuje obrázok č. 17. Osoby je nutné charakterizovať kvôli prideleniu príslušných procesov, ktoré vykonávajú, a kvôli charakteristike ich výstupov. Pracovníci sú v modeli vyjadrení ako Role, ktoré zastávajú v rôznom čase rôzne osoby a ktorých identita je poskytovaná v každom čase konkrétnou osobou.



Obrázok 17: Osoby v procese odhalenia až vysporiadania NV



## Výrobky vystupující v modeli

Na obrázku č. 18 sa nachádza výrobok, ktorým je v tejto práci motor a jeho časti. Bol použitý stereotyp Kind, keďže výrobky majú stálu identitu v čase. Výrobky môžeme popisovať podobným spôsobom ako osoby, teda s využitím rolí. Tieto nám v modeli špecifikujú konkrétne vlastnosti výrobkov, ktoré môže výrobok v rôznych momentoch nadobudnúť. Pre potreby tohto modelu je samozrejme dostačujúce špecifikovať tie vlastnosti, ktoré robia výrobok nezhodným a všetky ostatné potom zhrnúť v koncepte „ZhodnýVýrobok“. Nezhodný výrobok a jeho typy sú zvýraznené v modeli červenou farbou.

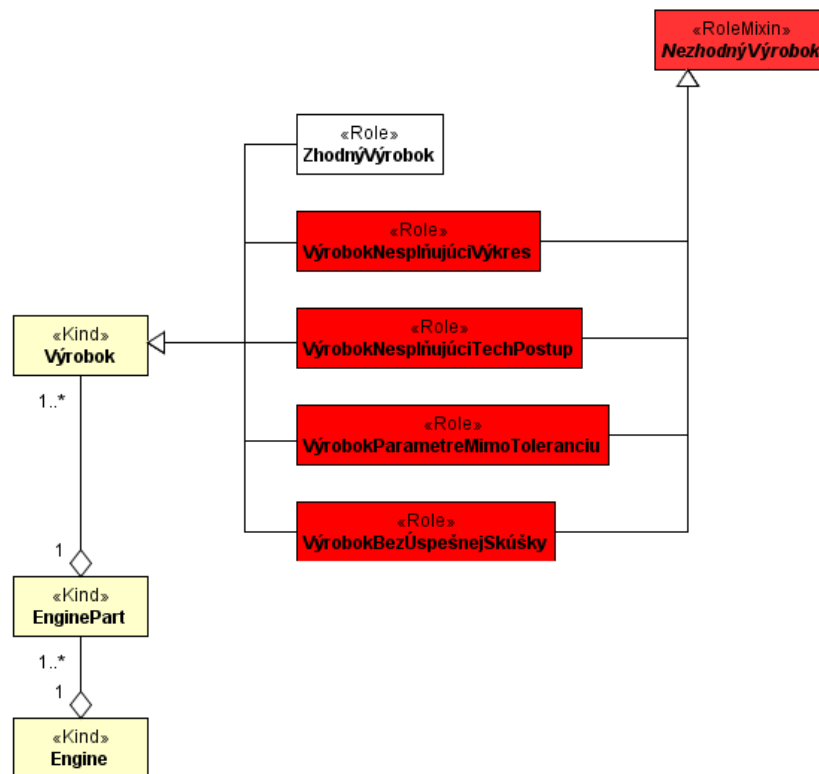
### 5.3 Zaznamenávanie dát

Výstupom v zbere dát sú Zápisy zobrazené na obrázku č. 19. Dáta zozbierané z týchto zápisov sú v ďalších modeloch rozoberané na atribúty, ktoré obsahujú. Práve s ohľadom na tieto dáta je vhodné navrhnuť systém, ktorý jednotne zaznamená všetky tieto dáta a poskytne integrovaný prehľad nad nimi.

### 5.4 Ostatné

#### *X1 Komisia*

Na Obrázku č. 20 sú zobrazené väzby, ktoré vyplývajú z X1 Komisie. Nachádza sa tu väzba derivovaná Relátorom, ktorá je spomenutá v časti o Procesoch. Ďalej je tu zadefinované, kto je súčasťou X1 Komisiou. Je to Člen X1 Komisie. Je tu zadefinovaná materiálna väzba, ktorá určuje, že X1 Komisia posudzuje NV.



Obrázok 18: Výrobky



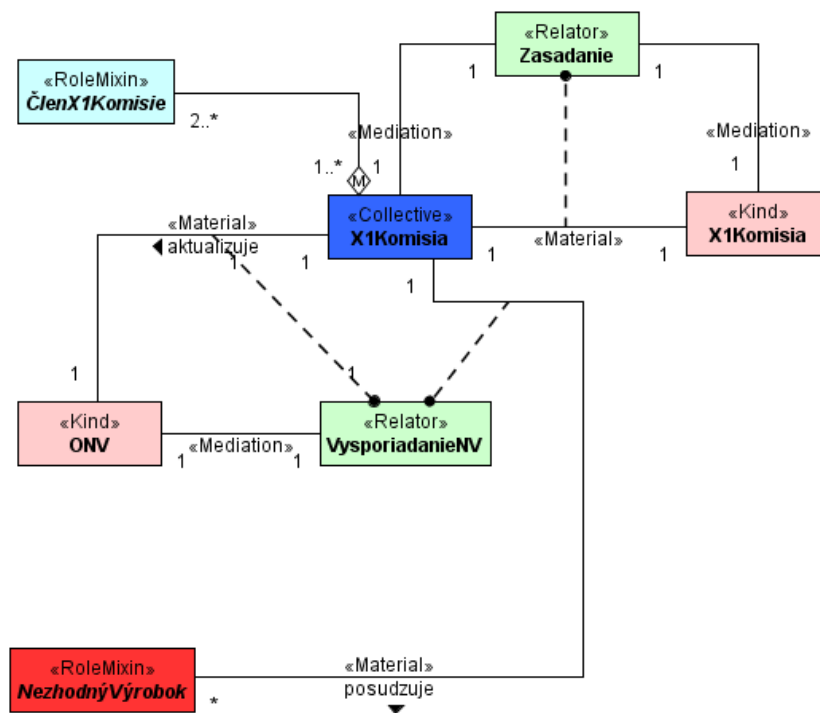
Obrázok 19: Zdroje dát

### *Safety Concern*

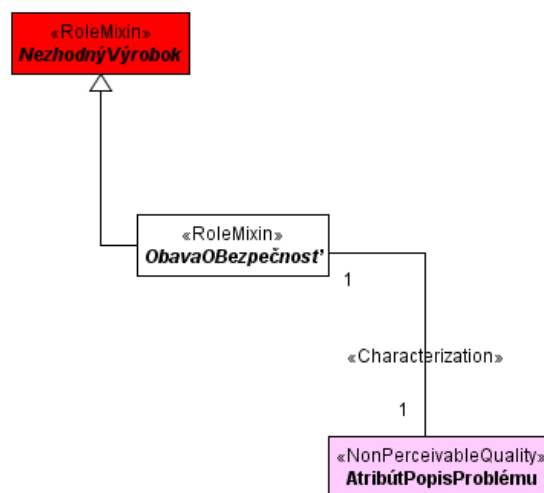
Z Obrázku č. 21 vyplýva, že RoleMixin Safety Concern je súčasťou Nezhodného výrobku, ak splní určité charakterizácie, ktoré vyplývajú s popisu problému.

## 5.5 ONV, KN, Check list

Existujú dva typy ONV, je to ONV Master a ONV Detail. Ďalej sa tu nachádzajú Atribúty, ktoré reprezentujú Kvality popisujúce konkrétne objekty v modeli. Kvalita je viazaná na Atribút, ktorý ju reprezentuje, pomocou základnej asociácie, ktorej bol priradený význam „reprezentuje“. Niektoré kvality je možno klasifikovať pomocou preddefinovanej hodnoty, ktoré sú zobrazené pomocou konceptu Enumeration.



