



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

UKAZATELE BEZPEČNOSTI V SYSTÉMU ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI V LETECKÉM PRŮMYSLU

SAFETY PERFORMANCE INDICATORS IN THE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN THE AVIATION
INDUSTRY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Radek Skýpala

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Radek Skýpala**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **Ing. Luboš Kotek, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Ukazatele bezpečnosti v systému řízení bezpečnosti v leteckém průmyslu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Všechny výrobní organizace schválené pro leteckou výrobu musí v souladu s dodatkem nařízení komise (EU) č. 2022/021/R k nařízení komise (EU) č. 748/2021 implementovat systém managementu bezpečnosti. Tématem bakalářské práce je stanovení ukazatelů bezpečnosti takového systému pro malou výrobní organizaci.

Cíle bakalářské práce:

Popis současného stavu řešené problematiky.
Systémový rozbor problematiky.
Statistická analýza mimořádných událostí v průmyslovém podniku.
Stanovení ukazatelů bezpečnosti v průmyslovém podniku.
Doporučení pro další rozvoj.

Seznam doporučené literatury:

Nařízení Komise (EU) č. 748/2012 ze dne 3. srpna 2012 , kterým se stanoví prováděcí pravidla pro certifikaci letové způsobilosti letadel a souvisejících výrobků, letadlových částí a zařízení a certifikaci ochrany životního prostředí, jakož i pro certifikaci projekčních a výrobních organizací. Konsolidované znění. 2023.

SM-0001:2022 - Implementing a Safety Management System in Design, Manufacturing and Maintenance organizations. 2022.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem téhle bakalářské práce je seznámit čtenáře se Safety Management System, neboli systémem řízení bezpečnosti v oblasti leteckého průmyslu pro malou výrobní organizaci. Práce se věnuje popisu samostatného systému, důvodu, proč vlastně vznikl, a jeho historii. Dílčí část práce se zabývá popisem současného stavu bezpečnosti v organizaci. Je zde zmíněn systémový rozbor dané problematiky a statická analýza mimořádných událostí v průmyslu. Zároveň se zaměřuje i na stanovení ukazatelů bezpečnosti v podniku a následné doporučení pro další rozvoj.

KLÍČOVÁ SLOVA

Systém řízení bezpečnosti, malá výrobní organizace, letecký průmysl, ukazatelé bezpečnosti

ABSTRACT

The purpose of this bachelor thesis is to introduce the reader to the Safety Management System or the Aerospace Safety Management System for a small manufacturing organization. The thesis is dedicated to the description of the stand-alone system, the reason for its creation and its history. A part of the thesis deals with the description of the current state of safety in the organization. A systemic analysis of the subject matter and a static analysis of incidents in the industry are mentioned. It also focuses on the determination of safety indicators in the company and subsequent recommendations for further development.

KEYWORDS

Safety Management System, small manufacturing organization, aerospace industry, safety performance indicators

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SKÝPALA, Radek. *Ukazatele bezpečnosti v systému řízení bezpečnosti v leteckém průmyslu*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/157943>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Luboš Kotek.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Luboše Kotka, Ph. D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24.5.2024

.....

Skýpala Radek

PODĚKOVÁNÍ

Nejprve bych chtěl poděkovat mému vedoucímu práce, panu Ing. Luboši Kolkovi, Ph. D. za čas a trpělivost při zpracování téhle bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval kolegům z práce, kteří byli vždy ochotní a poradili mi se vším, na co jsem se zeptal, a za poskytnutí materiálů, které mi pomohly s prací.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	VÝVOJ BEZPEČNOSTI V LETECTVÍ.....	10
3	SYSTÉMOVÝ ROZBOR.....	12
3.1	DIAGRAM RYBÍ KOSTI (ISHIKAWA DIAGRAM).....	12
4	SYSTÉM ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI.....	13
4.1	POPIS	13
4.2	METODY POUŽÍVANÉ V SMS	13
4.2.1	ALARP.....	13
4.2.2	REASONŮV MODEL	14
4.2.3	ONION DIAGRAM.....	15
4.2.4	TEORIE DOMINA	16
5	BEZPEČNOSTNÍ ODPOVĚDNOST A POVINNOSTI.....	17
6	STRUKTURA SMS	18
6.1	BEZPEČNOSTNÍ POLITIKA A CÍLE	18
6.2	ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK	19
6.3	PROCES VYHODNOCOVÁNÍ RIZIK.....	20
6.3.1	ANALÝZA Z HLEDISKA PRAVDĚPODOBNOUOSTI A ZÁVAŽNOSTI.....	20
6.3.2	HODNOCENÍ RIZIK	21
6.4	ZAJIŠŤOVÁNÍ BEZPEČNOSTI.....	22
6.5	PODPORA BEZPEČNOSTI.....	22
7	ANALÝZA MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ	23
7.1	DOSAVADNÍ NEHODY A REKLAMACE V PODNIKU	23
7.1.1	NETĚSNOST TRUBEK U MOTORU PT6A	23
7.1.2	VADA RÁDIA NA SEGMENTU MOTROVÉHO KRUHU	25
7.1.3	VRYP NA VNITŘNÍ STRANĚ DÍRY	26
8	UKAZATELE BEZPEČNOSTI.....	28
8.1	TYPY UKAZATELŮ BEZPEČNOSTI.....	28
8.2	ZVOLENÉ UKAZATELE BEZPEČNOSTI PRO VÝROBU.....	28
9	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ ROZVOJ.....	31
10	ZÁVĚR.....	32
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	33
12	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	34
12.1	SEZNAM ZKRATEK	34
12.2	SEZNAM TABULEK.....	34
12.3	SEZNAM OBRÁZKŮ	35