Obrázok 20: X1 Komisia



Obrázok 21: X1 Komisia, Safety Concern

Jednotlivé atribúty sú súčasťou ONV Mastro, ONV Detailu alebo oboch súčasne. V prípadoch, kde atribút zasahuje do oboch, je pre prehľadnosť atribút zvýraznený zelenou farbou (príloha 2). Kvality charakterizujú ONV alebo ZápisX1. V prípadoch, kde v prílohe 2 nie je pridelená kvalite charakterizácia, kvalita charakterizuje nezhodný výrobok.

V prípade KN, Kvality charakterizujú Kontrolný nález, časť motora alebo motor samotný

## 6 Aplikácia dát

V nasledujúcich tabuľkách sú zobrazené ukážky dát dvoch nezhodných výrobkov nájdené pri Generálnej kontrole. Dáta dosadené do tabuľky sú len ilustratívnou ukážkou, keďže reálne dáta sú dôverné.

Po nalietaných 2100 hodinách prichádza na generálnu kontrolu motor číslo 662599. Všetky diely sa podrobili Generálnej kontrole. Dva z nich boli posunuté na generálnu opravu z ktorej bol vytvorený Kontrolný nález. V prvom prípade išlo o poškodenie, ktorého oprava by bola neekonomická, teda diel bolo nutné zošrotovať. Druhý prípad bol posúdený ako ryha.

### 6.1 Kontrolný nález z Generálnej opravy

Po generálnej kontrole všetkých dielov motora nasleduje generálna oprava dielov, na ktorých sa zistila určitá nezhoda. Z generálnej opravy sa získavajú dáta v podobe Kontrolných nálezov (tabuľka 1 a 2). Kontrolné nálezy sú fyzicky archivované v Diele o motore.

Z tabuľky č. 1 vyplýva, že diel s názvom Radiálny disk má nevyhovujúci stav. Po vizuálnej kontrole bola odhalená korózia. Oprava výrobku, vzhľadom k počiatkovej cene bola definovaná ako neekonomická oprava.. Riešením je produkt zošrotovať.

Z tabuľky č. 3 vyplýva, že diel s názvom Vstupná skriňa motora sa podrobil Generálnej kontrole. Po vizuálnej kontrole sa zistilo, že diel obsahuje ryhy. Kontrola BLD nepreukázala žiadne poškodenia. Na základe názorov viacerých členov Komisie bolo riešenie nezhody definované ako jednoduché znečistenie, ktoré sa podrobí iba čisteniu. Z toho vyplýva, že táto nezhoda nie je záležitosťou bezpečnosti. Je to bežné znečistenie spôsobené používaním.

Dáta v Tabuľke 1 a 2 pochádzajú z oddelenia Nálezovania. V prípade Nálezovania nezhodný výrobok nie je prešetrený X1 Komisiou a teda nie je súčasťou Zázpisu. Dáta získané z tohto oddelenia majú fyzickú podobu.

Tabuľka 1: Kontrolný nález Radiálny disk [12]

Predpísaná kontrola	Nález	Záver
Číslo motora	662599	
Číslo listu KN	1	
Výrobné číslo dielu	1356	
Hodiny	2100h	
Vizuálna kontrola	Korózia, mechanické poškodenie	Začistiť, opraviť
Kontrola BLD	2 trhliny	Nevyhovuje
ØD = 396	396	Vyhovuje
ØE = 395,8	398	Nevyhovuje
ØH = 378	378	Vyhovuje
ØF = 260	270	Nevyhovuje
ØG = 280	290	Nevyhovuje
Výsledok		Nutné vyradiť prípadne použiť po oprave

Tabuľka 2: Kontrolný nález Vstupná skriňa motora [12]

Predpísaná kontrola	Nález	Záver
Číslo motora	662599	
Číslo listu KN	1	
Výrobné číslo dielu	2678	
Hodiny	2100h	
Vizuálna kontrola	Ryhy	Začistiť, opraviť
Kontrola FLD	Znečistenie	Nevyhovuje
ØD = 396	396	Vyhovuje
ØE = 395,8	398	Nevyhovuje
ØH = 378	378	Vyhovuje
ØF = 260	270	Nevyhovuje
ØG = 280	290	Nevyhovuje
Výsledok		Nutné vyradiť, prípadne použiť po oprave

## 6.2 Test list

Ďalším nevyhnutným výstupom z Nálezovania je Test list. Vypĺňa sa pre zistenie, či daná nehoda je záležitosťou bezpečnosti. V Test liste sa nachádzajú konkrétne časti motora a poruchy, ktoré prejavujú vlastnosť, ktorou je obava o bezpečnosť. Test list (tabuľka č. 3) preukázal, že nehoda na rotačnej časti postupuje na posúdenie oddelením Letovej bezpečnosti.

Tabuľka 3: Príklad Test list[29]

Časť		Popis problému	Výsledok
<b>Kritické diely</b>	Rotačné diely	Závada	
		Prasklina	✓
		Prehriatie	
		Pokrivenie	
	Štruktúrne diely	Zafarbenie vplyvom nadmerného tepla	
		Korózia	
		Opotrebenie/poškodenie	
		Prasklina	
		Prehriatie	
		Vypuklina	
<b>Ostatné diely</b>	Dôležité diely	Závada	
		Prasklina	
		Korózia	
		Známky horenia	
		Závada	
		Blokácia	
		Pokrivenie	
		Oddelenie	
		Závada	
		Blokácia	
		Iné	
		Obava?	✓

### 6.3 Zápis X1 Komisie

Na zasadnutí X1 komisie sa vysporiadávajú výrobky, ktoré majú v databáze Oracle založené ONV. X1 Výstupom Komisie je tabuľka, ktorá je zaslaná vybraným osobám v Spoločnosti. Z nich si každé oddelenie selektuje potrebné informácie. Informácie následne oddelenia spracovávajú podľa svojho uváženia – bez jednotnej formy. Príklady dát v Tabuľke č. 4 sú totožné s predchádzajúcimi, ale nie sú vysporiadané oddelením Nálezovania.

Poverená osoba kompletizuje ONV Master o zistenia X1 Komisie, vyplňa teda ONV Detail.

Tabuľka 4: Zápis z X1 Komisie [30]

<b>Dátum X1</b>	<b>Názov dielu</b>	<b>Číslo výkresu</b>	<b>Číslo položky</b>	<b>Číslo ONV</b>
25.4. 2018	Radiálny disk	0030	1356	17682
<b>Počet kusov</b>	<b>Popis nezhody</b>	<b>Rozhodnutie X1</b>	<b>Vlastník nezhody</b>	<b>Riešiteľ nezhody</b>
1	Korózia na povrchu lopatiek, mechanické poškodenie lopatiek	Zošrotovať	Ostatné	X1
1	Ryha	Vyčistiť	Ostatné	X1

#### 6.4 Zápis ONV

Po potvrdení nezhody sa vytvorí Oznámenie o nezhodnom výrobku.

Rozlišujeme nasledovné typy:

##### *ONV Master*

Oznámenie o nezhodnom výrobku má formu záznamu špecifických dát v databáze Oracle. V tomto procese zaznamenania dát sa pridáva nezhode unikátne číslo. Sleduje sa aj prioritizácia vyriešenia, teda do koľkých dní je nutné nezhodu vysporiadať. Tabuľka č. 5 obsahuje vyššie spomínané diely a na nich prezentuje zápis ONV Master.

##### *ONV Detail*

Pod týmto názvom rozumieme ONV Master rozšírený o informácie z X1 Komisie, teda Zápisu X1 Komisie. Informácie sú kompletizované (Tabuľka č. 6) vďaka zastúpeniu vybraných oddelení Spoločnosti. Doplnené sú údaje ako dátum zasadnutia X1 Komisie, riešiteľ nezhody a vlastník nezhody.