1 ÚVOD

Letecká doprava se řadí mezi nejbezpečnější způsoby přepravy osob na světě. Na bezpečnost se zrovna v letectví velmi dbá, protože i z malé nepozornosti může vzniknout velká nehoda. Tomu všemu předchází důležité kontroly letadla před samostatným vzletem, přistáním i po čas jeho údržby. Při údržbě se mohou zavádět různé změny do letadlové sestavy dle aktuálních potřeb zákazníka, a právě při různých změnách, ať už se jedná o standardní nebo atypickou změnu, musí být vše v souladu s dodržováním bezpečnostních předpisů a nařízení, které se musí plnit. Do roku 2022 legislativa pro výrobní organizace letadel v Evropě nevyžadovala zavedení SMS. To se ale změnilo a EASA v dodatku nařízení komise EU (ED Decision 2022/021/R) k nařízení EU No 748/2021, přidala požadavek pro všechny výrobní organizace schválené pro leteckou výrobu dle Part-21 hlava G na implementaci principů „Safety Management System“. To znamená, že SMS musí být zaveden již od roku 2022. Jelikož k nařízení nebyly vydány výkladové ani poradní dokumenty, dala EASA organizacím čas na zavedení SMS do začátku roku 2025 bez postihu.

S narůstající poptávkou po letounech a rozvojem letecké techniky převzalo i letectví Safety Management System (SMS) z průmyslového odvětví. Systém se zabývá vyhledáváním možného vzniku rizik a jejich následnou eliminací. Letecké odvětví má svoje řízení bezpečnosti, které spadá právě pod organizaci zvanou EASA (agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví).

Jelikož výrobní organizace v letectví je nyní po vydání dodatku povinna zavést SMS do údržby, rozhodl jsem se reagovat na tento požadavek bakalářskou prací, která je přímo zaměřena na téma ukazatele bezpečnosti v systému řízení bezpečnosti v leteckém průmyslu. Bakalářská práce se dále může použít jako pomůcka pro ulehčení práce při zavádění plnohodnotného SMS do výroby.

Můžeme i podotknout, že existuje norma ČSN EN 9100, která se zabývá požadavky systému managementu kvality v letectví, kosmonautice a obraně. Tahle norma však není požadovaná legislativou EASA a je tedy spíše doplňkovým materiálem. V případě, že by zákazník měl požadavek na plnění této normy, musela by se zavést opatření, která by tuto normu splňovala. V téhle práci se touthle normou však nebudu zabývat.

2 VÝVOJ BEZPEČNOSTI V LETECTVÍ

V minulém století, kdy letadla začínala být více využívána, byl v roce 1938 v USA přijat zákon o civilním letectví, kterým byly zřízeny 3 agentury. Ty měly za úkol dohlížet na letectví. Právě jedna z nich, Rada pro bezpečnost civilního letectví, měla za úkol vyšetřovat letecké nehody.

Letectví postupem času potřebovalo organizaci, která by vydávala nařízení pro bezpečný provoz a výrobu letadel. Proto roku 1944 vznikla na základě Chicagské konference organizace zvaná ICAO. Jejím cílem bylo učinit civilní letectví bezpečnějším, letecké služby kvalitnějšími a spolehlivějšími. O 12 let později, roku 1958, byl přijat Kongres o federálním letectví. Ten měl právo vydávat předpisy a vyžadovat jejich dodržování, které trvají dodnes. V roce 1966 v Americe vznikl Federální úřad civilního letectví neboli FAA (Federal Aviation Administration), pod který začala spadat všechna administrativa a předpisy pro letectví v Americe. Pro řízení bezpečnosti civilního letectví v Evropě bylo založeno roku 1970 sdružení JAA (Joint Aviation Authorities), které bylo protějškem FAA. Později, a to v roce 2003, sdružení nahradila agentura zvaná EASA, která dnes provádí certifikaci, regulaci a standardizaci.

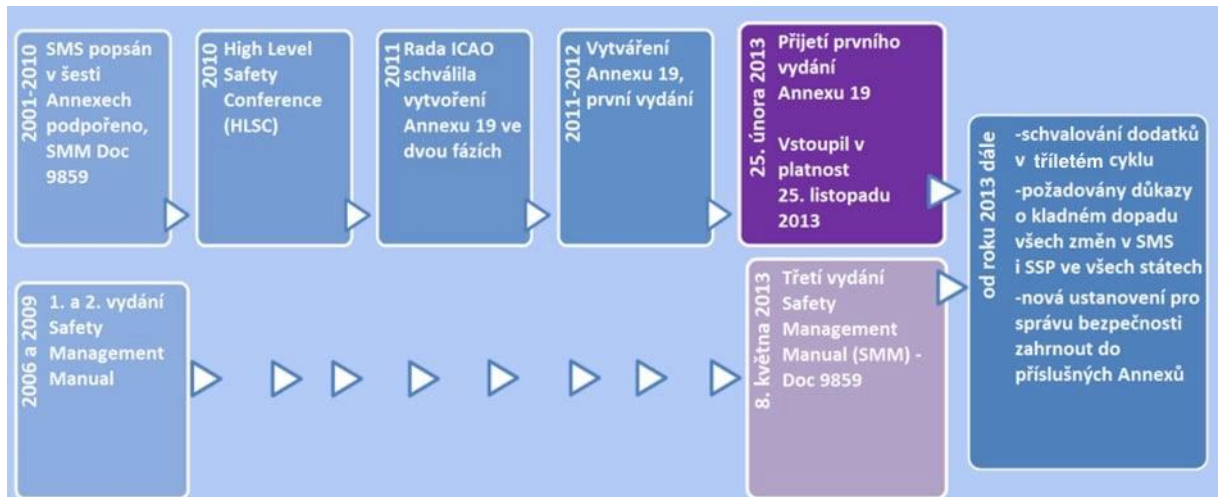
Roku 2010 na konferenci v Montrealu byl vytvořen Annex věnovaný řízení bezpečnosti. Annex se měl věnovat bezpečnostním úkonům při zavádění státního bezpečnostního programu a taky zavádění SMS pro mnoho poskytovatelů leteckých služeb. Annex 19 byl rozdělen do dvou fází. První fáze zahrnovala konsolidaci stávajících ustanovení o řízení bezpečnosti, která byla dříve obsažena až v šesti různých přílohách a dnes ji tvoří pouze jedna příloha. Druhá fáze mluví o vývoji rozšířených požadavků a vyšla po přijetí první změny přílohy 1, která byla vydána Radou ICAO 2. března 2016 s platností od 7. listopadu 2019. [1]

Annex 19 obsahuje zastřešující ustanovení o řízení bezpečnosti a bezpečnostní dohled nad leteckými provozovateli. Nová příloha doplňuje stávající ICAO program a aktivity spojené s bezpečností. Podle odhadů by se měl letový provoz do roku 2030 ztrojnásobit, na tuto skutečnost reaguje příloha Annex 19, která podporuje vzrůstající vývoj proaktivní strategie pro zlepšení výkonu v oblasti bezpečnosti. Na základě této proaktivní strategie vzniká nový program na zavádění a udržování Programu bezpečnosti (SPP). Pro tenhle úkol vyšlo třetí vydání SMM doc 9859, které vstoupilo v platnost 8. května 2013. [2]

Letectví v Evropské unii se začalo po založení EASA řídit jejími předpisy. Když sdělení Komise z roku 2011 o „Zavedení systému řízení bezpečnosti letectví v Evropě“ popsalo bezpečnostní výzvy, kterým EU a její členské státy čelí, a došlo v něm k závěru, že je nutné vytvořit proaktivnější a na důkazech založený přístup. Ke sdělení Komise byl připojen dokument popisující Evropský program pro bezpečnost letectví. [3]

Evropský program pro bezpečnost letectví je tvořen integrovaným souborem na úrovni EU spolu s činnostmi a procesy užívanými ke společnému řízení bezpečnosti civilního letectví na evropské úrovni. Tento soubor odpovídá státnímu programu bezpečnosti, jak je popsán v příloze 19 Chicagské úmluvy, a to na úrovni EU. Program je s měnícím se trhem letecké dopravy, vznikem nových bezpečnostních hrozeb a příchodem nových technologií postupně aktualizován. [3]

Každá země, tak jako Česká republika, se řídí dále podle úřadu, který má zřízený ve své zemi. Konkrétně Česká republika se navíc řídí i předpisy a nařízeními Úřadu pro civilní letectví (ÚCL), který sídlí v Praze. ÚCL dodnes pouze vydal ohledně zavádění SMS poradní materiál pro provozovatele letadel, který se řídí dle ICAO doc. 9859. Důvodem je to, že pro malé organizace schválené pro leteckou výrobu nebyl až do roku 2022 SMS požadován. Poradní materiály se mohou použít na vypracování SMS do výroby, protože hlavní myšlenka je pořád stejná.



Obrázek 1 - Historie systému řízení [4]

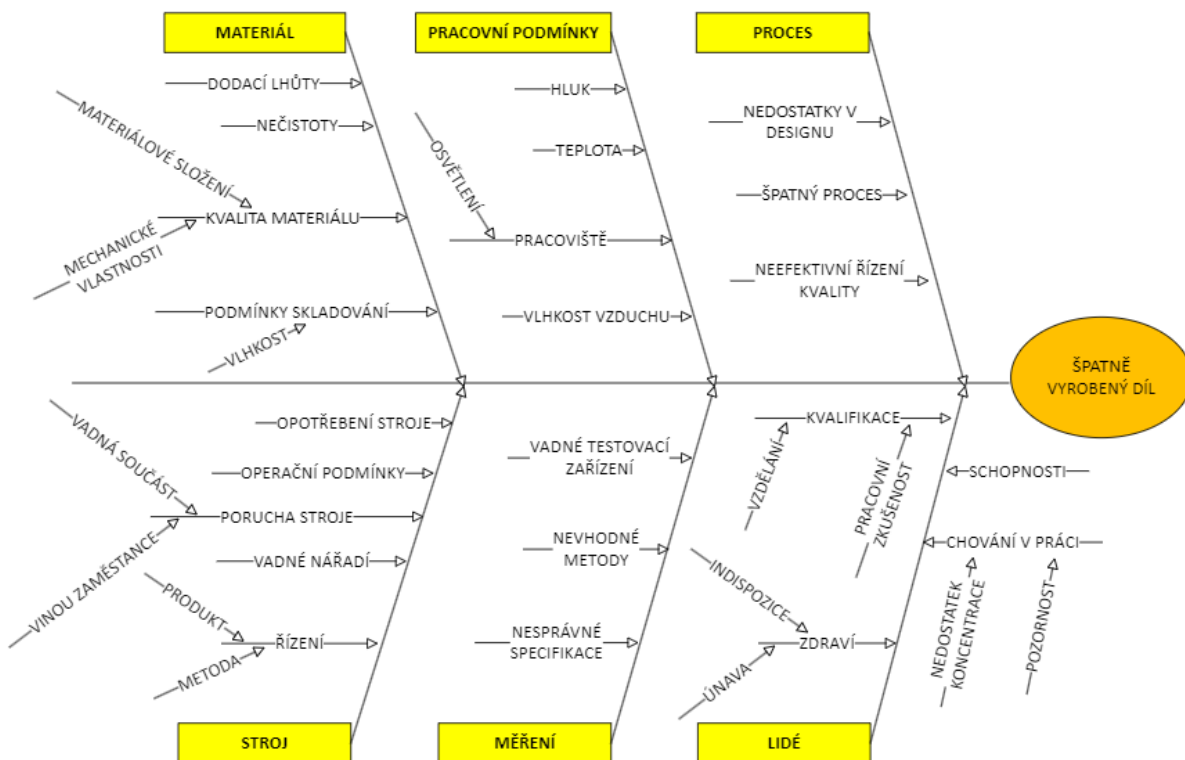
3 SYSTÉMOVÝ ROZBOR

3.1 DIAGRAM RYBÍ KOSTI (ISHIKAWA DIAGRAM)

Na základě výrobních procesů v malé letecké výrobní organizaci jsem sestavil diagram rybí kosti za účelem zjištění příčin vzniku špatně vyrobeného dílu. Do kategorií problémových příčin jsem zvolil materiál, lidi, stroje, pracovní podmínky, proces a měření. Kategorie jsem zvolil podle nejčastěji se vyskytujících příčin, které předchází před špatně vyrobeným dílem.