Tabuľka 5: ONV Master

<b>Detailný popis</b>	Korózia na povrchu	Znečistenie
<b>Číslo položky</b>	1356	2678
<b>Číslo výkresu</b>	0030	0033
<b>Nezhodné množstvo</b>	1	1
<b>Operácia zistenia</b>	Generálna oprava	Generálna oprava
<b>Miesto nálezu nezhody</b>	Nálezovanie	Nálezovanie
<b>Vlastník nezhody</b>	Ostatné	Ostatné
<b>Dátum zasadnutia</b>	25. 4. 2018	25.4. 2018
<b>Názov dielu</b>	Radiálny disk	Vstupná skriňa motora
<b>Rozhodnutie X1 Komisie</b>	Nutné vyradiť prípadne použiť po oprave	Vyčistiť
<b>Riešiteľ nezhody</b>	X1	X1

Tabuľka 6: ONV Detail

<b>Číslo ONV</b>	17682	17683
<b>Priorita</b>	Vysoká	Nízka
<b>Počet dní do uzatvorenia ONV</b>	2	10
<b>Typ nezhodnej položky</b>	Komponent	Komponent
<b>Detailný popis</b>	Korózia na povrchu	Ryha, znečistenie
<b>Číslo položky</b>	1356	2678
<b>Názov položky</b>	Radiálny disk	Vstupná skriňa motora
<b>Číslo výkresu</b>	0030	0033
<b>Nezhodné množstvo</b>	1	1
<b>Operácia zistenia</b>	Montáž	Montáž

## 6.5 Integrácia dát o NV od odhalenia po vysporiadanie NV

Dáta o nezhodných výrobkoch, ktoré sú zaznamenané v procese vysporiadania NV sú v tabuľke 8 integrované do jedného celku. Dôležitosť tejto integrácie je najmä v kompletnom zaznamenávaní údajov v celom procese vysporiadania NV.

V súčasnosti sa dáta, ktoré sa zaznamenajú v procese vysporiadania, zaznamenávajú nasledovne:

- Kontrolný nález – preddefinované tlačivo, zaznamenané fyzicky a čiastočne elektronicky;
- Test list – jednotné tlačivo, zaznamenané elektronicky;
- ONV – záznam v databáze Oracle.

Zaznamenávanie dát z Generálnych opráv má nedostatky, ktoré spočívajú v tom, že záznamy nie sú nijak digitalizované. Ich následné spracovávanie taktiež chýba. Digitalizácia týchto dát by pomohla predísť niektorým prípadom vzniku NV. Taktiež by bola prospešná pre tvorbu štatistík daných oddelení.

Integrácia zobrazuje základné informácie o NV, ktoré uľahčia presnú identifikáciu konkrétneho výrobku, na ktorom bola nezhoda objavená. Ďalej informuje o tom, ako sa nezhoda vysporiadala a aké škody nezhoda spôsobila. Identifikovaný je aj proces, ktorý nezhodu spôsobil a je tak možné predísť ďalším nezhodám daného typu.

Je vhodné zaznamenávať údaje o cykloch, resp. nalietaných hodinách, keďže tento údaj pomôže pri zistení, či diel ostal zhodný po dobu životnosti.

## 6.6 Návrh dodatočných dát pre presnejšiu identifikáciu nezhody

V prípade, že miestom odhalenia nezhody je Generálna oprava, zaznamenané dáta sa rozširujú o údaje v tabuľke 8 a 9. Údaje sú pridané pre prípady, ak nezhodný výrobok je vysporiadaný oddelením Nálezovania. V súčasnosti je nedostatok dát práve z tohto Oddelenia. Pridanie dát by pomohlo presnejšej identifikácie nezhody.

Tabuľka 7: Integrácia dát

<b>Názov dielu</b>	Radiálny disk	Vstupná skriňa motora
<b>Číslo položky</b>	1356	2678
<b>Typ nezhodnej položky</b>	Komponent	Komponent
<b>Číslo výkresu</b>	0030	0035
<b>Číslo motora</b>	62599	62599
<b>Hodiny</b>	2100 h	2100 h
<b>Číslo ONV</b>	17682	17683
<b>Počet dní do uzatvorenia ONV</b>	2	10
<b>Priorita</b>	Vysoká	Nízka
<b>Počet kusov</b>	1	1
<b>Popis nezhody</b>	Korózia na povrchu	Ryha, Znečistenie
<b>Vlastník nezhody</b>	Ostatné	Ostatné
<b>Operácia zistenia</b>	Montáž	Montáž
<b>Nalietané hodiny</b>	2100 h	2100 h
<b>Výsledok kontroly</b>	Nutné vyradiť prípadne použiť po oprave	Nutná oprava (čistenie)
<b>Riešiteľ nezhody</b>	X1	X1
<b>Rozhodnutie PRB</b>	Zošrotovať	Vyčistiť
<b>Dátum PRB</b>	25. 4. 2018	25. 4. 2018
<b>Obava o bezpečnosť</b>	✓	
<b>Dôvod obavy o bezpečnosť</b>	Crack, Corrosion, Wear or damage	

Tabuľka 8: Dodatočné dáta z KN [12]

<b>Vizuálna kontrola</b>	Korózia, mechanické poškodenie	Začistiť, opraviť
<b>Kontrola BLD</b>	2 trhliny, šrot	Nevyhovuje
<b>Ø D = 396</b>	396	Vyhovuje
<b>Ø E = 395,8</b>	398	Nevyhovuje
<b>Ø H = 378</b>	378	Vyhovuje
<b>Ø F = 260</b>	270	Nevyhovuje
<b>Ø G = 280</b>	290	Nevyhovuje
<b>Výsledok</b>		Nutné vyradiť, prípadne použiť po oprave

Tabuľka 9: Dodatočné dáta z KN 1 [12]

<b>Vizuálna kontrola</b>	Ryha	Nevyhovuje
<b>Kontrola BLD</b>	Bez známkov poškodenia	Vyhovuje
<b>Ø D = 396</b>	396	Vyhovuje
<b>Ø E = 395,8</b>	398	Vyhovuje
<b>Ø H = 378</b>	378	Vyhovuje
<b>Ø F = 260</b>	270	Vyhovuje
<b>Ø G = 280</b>	290	Vyhovuje
<b>Výsledok</b>		Nutná oprava

Integrované dáta do jednotného záznamu poskytujú presnú identifikáciu výrobku na ktorom bola nezhoda odhalená, Poskytujú aj presný popis nezhody a vysporiadania.

V prípade, ak je nezhodný výrobok posunutý na opravu a X1 Komisia vyhodnotí opravu ako neekonomickú, diel je zošrotovaný. Čo sa týka šrotu, bolo by vhodné pridať detailnejší popis dôvodu vzniku šrotu a v ktorej fáze života výrobku takáto nezhoda nastala. V prípade, ak by nezhoda vznikla skôr, ako bola očakávaná, je možné podniknúť kroky pri výrobkoch, ktoré sú rovnaké alebo podobné ako bol práve tento zošrotovaný diel.

V prípade niektorých nezhôd je vhodné do procesu zapojiť aj dizajnérov, keďže dôvod nezhody môže zasahovať aj do výkresov. Bolo by vhodné vytvoriť formulár podobný Test listu práve kvôli posúdeniu, či nie je vhodné diel prekonzultovať medzi dizajnérmami.

Ďalším dôležitým faktorom, ktorý je nutné sledovať pri výrobkoch je ich životnosť. Pri nezhodných výrobkoch je nutné poznať fázu života výrobku a tak vyvodit' dôsledky. Niektoré nezhody sú prípustné iné menej. Niektoré naopak bezpečnosť neohrozia, iné áno. Dôležitým údajom je teda aj poznať životnosť samotného výrobku a porovnať ho s časom, kedy na výrobku vznikla nezhoda. Možné riešenie je zobrazené v tabuľke č. 10.