Diagram rybí kosti funguje na principu volby problému, který se bude analyzovat. Problém se vyznačí do hlavy ryby (napravo). Dále se zvolí kategorie problémových příčin, které by mohly vést k důsledku vzniku zvoleného problému. Každá kategorie problémových příčin vyznačuje hlavní kost páteře ryby. Po sestavení tohoto celku se musí odhadnout ke každé kategorii problémových příčin faktory, které ovlivňují řešený problém.

Z vytvořeného diagramu níže je patrné, že špatně vyrobený díl ovlivňuje hodně okolností. Špatně vyrobený díl může vzniknout i díky nevhodnému materiálu, z kterého díl budeme vyrábět. Přes kontrolu stroje, který může být vadný, až po poučení zaměstnance, který nemá zkušenosti. Pak kontrolujeme pracovní podmínky, které ovlivňují jak zaměstnance, tak stroj, který může trpět vlhkostí, která se může vyskytnout v místě, kde je stroj umístěn. Výroba dílu může být taky správná, ale pokud bude chyba ve výkresu, nese vinu design. A nakonec díl, který jde na výstupní kontrolu, může být změřen vadným měřidlem nebo nevhodnou metodou.



Obrázek 2 - Diagram rybí kosti

4 SYSTÉM ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI

Jedná se o soubor strukturovaných celopodnikových procesů, které zajišťují efektivní rozhodování na základě rizik. [5]

4.1 POPIS

Systémy řízení bezpečnosti pomáhají organizacím nabízet výrobky nebo služby na nejvyšší úrovni bezpečnosti a udržovat bezpečný provoz. Systém řízení může také sloužit jako formální prostředek pro splnění zákonných požadavků, jako je Hlava 14 amerického zákoníku federálních předpisů (CFR), které prosazuje FAA. Podle Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) jsou klíčovými procesy systému řízení bezpečnosti identifikace nebezpečí, hlášení událostí, řízení rizik, vyhodnocování efektivity a zajištění kvality. [5]

SMS systém můžeme rozdělit na 3 díly:

- SAFETY – Bezpečnost můžeme každý vnímat úplně jinak. Jedná se však o určitá opatření, která musíme udělat, aby nedošlo ke vzniku nehody. ICAO definuje bezpečnost jako „stav, ve kterém jsou rizika související s leteckými činnostmi, které souvisejí s výrobou letadel, snížena a kontrolována na přijatelnou úroveň“. [6]
- MANAGEMENT – Definicí se rozumí, že management je nějaký proces, který je efektivní. Funkce spojené s managementem jsou plánování, organizování, řízení a kontrola. [6]
- SYSTEM – Je skupina vzájemně se ovlivňujících nebo vzájemně souvisejících prvků, které jednají podle souboru pravidel a tvoří jednotný celek. [7]

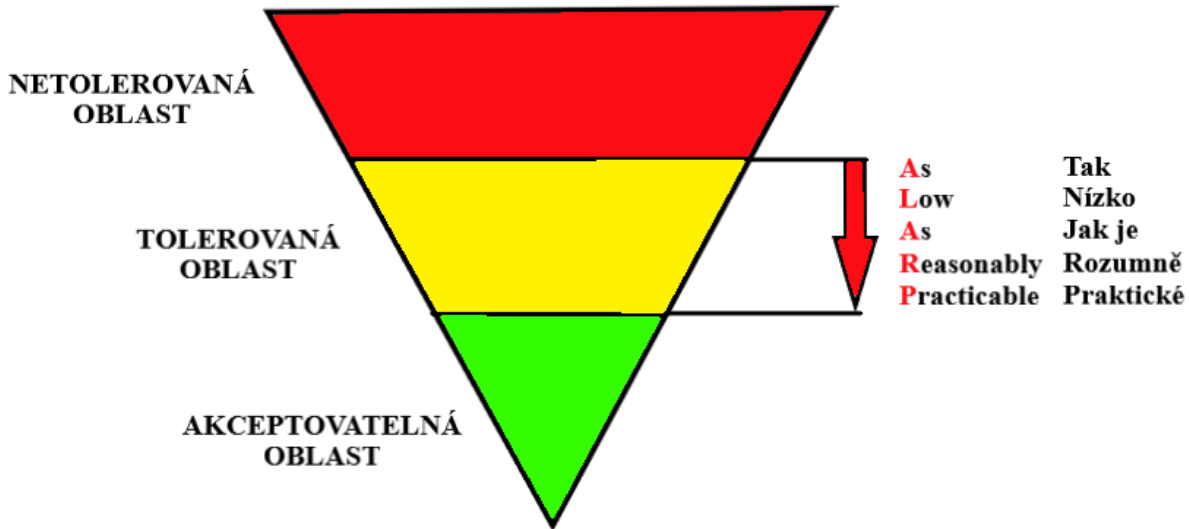
4.2 METODY POUŽÍVANÉ V SMS

Cílem SMS je poskytnout strukturovaný přístup k řízení bezpečnostních rizik v provozu. Lidskou činností však vzniká určitá míra nebezpečí, kterou nikdy nemůžeme eliminovat k nulové hodnotě. A tak se snažíme aspoň takové nebezpečí snížit na co nejnižší mez za pomoci monitorování těchto událostí. Pro tyto účely může být použita metoda ALARP, která má dosáhnout na přijatelnou úroveň bezpečnosti.

4.2.1 ALARP

Slovo ALARP vychází z angličtiny „As low as reasonably practicable“ v překladu znamená snížená rizika na co nejnižší prakticky dosažitelnou úroveň. U této metody je zásadou, že musí být zbytkové riziko sníženo na co nejnižší úroveň, jak jen to je rozumně praktické.

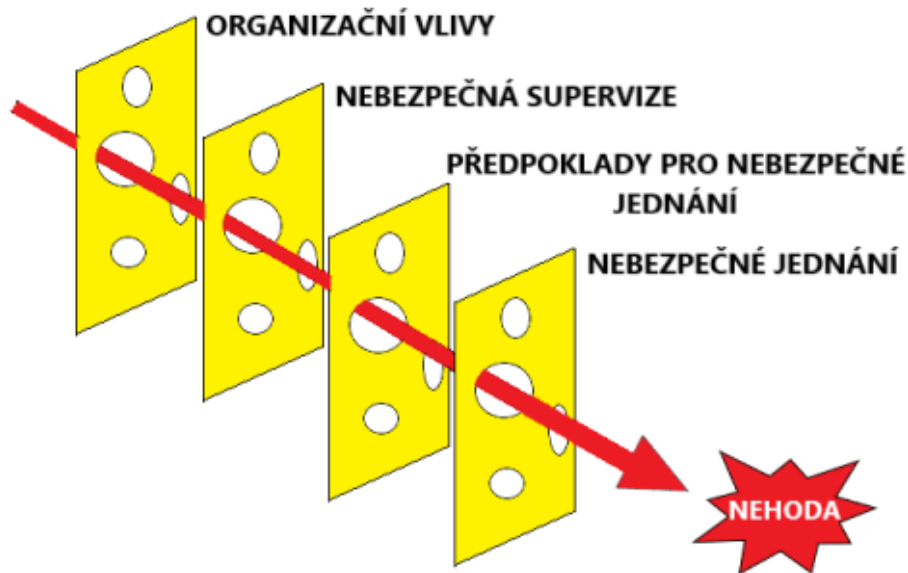
Obrázek níže (Obrázek 3) nám může pomoci v pochopení principu fungování metody ALARP. Bezpečnostní rizika jsou zde rozdělena do 3 kategorií: na přijatelnou (akceptovatelnou), tolerovanou a nepřijatelnou oblast. Právě tolerovaná oblast zahrnuje ALARP. V tolerované oblasti se u dané činnosti přijmou určitá opatření a může se dále pokračovat. Rizika, která jsou vyhodnocena jako přijatelná, jsou pro nás v podstatě nepodstatná a nemusíme se jimi příliš zabývat. V případě rizik, která budou vyhodnocena jako nepřijatelná, musíme v takovém případě najít možnost, jak danou činnost vyřešit a stanovit opatření.



Obrázek 3 - Schéma systému ALARP [8]

4.2.2 REASONŮV MODEL

Jedná se model přezdívaný také jako model švýcarského sýru, který popisuje čtyři úrovně lidského selhání (nejvyšší organizační vlivy, nedostatečná supervize, předpoklady pro nebezpečné jednání a nebezpečné jednání). Každý plátek představuje jednotlivé úrovně organizací a samotná selhání organizací na sebe navazují. Při vzniku chyby v prvním plátku, ovlivní další plátek a tak dále (obrázek 4). [9]



Obrázek 4 - Reasonův model [10]

Jednotlivé otvory v plátcích představují dané chyby v organizacích (aktivní selhání), např. když se člověk špatně vyspí, může být málo odpočatý a bude unavený, nebude tak dbát na ochranu svou ani ostatních a může zapříčinit nehodu. Při nashromáždění chyb v plátcích dojde k propojení jednotlivých děr přímkou a může dojít ke vzniku nehody. Jednotlivé organizace mají za úkol právě tyto díry zakrýt, zmenšit nebo více rozprostřít po plátku, aby se takové nehodě dalo předejít.

Výhodou tohoto modelu je, že můžeme jednotlivé úrovně v průběhu výroby kdykoliv přidávat nebo ubírat, čímž se stává model hodně flexibilním. Mezi jeho další výhody se řadí odhalování skrytých selhání. Skryté selhání můžeme považovat za velice nebezpečné, protože se v systému vyskytují dlouhodobě a před událostí se nijak neprojevují, a mohou být tedy přehlédnuty i během vyšetřování.

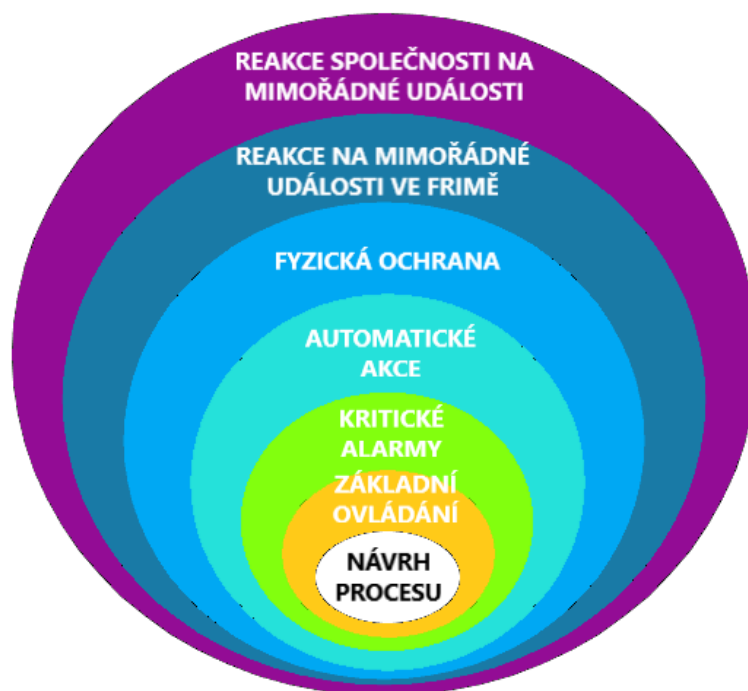
4.2.3 ONION DIAGRAM

Onion diagram můžeme také najít pod názvem LOPA (Layer of Protection Analysis). Jedná se o speciální formu analýzy stromu událostí, využívající modelování šíření chyb k poměrně přesnému určení frekvence nežádoucích chyb. Hlavním cílem je zde spíše kvantifikovat než kvalifikovat riziko a tímto způsobem lépe porozumět velikosti rizika. [11]