Tabuľka 10: Doplnujúce dáta

<b>Počet hodín pre dosiahnutie životnosti</b>	8100	5000
<b>Reálny počet nalietaných hodín</b>	2100	2100
<b>Rozhodnutie</b>	Nutné prekonzultovať s dizajnom	Vyhovuje

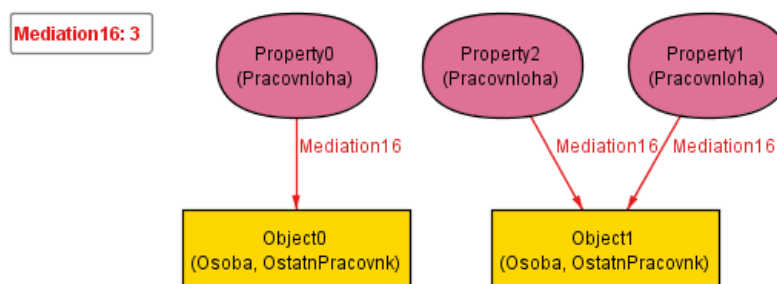
## 7 Overenie modelu

Overenie konceptuálneho modelu, ktorý je vytvorený v tejto práci, prebehlo vo viacerých rovinách. Prvou z nich je validácia, ktorá prebehla v Spoločnosti GE Aviation Czech, na základe porovnania použitých skutočností (atribútov, entít a ich väzieb) s reálnym fungovaním v Spoločnosti. Na základe toho vznikol súlad konceptuálneho modelu s reálnym vysporiadaním NV v Spoločnosti.

Druhou z nich je validácia konceptuálneho modelu pomocou modelovacieho jazyka Alloy, ktorý ale nie je určený pre modelovanie architektúry, ako je to napríklad pri OntoUML. Tento jazyk je súčasťou analytického rozšírenia v nástroji Menthor a umožňuje model validovať vďaka tvorbe inštancií podľa vytvoreného konceptuálneho modelu. Tieto skutočnosti je následne nutné expertne overiť. Alloy umožňuje vyjadriť štrukturálne obmedzenia a správanie v softvérovom systéme. Overovanie prebehlo na všetkých vygenerovaných inštanciách. Nasledujúci text popisuje niektoré z nich. Model je možné na základe vygenerovaných inštancií považovať za validný

### Inštancia 1

Z inštancie na obrázku č. 22 vyplýva, že Pracovná úloha je procesom, ktorý vykonávajú Osoby, teda pripúšťa sa aj, že pracovnú úlohu vykonáva Ostatní pracovník. Jeden pracovník môže vykonávať aj viac pracovných úloh.



Obrázok 22: Inštancia 1

### Inštancia 2

Inštancia zobrazená na obrázku č. 23 poskytuje náhľad na procesy, objekty a väzby medzi nimi. Medzi zobrazené procesy patrí Zasadanie, Vysporiadanie NV, Popis problému, Nálezovanie, Overenie NV a Pracovná úloha. Osoby, ktoré sú zobrazené na obrázku sú Člen X1 Komisie,

Ostatný pracovník, Pracovník nálezovania, Pracovník Bezpečnosti, Zástupca Oddelenia a Kontrolór. Objekty, ktoré sa tu nachádzajú, sú definované v tabuľke č. 11.

Tabuľka 11: Objekty inštalácie 2

Objekt 0	X1 Komisia
Objekt 1	Zápis X1
Objekt 2	Časť motora
Objekt 3	Osoba, Pracovník Nálezovania, Pracovník Bezpečnosti
Objekt 4	ONV
Objekt 5	NV, Obava o bezpečnosť, Výrobok
Objekt 6	Motor
Objekt 7	Osoba, Kontrolór, Člen Komisie, Zástupca Oddelenia
Objekt 8	Kontrolný nález
Objekt 9	Atribút popis problému

Väzby medzi objektmi:

- Objekt 0 posudzuje Objekt 5;
- Objekt 3 je časťou (členom) Objektu 0;
- Objekt 5 je analyzovaný, identifikovaný a posudzovaný Objektom 3, ďalej je popisovaný Objektom 1 a Objektom 4, a zároveň overený Objektom 7;
- Objekt 6 sa skladá z Objektu 2;
- Objekt 8 popisuje Objekt 2.

Je dôležité podotknúť, že jednotlivé Objekty, s priradeným číslom, predstavujú jednu konkrétnu osobu alebo vec, ktorá zastáva všetky skutočnosti z konkrétneho Objektu.

Proces Zasadania vykonáva X1 Komisia (Objekt 0), ktorá zároveň uskutočňuje proces vysporiadania NV na základe ONV, ktorý popisuje skutočnosti obsiahnuté v Objekte 5. Výstupom z procesu Zasadania je ZápisX1 (Objekt 1). Zápis X1 Komisie zároveň popisuje výrobok, ktorý je nezhodný a obavu o bezpečnosť (Objekt 5).

Keďže pri jednotlivých častiach motora je nevyhnutné popísať problém, ktorý existuje, proces Popis problému bližšie charakterizuje Časť motora (Objekt 2) a už vyššie spomenutý Objekt 5.

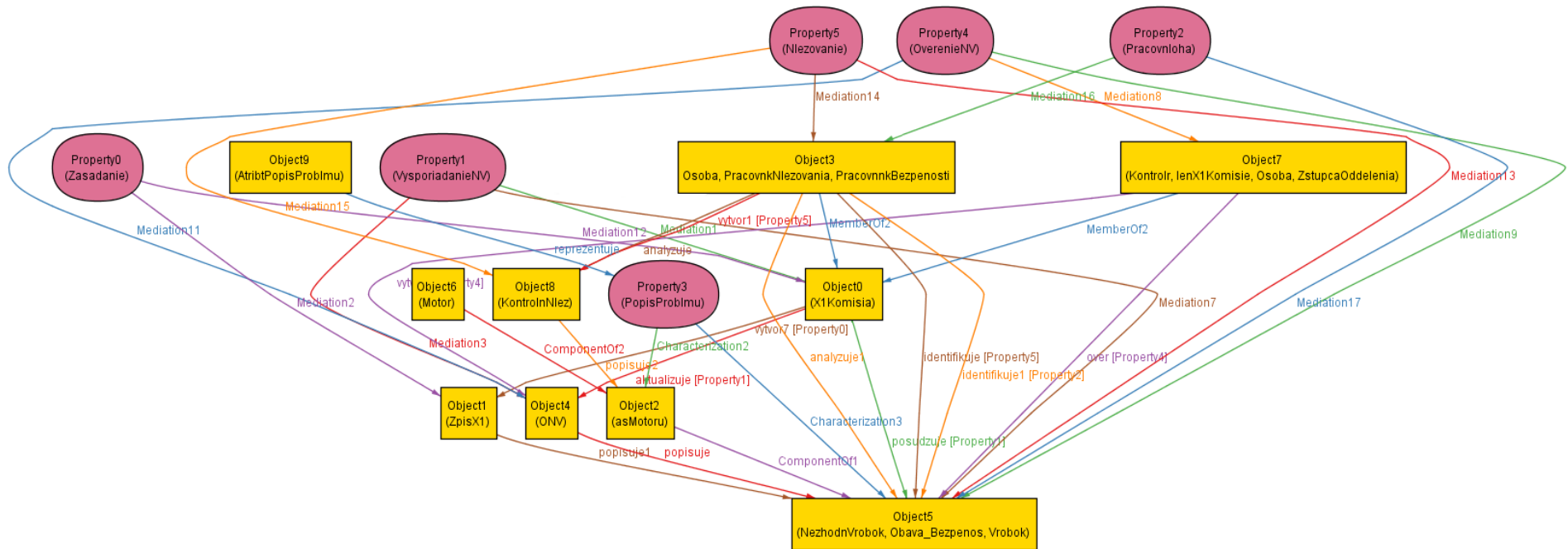
Popis problému je reprezentovaný prislúchajúcim atribútom (Objektom 9). V tomto procese sa vytvorí Kontrolný nález (Objekt 8).