Vstupy do analýzy LOPA zahrnují: [11]

- Základní informace o zdrojích, příčinách a následujících událostech
- Informace o existujících prvcích řízení rizika nebo navrhovaných ošetřeních
- četnost příčinné události a pravděpodobnosti poruchy ochranných vrstev, opatření ohledně následků a stanovení přijatelného rizika

Výstupy jsou doporučení pro jakákoliv ošetření a odhady zbytkového rizika. [11]

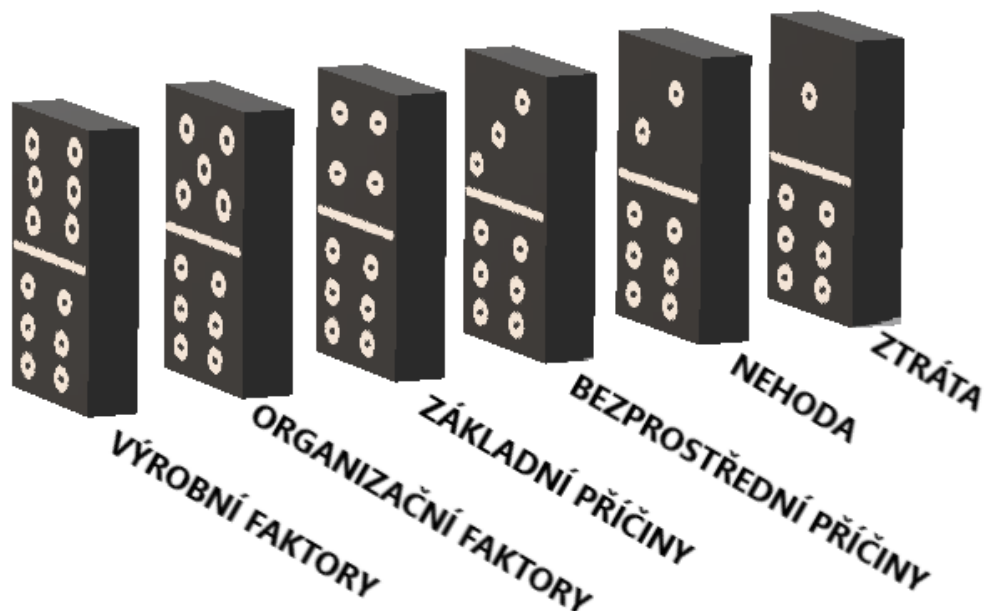


Obrázek 5 - Onion diagram [12]

4.2.4 TEORIE DOMINA

Teorie domina je standardním modelem používaným profesionály v oblasti zdraví a bezpečnosti. Můžeme se setkat s dvěma modely, které obsahují 5 nebo 6 domin. Teorie šesti domino nehod vychází z Heinrichovy tradiční teorie pěti domino nehod. Šesté domino se přidalo ke klasické formě pěti dominových kostek roce 2010 na konferenci v Kiši v Íránu, kde výkonný ředitel British Safety Services odhalil novou teorii o příčinách nehod a incidentů. Z důvodu měnících se světových ekonomických podmínek bylo právě přidáno šesté domino. [13]

Princip fungování teorie je stejný jako u pěti dominových kostek. Teorie funguje na základě toho, že pokud padne domino, bude otázkou času, kdy srazí ostatní vedle sebe. Je to cesta k ochraně zdraví a bezpečnosti na pracovišti, kde jedna nežádoucí událost na pracovišti povede k dalším, a nakonec až k nehodě. [13]



Obrázek 6 - Teorie domino [13]

5 BEZPEČNOSTNÍ ODPOVĚDNOST A POVINNOSTI

Organizace řízení bezpečnosti zahrnuje: odpovědného vedoucího (AM – Accountable Manager), manažera bezpečnosti (SM – Safety Manager) a radu pro kontrolu bezpečnosti (SRB – Safety Review Board). [14]

Pozn.: Normy jsou psány pro velké organizace, tudíž ve firmě s pouze 4 zaměstnanci není povinné plnit všechny pozice a je potom na organizaci, aby si zvolila dostatečný rozsah opatření a aby byla pro ni proveditelná.

Manažer bezpečnosti

Manažer bezpečnosti působí jako kontaktní osoba a je odpovědný za vývoj, správu a údržbu systému řízení bezpečnosti.

Úkolem manažera bezpečnosti je usnadnit identifikaci nebezpečí, analýzu a řízení rizik, sledovat provádění opatření přijatých ke zmírnění rizik, zajistit vedení dokumentace řízení bezpečnosti a zajistit zahájení a následná opatření při interním vyšetřování událostí/nehod.

V malé organizaci může být manažer bezpečnosti sdružená funkce s auditorem jakosti nebo interním auditorem.

Odpovědný manažer

Odpovědný manažer nese odpovědnost za bezpečnost, což znamená, že je v konečném důsledku odpovědný za bezpečnost ve společnosti.

Odpovědný manažer schvaluje bezpečnostní politiku (včetně prohlášení o ochraně novinářů), poskytuje lidské a materiální zdroje nezbytné pro fungování systému řízení bezpečnosti a dosahování bezpečnostních cílů; jmenuje manažera bezpečnosti, manažera pro kontrolu dodržování předpisů a komisi pro kontrolu bezpečnosti.

Rada pro kontrolu bezpečnosti (SRB)

Vedoucí bezpečnosti připravuje materiály zahrnující standardní agendu. Rada pro kontrolu bezpečnosti sleduje výkonnost v oblasti bezpečnosti v porovnání s bezpečnostní politikou a bezpečnostními cíli; sleduje, zda jsou veškerá bezpečnostní opatření přijímána včas a zda je systém řízení bezpečnosti účinný. Rada pro kontrolu bezpečnosti zajišťuje přidělení odpovídajících zdrojů k dosažení stanovených výsledků v oblasti bezpečnosti.

Rada pro kontrolu bezpečnosti je u malých organizací neproveditelná a nahrazuje se například pravidelnou poradou s managementem.

6 STRUKTURA SMS

Jelikož se hlavní část této práce bude zabývat ukazateli bezpečnosti v SMS pro malou výrobní organizaci v letectví, bude nejprve důležité se seznámit, jak takový systém vypadá.

Při každé implementaci SMS do podniku musí systém zahrnovat nejméně čtyři komponenty, které se musí zavést ve čtyřech fázích. Ty jsou následující:

1. Politika a cíle bezpečnosti
2. Řízení bezpečnostních rizik
3. Zajišťování bezpečnosti
4. Podpora bezpečnosti

Tyhle komponenty dále obsahují spoustu prvků daných ICAO SMS strukturou.

SYSTÉM ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI	
KOMPONENTY	ELEMENTY
1. BEZPEČNOSTNÍ POLITIKA A CÍLE	1.1) Závazek vedení 1.2) Odpovědnost a povinnosti v oblasti bezpečnosti 1.3) Jmenování klíčových pracovníků pro bezpečnost 1.4) Koordinace plánování reakce na mimořádné události 1.5) Dokumentace systému řízení bezpečnosti
2. ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK	2.1) Identifikace nebezpečí 2.2) Posouzení a zmírnění bezpečnostních rizik
3. ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI	3.1) Sledování a měření výkonnosti v oblasti bezpečnosti 3.2) Řízení změn 3.3) Průběžné zlepšování systému řízení bezpečnosti
4. ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI	4.1) Školení a vzdělávání 4.2) Komunikace v oblasti bezpečnosti

Tabulka 1 - Rozdělení systému řízení bezpečnosti [5]

6.1 BEZPEČNOSTNÍ POLITIKA A CÍLE

Samotný zaměstnavatel by měl učinit bezpečnost nedílnou součástí firemních hodnot. Měl by především stanovit bezpečnostní cíle a zároveň se osobně a viditelně podílet na jejich realizování. Měly by být jednoznačně definované povinnosti a odpovědnost v oblasti bezpečnosti. [5]

Poté, co se určí pracovníci jmenovaní pro bezpečnost, musí být navrženy a stanoveny procesy. Ty jsou důležité při zkoumání a posuzování, zda se rozhodne, jestli daný systém řízení je vhodný a významný pro organizaci nebo se přepracuje.

6.2 ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK

Zvolení zaměstnanci by měli provádět řadu vzájemně propojených procesů za důvodem účinně kontrolovat bezpečnostní rizika. Takové procesy souhrnně nazýváme řízení bezpečnostních rizik (SRM). Všeobecně se soustředí na předvídání a zmírňování rizik na úrovni procesu.

Následující kroky uvedené níže tvoří součást řízení bezpečnostních rizik v rámci systému řízení bezpečnosti.

1. Popis systému a analýza úloh

Popis systému a analýza úloh je systematické řízení rizik spojených s výrobou za účelem dosažení vysoké úrovně bezpečnostních výkonů. Proces vyhodnocování rizika začíná zjištěním nebezpečí, které je nepříznivé pro výrobu, následuje vyhodnocení pravděpodobnosti jeho vzniku a jeho závažnosti. Když je zjištěna úroveň rizika, jsou podniknuty kroky pro jeho snížení na minimální hodnotu. Kroky jsou neustále opakovány a kontrolovány, dokud se nedosáhne snížení rizika, které můžeme považovat za dostačující. [5]

2. Identifikace nebezpečí

Nebezpečí jsou označena jako vadné podmínky ovlivňující činnost, které mohou vést ke vzniku nežádoucích událostí. Musíme si však uvědomit, že nebezpečí je jakýkoliv skutečný nebo potencionální stav zahrnující okolnosti související s lidskými chybami, jako je neznalost systému, časový nápor nebo střídání směn. [5]

3. Analýza rizik

Analýza zahrnuje zvážení pravděpodobnosti a závažnosti nepříznivých následků.

4. Hodnocení rizik

Při provádění posouzení rizik se rozhoduje, zda je bezpečnostní riziko přijatelné, nebo ne. Při vyhodnocování kombinovaných účinků rizik pravděpodobnosti a závažnosti se použije tzv. matice rizik. Ta určuje priority, jaká bezpečnostní rizika je potřeba řešit a v jakém pořadí. [5]

5. Řízení rizik

Řízením rizik můžeme provádět bezpečnostní opatření ke snížení nechtěných událostí. Aplikováním na pracovní podmínky se může stát velice účinným nástrojem pro snížení vzniku rizik a prevenci selhání. [5]

6.3 PROCES VYHODNOCOVÁNÍ RIZIK

6.3.1 ANALÝZA Z HLEDISKA PRAVDĚPODOBNOTI A ZÁVAŽNOSTI

Cílem procesu analýzy rizik je vyhodnotit možná rizika z hlediska jejich pravděpodobnosti a závažnosti. Po provedení této analýzy se potenciální rizika klasifikují podle možné přijatelnosti a případně se vymezí zmírňující opatření.

Pro kvalifikaci rizika z těchto hledisek se použijí tabulky 2, 3 a 4. První tabulka dává hodnotu pravděpodobnosti nastoupení daného rizika, čím vyšší hodnota, tím vyšší pravděpodobnost nastoupení. V druhé tabulce je ke každému riziku přiřazen dopad neboli význam, jaké riziko s sebou přináší. Tabulka 2 a 3 nejsou dány předpisem, jsou pouze doporučením, a tak si je každý podnik může nastavit podle vlastních potřeb. Třetí tabulka, matice vyhodnocení rizika, slučuje dvě předchozí tabulky a dává představu, jestli je riziko přijatelné, snesitelné nebo nepřijatelné. Podle matice (tabulka 4) se dále bude rozhodovat, jak s rizikem nakládat.