Proces overenia sa vykonáva na základe na základe dvoch osôb (Objekt 7 a 5) , kde následne vzniká z neho Zápis X1 (Objekt 1).

Proces Pracovná úloha je v prípade vygenerovanej inštancie vykonávaný dvomi osobami, a to sú osoby z Objektu 3 a 5.



aktualizuje: 1  
 analyzuje: 1  
 analyzuje: 1  
 Characterization2: 1  
 Characterization3: 1  
 ComponentOf1: 1  
 ComponentOf2: 1  
 identifikuje: 1  
 identifikuje: 1  
 Mediation1: 1  
 Mediation11: 1  
 Mediation12: 1  
 Mediation13: 1  
 Mediation14: 1  
 Mediation15: 1  
 Mediation16: 1  
 Mediation17: 1  
 Mediation2: 1  
 Mediation3: 1  
 Mediation7: 1  
 Mediation8: 1  
 Mediation9: 1  
 MemberOf2: 2  
 over: 1  
 popisuje: 1  
 popisuje: 1  
 popisuje: 1  
 popisuje: 1  
 posudzuje: 1  
 reprezentuje: 1  
 vytvor: 1  
 vytvor: 1  
 vytvor: 1  
 vytvor: 1

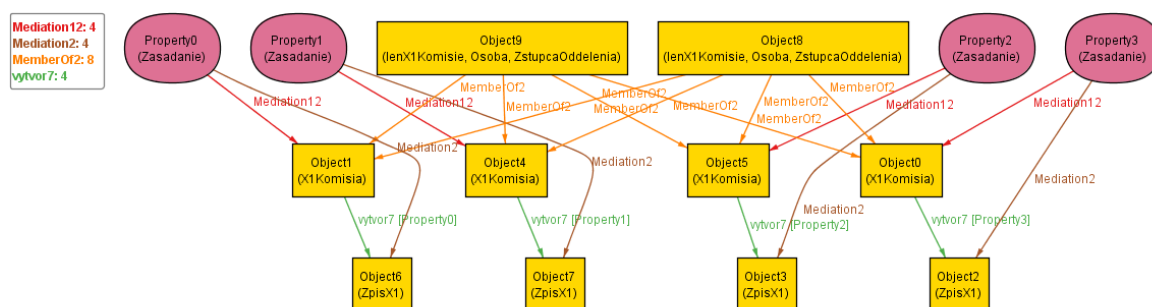


Obrázok 23: Inštancia 2

### Inštancia 3

Ďalšiu inštanciu zobrazuje obrázok č. 24. Objektom v tejto inštancii je Zasadanie, ktorý sa tu vyskytuje štvornásobne, taktiež ako aj Objekt 1, 4, 5, 0 (X1 Komisia) a Objekt 6, 7, 3, 2 (Zápis X1). Na obrázku sú zobrazené dve osoby (objekt 8 a objekt 9), každá z nich ako člen komisie a zároveň zástupca oddelenia. Tieto dve osoby sa obe zúčastnili štyroch rôznych zasadnutí komisie X1. Každé zasadanie komisie vytvorilo práve jeden zápis zo zasadania (objekty č. 2,3,6 a 7).

Každý jeden proces Zasadanie je tvorený jednou X1 Komisiou, ktorá vytvára konkrétny ZápisX1. Každá X1 Komisia je tvorená dvomi Objektmi, a to Objektom 8 a Objektom 9 (Člen X1 Komisie, Osoba a Zástupca Oddelenia).



Obrázok 24: Inštancia 3

## 8 Diskusia

Táto diplomová práca má za cieľ na základe analyzovaných dát identifikovať nedostatky a možnosti pre zlepšenie súčasného systému zberu dát o nezhodných výrobkoch v reálnej prevádzke Spoločnosti, ktorá vyrába pohonné jednotky. Po presnom identifikovaní nedostatkov v súčasnom zbere a vyhodnocovaní dát je možné navrhnúť koncepciu pre vyhodnotenie a zbieranie týchto dát. Vyhodnotenú dáta je umožnené integrovať, tak ako do súčasného systému, tak aj do návrhu, ktorý obsahuje táto diplomová práca.

Analýza a selekcia dátových zdrojov z výroby a prevádzky leteckých pohonných jednotiek prebehla na základe dát, ktoré sa týkali nezhodných výrobkov, konkrétne ich odhalenia až po vysporiadanie. Informácie v tejto práci sú získané z interných smerníc a rozhovormi s osobami z jednotlivých oddelení a následne zhrnuté v prvej časti práce, ktorá je zároveň nevyhnutným podkladom pre vytvorenie ďalších častí tejto diplomovej práce. V priebehu toho bolo zistené, že získané informácie o nezhodných výrobkoch doposiaľ neboli zjednotené do celku. Zoskupenie informácií tvorí vhodný začiatok riešenia problematiky vysporiadania NV.

Po presnom vymedzení informácií ohľadom vysporiadania NV nasleduje analýza súčasnej dátovej štruktúry. Analýza dát je založená na dátovom modelovaní, ktoré je uskutočnené na konceptuálnej úrovni, teda poskytuje pohľad do dátovej základne. V tomto prípade je to reálny tok dát v procese vysporiadania NV. Cieľom dátového modelovania môžu byť rôzne aplikácie, v prípade tejto práce je to tvorba systému, ktorý navrhuje jednotné zaznamenávanie dát. Na tomto základe je možné zobrazit' skutočnosti potrebné pre budúcu implementáciu do systému. Tie je nutné zachytiť pomocou nástroja, ktorý umožňuje doménovo nezávislý pohľad, aby výsledný koncept bol využiteľný pre ľubovoľné aplikácie. Preto je nutné využiť pre tento účel ontológie. V tejto práci bola zvolená ontológia UFO, konkrétne jej časť UFO-A, ktorá umožňuje popis entít (objektov, osôb a ich vlastností) a väzieb medzi nimi. Pre prehľadnosť je modelovaná realita z prostredia Spoločnosti (t.j. objektov, osôb a väzieb týkajúcich sa NV) rozdelená do viacerých modelov. Jeden z nich obsahuje jadro modelu, teda všetky osoby, výrobky a procesy nevyhnutné na odhalenie, riešenie a vysporiadanie nezhodného výrobku. Dôležité sú aj väzby znázornené v koncepte, keďže tie charakterizujú vzájomné interakcie. Ďalšie modely obsahujú atribúty a väzby medzi nimi, ktoré sú nevyhnutné pre zaznamenávanie nezhodného výrobku.

Koncept vytvorený v tejto práci umožňuje implementáciu do reálneho systému, ktorý zrýchli a spresní tok dát, to znamená dáta sa dostanú včas k ich adresátom a budú obsahovať všetky

potrebné náležitosti pre riešenie ďalších úloh, a tým pádom poskytuje viac možností pre realizáciu v oblasti znižovania nákladov na opravy, nákladov plynúcich zo vzniku šrotu, zvyšovania bezpečnosti a mnoho ďalších. Implementácia do reálneho systému je umožnená tým, že analýza a vyhodnotenie dát prebehla na základe reálnej situácie v danej Spoločnosti, a následne za použitia nástroja Menthor, ktorý umožňuje vytvárať OntoUML modely. Tento nástroj vytvoril podmienky pre vznik konceptu, a zároveň aj pre následnú validáciu syntaxe. Model bol teda na úrovni syntaxe validovaný s pomocou nástroja Menthor, samotný obsah (entity a atribúty) modelu bol validovaný v spolupráci so zamestnancami Spoločnosti.

Vyhodnotenie vzorky dát a ich integrácia bola uskutočnená na základe vytvoreného konceptu a interpretovaná do formy tabuliek. Dáta v nich sú ilustratívne, keďže reálne dáta sú dôverná. Po vyhodnotení, následne práca definuje nedostatky, ktoré sú najmä v tom, že vzniká mnoho spôsobov zberu dát, ktoré nemajú jednotnú formu a sú digitalizované len čiastočne. Pre príklad, Kontrolný nález, ktorý vytvára oddelenie Nálezovania vzniká vo fyzickej a čiastočne digitalizovanej forme a údaje z neho sú nedostatočne sprostredkované a spracovávané. Práca navrhuje integráciu tohto procesu do ostatných procesov vysporiadania NV. Ostatnými dátami sa rozumejú všetky dáta, ktoré sú posudzované popri vysporiadávaní nezhodných výrobkov. Nevyhnutnosť tejto integrácie je podložená ukážkou dát, ktoré je nutné zintegrovat'. Nedostatkou, ktorý taktiež popisuje táto práca je nepresné definovanie miesta nálezu nezhody. Po analýze dát sme zistili, že najčastejším miestom nálezu je „ostatné“, teda tento pojem je nutné rozviesť a presne pomenovať jeho podmnožiny. Je nevyhnutné pre jednotlivé nezhody zaviesť jednotnú formu vedenia záznamov, a zároveň jednotné názvoslovie. Tým sa zabezpečí používanie rovnakých pojmov pre ten istý typ problému naprieč Oddeleniami. Ďalším nedostatkom sú chýbajúce detailnejšie údaje ohľadom nezhodných výrobkov, ktorých oprava bola definovaná ako neekonomická a diel bol zošrotovaný. Je vhodné, aby sa viedli podrobnejšie záznamy, keďže tento typ vysporiadania je finančne náročný a identifikácia (archivácia) príčin resp. okolností vzniku takýchto situácií môže v budúcnosti viesť k predchádzaniu finančných strát. Za dôležitý nezaznamenaný údaj je tiež možné považovať fázu života výrobku, teda či diel sa stal nezhodným ešte pred tým, ako dosiahol koniec svojej životnosti. Po porovnaní skutočne dosiahnutej a očakávanej životnosti je možné, vďaka zozbieraným dátam z minulosti, vytvoriť vylepšenia pre prítomnosť a budúcnosť naprieč všetkými oddeleniami, ktoré boli zainteresované vo vzniku tohto výrobku.

Aj keď samotná integrácia dát bola uskutočnená ilustratívne pomocou zmieňovaných tabuliek a predovšetkým za účelom základnej validácie konceptuálneho modelu, využitie ontológie

UFO-A na tvorbu modelu umožňuje na implementačnej úrovni pokročilé funkcie. Je podporou architektúry budúceho znalostného systému (softwaru), umožňuje tvorbu jednotného názvoslovía či už za účelom zmieňovaného znalostného systému alebo za účelom zjednotenia práce s viacerými systémami, a tak prispieva k možnosti integrácie aj vzájomne nekompatibilných systémov. Doménová nezávislosť ontológie UFO je v tomto ohľade žiaducou výhodou, pretože umožňuje zjednotenie akéhokoľvek softwarového systému, ale zároveň aj podporu tvorby alebo zlepšenia pracovných postupov a procedúr naprieč spoločnosťou. Využitie konceptuálneho modelu teda nie je limitované len na samotný software a dáta.

S ohľadom na vyššie zmienené, konceptuálny model vytvorený v tejto práci má potenciál byť prospešný a všestranne aplikovateľný pre Spoločnosť GE Aviation Czech. Vytvára možnosti pre vhodné zaznamenávanie dát a charakterizáciu procesov vstupujúcich do tohto zaznamenávania. Práca pomocou zmieňovaného konceptuálneho modelu popisuje tok dát a navrhuje aj zmeny, ktoré sú vhodné pre efektívnejšie vysporiadanie NV. Model vytvorený v tejto práci umožňuje zlepšovanie tvorby štatistík pre dané Oddelenia, vďaka detailnejšie špecifikovaným dátam.

## Záver

Pre splnenie cieľa, ktorý bol v práci vytýčený, bolo nevyhnutné zoznámiť sa s problematikou nezhodného výrobku (NV), a teda presne zdefinovať, čo sa rozumie pod pojmom nezhodný výrobok v Spoločnosti GE Aviation Czech. Po presnom určení, čo sa považuje za NV, nasledovala charakteristika Oddelení, ktoré prichádzajú do kontaktu s NV, či už je to pri procese odhalenia alebo vysporiadania NV. Po presnej definícii NV a charakteristiky procesov s ním súvisiacich, bol vytvorený konceptuálny model s pomocou ontológie UFO-A. Tento model bol z praktických dôvodov rozdelený na časti, ktoré popisujú jednotlivé dátové zdroje, a na jadro, ktoré tieto zdroje spája pomocou procesov a osôb, ktoré ich vytvárajú. Model bol následne podrobený validácii na syntax, priamo v nástroji Menthor, a tiež validácii na obsahovú (doménovú) časť v prostredí Spoločnosti v rámci realizovaných konzultácií. V ďalšej časti práce bola na ukážke upravený reálnych dát predvedená dátová integrácia, ktorá tiež slúžila na overenie vytvoreného konceptuálneho modelu. Model je možné v tejto úrovni abstrakcie považovať za validný. V samostatnej diskusii práca pojednáva o nedostatkoch a možných zlepšeniach, ktoré súvisia s dátovou integráciou, a ktoré boli v priebehu tvorby práce zistené, či už v rámci konzultácii v Spoločnosti, alebo v rámci tvorby modelu samotného.

Počas písania práce sa vyskytli aj určité limitácie, medzi ktoré patrila citlivosť dát danej Spoločnosti. Vzorka dostupných reálne dát je v práci pozmenená, keďže riešená problematika je založená na skutočných potrebách reálnej Spoločnosti. V práci je navrhnutý koncept pre systém, ktorý je nutné následne implementovať. Ďalšou limitáciou, ktorá z tejto skutočnosti vyplýva, je nemožnosť validácie na implementačnej úrovni. V tejto chvíli je ale validovaný koncept, ktorý tvorí základ pre implementovanie daného modelu do systému. Validácia na implementačnej úrovni by mala nadväzovať na túto prácu.

Po implementácii konceptu do konkrétneho systému umožňuje Spoločnosti GE Aviation Czech zrýchliť proces vysporiadania nezhodných výrobkov, a zároveň pomocou vhodne definovaných väzieb zvýšiť prehľadnosť danej problematiky. Model poskytuje pohľad na atribúty, ktoré sú v daných záznamoch zaznamenávané. Je veľmi dôležité presne vytýčiť atribúty, ktoré je nutné zaznamenávať v jednotlivých procesoch. Tak sa zabezpečí jednotnosť a presnosť pri zaznamenávaní dát. Dáta je možné vďaka modelu naprieč Oddeleniami Spoločnosti jednotne zaznamenávať a používať v nich jednotné názvoslovie. Tým je cieľ tejto diplomovej práce splnený a je aplikovateľný do praxe.

Tak, ako je nevyhnutné neustále napredovanie vo vede a technike, ani letecká doprava nie je výnimkou. Dopyt po leteckej doprave stále narastá, keďže je to najrýchlejší spôsob prepravy osôb a tovaru. Je v záujme ľudí zvyšovať bezpečnosť a spoľahlivosť leteckej dopravy, či už je to v oblasti služieb alebo výroby jednotlivých častí lietadiel. Výroba a údržba motorov, ako sa spomína v tejto práci, nie je výnimkou a taktiež je tu priestor pre vylepšovanie súčasných metód. Koncept navrhnutý v tejto práci má taktiež potenciál vylepšiť leteckú dopravu, vďaka vylepšeniu zberu a vyhodnotenia dát o nezhodných výrobkoch v Spoločnosti zaoberajúcej sa návrhom, výrobou a údržbou pohonných jednotiek.

## Zdroje

- [1] Naše Histórie [online]. [cit. 2018-04-27]. Dostupné z: <https://www.geaviation.cz/spolecnost/historie>
- [2] Podnikatelská historie společnosti Walter [online]. [cit. 2018-04-5]. Dostupné z: <http://www.walterjinonice.cz/historie-spolecnosti-walter>
- [3] Motory [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.geaviation.cz/motory>
- [4] GE H80 [online]. Mauritius, 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.air-tecm.com/air-tecs-turbo-prop-engines/>
- [5] 3D-Computational Fluid Dynamics (CFD) [online]. Mauritius, 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.itb-ingenieure.de/en/methods/3d-computational-fluid-dynamics-cfd>
- [6] AMC and GM to Part 21: Acceptable Means of Compliance and Guidance Material for the airworthiness and environmental certification of aircraft and related products, parts and appliances, as well as for the certification of design and production organisation. 2. Cologne: European Aviation Safety Agency, 2012.
- [7] Part-145 Maintenance Organisation Approvals. 3. Cologne: EASA, 2018.
- [8] Design Organisations Approvals [online]. Mauritius, 2018 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/aircraft-products/design-organisations/design-organisations-approvals>
- [9] VÝV – 5415 Proces ohlašování a řešení událostí. 1. Praha: GE Aviation, 2018.
- [10] SŘJ-5003 - Řízení neshodného výrobku. 1. Praha: GE Aviation, 2018.
- [11] Plán kvality pro gen. Opravy. 1. Praha: GE Aviation, 2018.
- [12] Kontrolný nález – template. 1. Praha: GE Aviation, 2018.
- [13] Commercial Field Problem Resolution Guide: 703.00 SER14. 5. Evendale: Ge Aviaiton, 2016 [11] SŘJ-5002 - Kořenové příčiny a nápravná opatření. 1. Praha: GE Aviation, 2018.
- [14] Ivan Fantin (2014). Applied Problem Solving. Method, Applications, Root Causes, Countermeasures, Poka-Yoke and A3. How to make things happen to solve problems. Milan, Italy: Createspace, an Amazon company. ISBN 978-1499122282



- [15] GOCKEL, Rudolph. *Lexicon philosophicum quo tanquam clave philosophiae fores aperiuntur*. 1915 (dotlač 1980).
- [16] *Ogdoas Scholastica, continens Diagraphen Typicam artium: Grammatices (Latinae, Graecae), Logices, Rhetorices, Astronomices, Ethices, Physices, Metaphysices, seu Ontologiae*, Sangalli : Apud Georgium Straub, 1606.
- [17] GUIZZARDI, Giancarlo. *Ontological Foundations for Structural Conceptual Models* [online]. 2005 [cit. 2018-04-01]. Thesis for: PhD. Universidade Federal do Espírito Santo.
- [18] Michaël Devaux and Marco Lamanna, "The Rise and Early History of the Term Ontology (1606–1730)", *Quaestio. Yearbook of the History of the Metaphysics*, 9, 2009, pp. 173-208
- [19] Guizzardi, G., Wagner, G., & Sinderen, M. V. (2004). A Formal Theory of Conceptual Modeling Universals. In proceedings of the workshop on philosophy and informatics (WSPI.)
- [20] ŘEPA, Václav. *VÝVOJOVÉ TRENDY METODIK VÝVOJE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ - VÝZVA BPR*. [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://nb.vse.cz/~repa/veda/EurOpen99%20Paper.pdf>
- [21] *Principy datového modelování. Krokodýlový databáze* [online]. [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://krokodata.vse.cz/DM/Principy>
- [22] HORROCKS, Ian a Peter PATER-SCHNEIDER. *Proceedings of the 2001 Description Logic Workshop (DL 2001)*. s. 30-35.
- [23] Arlow, J. a I. Neustadt. *UML 2 and the unified process: practical object-oriented analysis and design*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, c2005.
- [24] GIANCARLO, Guizzardi, Gerd WAGNER, Jao Paulo ALMEIDA a Renata GUIZZARDI. *Towards Ontological Foundations for Conceptual Modeling: The Unified Foundational Ontology (UFO) Story* [online]. 1. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/UFO-Story.pdf>
- [25] Nardi, J. C., Falbo, R. D. A., Almeida, J. P. A., Guizzardi, G., Pires, L. F., van Sinderen, M. J., & Guarino, N. (2013, September). "Towards a commitment-based reference ontology for services". In *Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)*, 2013 17th
- [26] V Mascardi, V Cordi, P Rosso (2007). "A Comparison of Upper Ontologies"
- [27] D. Fensel, F. van Harmelen, I. Horrocks, D. McGuinness, and P. F. Patel-Schneider: *OIL: An Ontology Infrastructure for the Semantic Web*. *IEEE Intelligent Systems*, 16(2):38-45, 2001. *IEEE International* (pp. 175-184). IEEE.

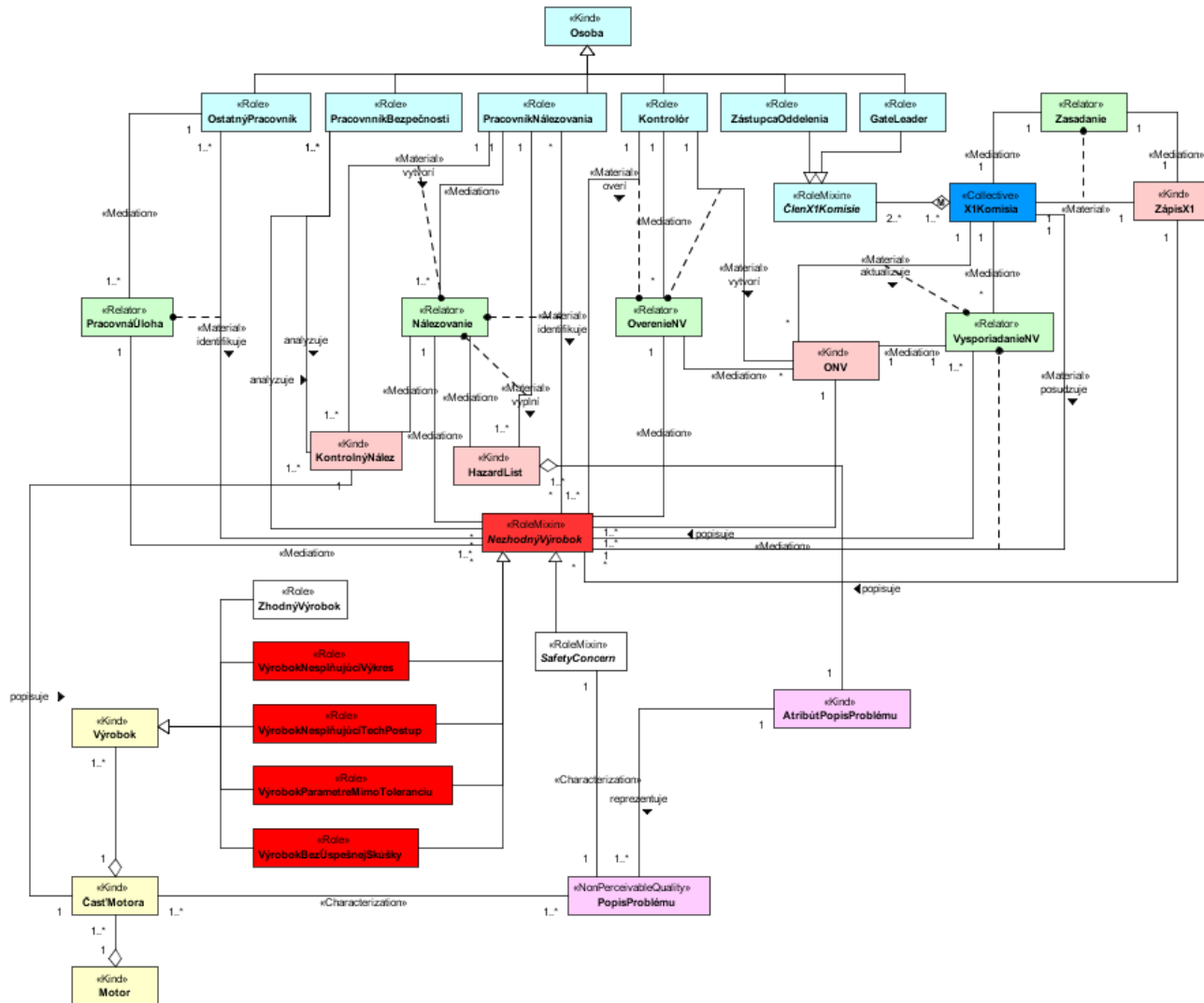
[28] Jackson, Daniel (2006). Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis. MIT Press. ISBN 978-0-262-10114-1.

[29] CheckList. 1. Praha: GE Aviation, 2018.

[30] Zápisy z PRB Komisie – template. 1. Praha: GE Aviation, 2018.

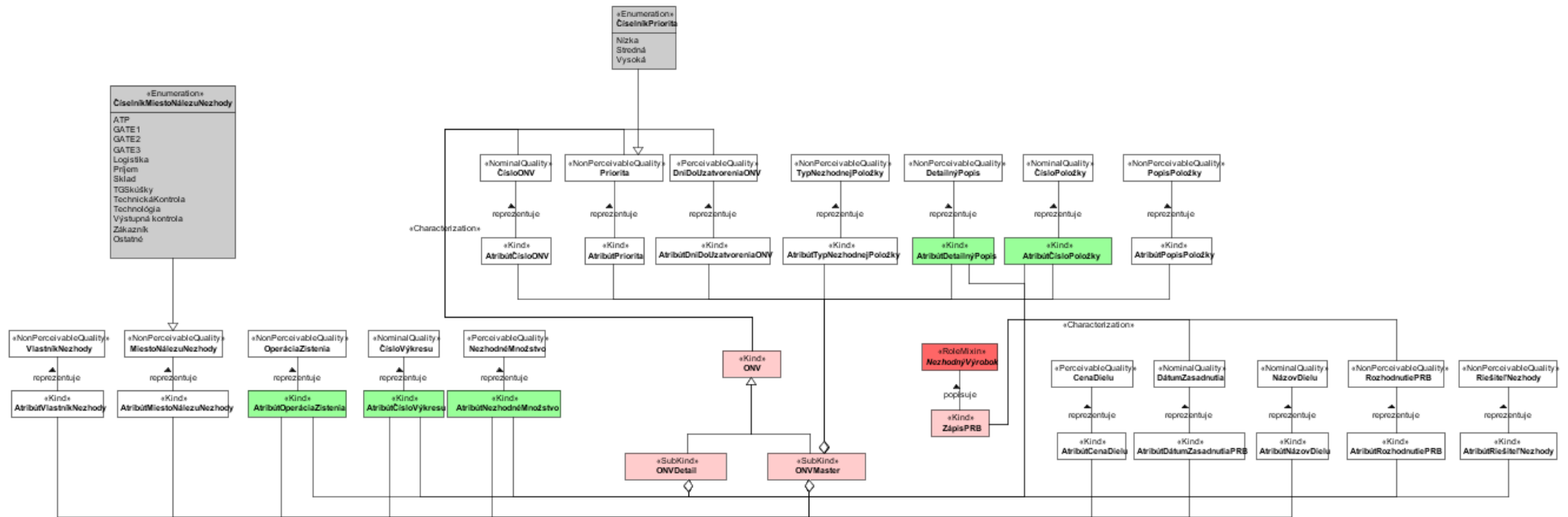
# Príloha 1 Jadro modelu

58



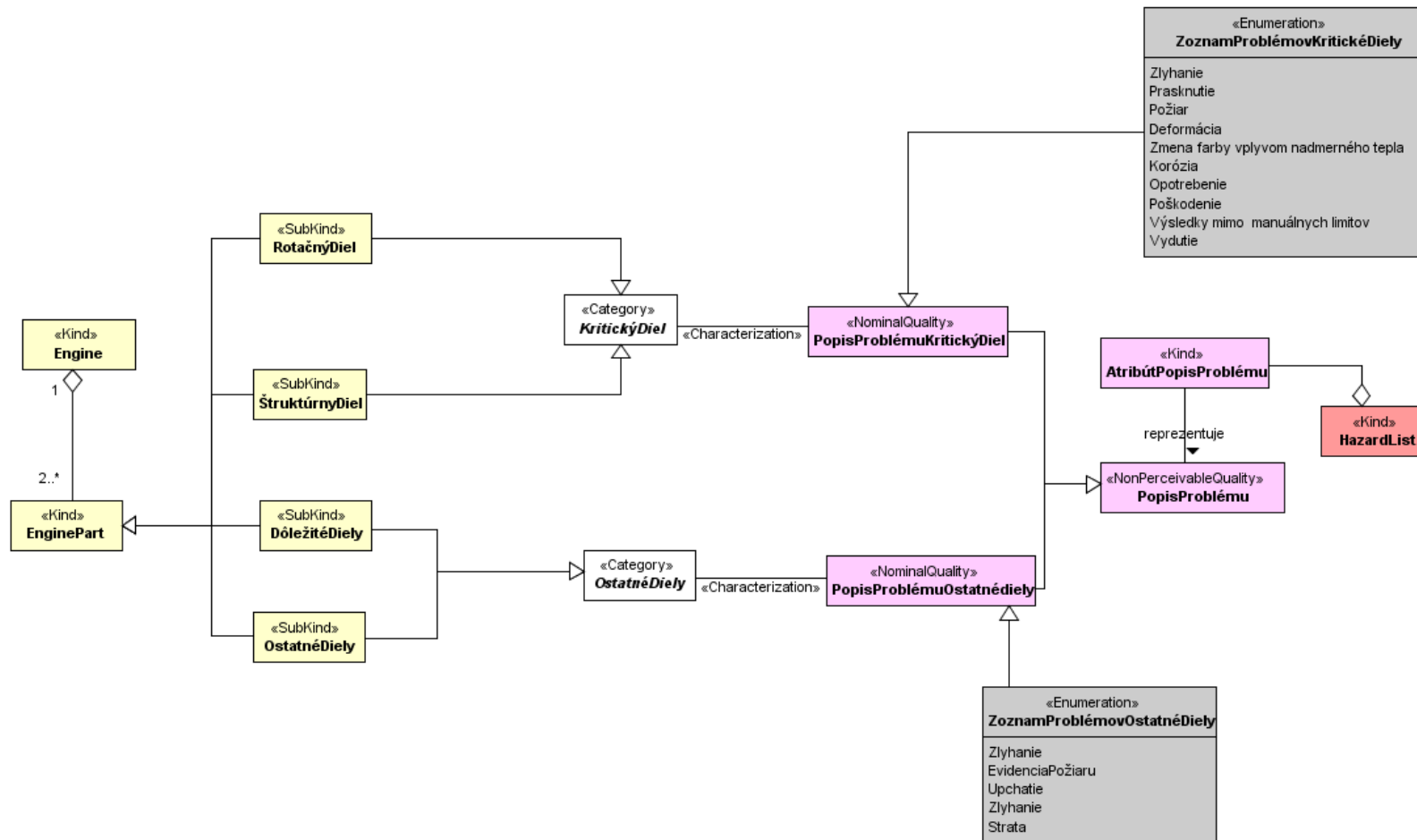
## Príloha 2 ONV Master, Detail

59



### Príloha 3 Test list

09



# Príloha 4 Kontrolný náález