PRAVDĚPODOBNOT RIZIKA	VÝZNAM	HODNOTA
ČASTÁ	Pravděpodobnost, že se může stát velmi často (>3krát za rok)	5
OBČASNÁ	Pravděpodobně se někdy stane. (<3krát za rok)	4
ČASOVĚ VZDÁLENÁ	Nepravděpodobné, ale s možností, že se může stát	3
NEPRAVDĚPODOBNOTÁ	Velmi nepravděpodobné, že by se mohlo stát	2
EXTRÉMĚ NEPRAVDĚPODOBNOTÁ	Téměř nepravděpodobné, že by takový případ mohl nastat.	1

Tabulka 2 - Klasifikace možné pravděpodobnosti rizika [14]

VÁŽNOST	VÝZNAM	HODNOTA
KATASTROFICKÁ	Výsledkem je nehoda, úmrtí a/nebo zničení zařízení	E
NEBEZPEČNÁ	Rozsáhlé snížení míry bezpečnosti, vážné zranění nebo závažné poškození zařízení	D
ZÁVAŽNÁ	Významné snížení míry bezpečnosti, vážný incident nebo zranění osob	C
MÉNĚ ZÁVAŽNÁ	Použití nouzových postupů, méně závažný incident	B
ZANEDBATELNÁ	Malé následky	A

Tabulka 3 - Klasifikace vážnosti rizika [14]

6.3.2 HODNOCENÍ RIZIK

Výsledky analýzy rizik jsou porovnány s kritérii přijatelného rizika.

PRAVDĚPODOBNOST RIZIKA	ZÁVAŽNOST RIZIKA				
	ZANEDBATELNÉ (A)	MÉNĚ ZÁVAŽNÉ (B)	ZÁVAŽNÉ (C)	NEBEZPEČNÉ (D)	KATASTROFICKÉ (E)
ČASTÁ	5A	5B	5C	5D	5E
OBČASNÁ	4A	4B	4C	4D	4E
ČASOVĚ VZDÁLENÁ	3A	3B	3C	3D	3E
NEPRAVDĚPODOBNOU	2A	2B	2C	2D	2E
EXTRÉMNE NEPRAVDĚPODOBNOU	1A	1B	1C	1D	1E

Tabulka 4 - Matice vyhodnocení rizika [14]

Červeně zbarvené hodnoty označují nepřijatelné úrovně rizika. Žlutě zbarvené hodnoty jsou tolerované úrovně rizika a zeleně zbarvené hodnoty stanovují přijatelné úrovně rizika.

Nepřijatelná úroveň rizika (červená zóna v matici): riziko je příliš vysoké na to, aby pokračovalo v provozu.

Požadovaná opatření: Zakažte/pozastavte operaci. Provoz lze obnovit pouze tehdy, když budou zavedena opatření a úroveň rizika se vrátí na tolerovanou nebo přijatelnou úroveň.

Tolerovaná úroveň rizika (žlutá zóna v matici): Úroveň rizika může být po operaci tolerována za předpokladu, že jsou zavedena vhodná opatření ke zmírnění. Pokud riziko nelze zmírnit na přijatelnou úroveň (zelená zóna) a zůstává na přijatelné úrovni (žlutá zóna), musí přijetí potvrdit nejen manažer bezpečnosti, ale taky odpovědný manažer nebo musí být projednána výborem SRB (Safety Review Board), pokud je to nutné.

Požadovaná opatření: Zaveďte vhodná zmírňující opatření.

Přijatelná úroveň rizika (zelená zóna v matici): Riziko je tolerované a výroba může pokračovat.

Požadovaná opatření: Monitorovat. Riziko je považováno za dostatečně kontrolované a není nutné žádné další zmírňující opatření. V souladu s ALARP však mohou být přijata opatření k dalšímu snížení úrovně rizika, pokud je to proveditelné a přiměřené. Kromě toho je potřeba monitorovat všechny předpoklady použité k posouzení, aby se zajistilo, že zůstanou platné.

6.4 ZAJIŠŤOVÁNÍ BEZPEČNOSTI

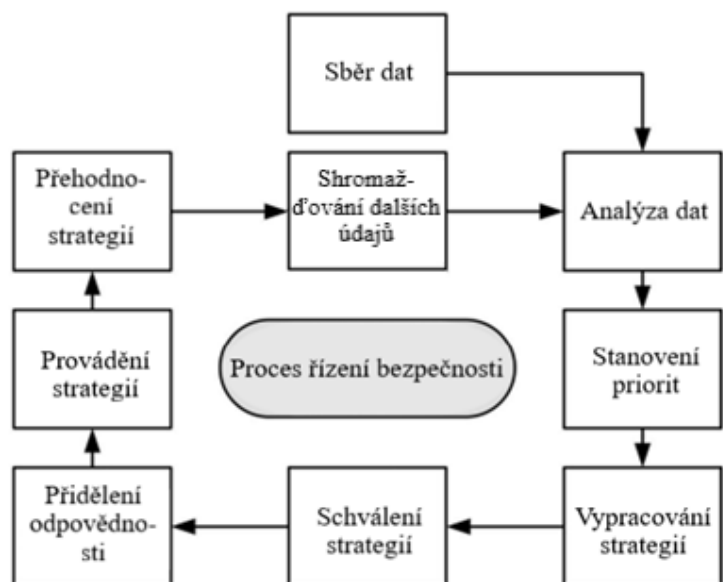
Je to jedna ze složek systému řízení bezpečnosti, která se zabývá sledováním kontrol rizik během provozu. Mezi její funkce řadíme interní audity, vyšetřování a vedení systému o hlášení rizik od zaměstnanců. Zejména v letectví se provádí průběžné sledování kontrol bezpečnostních rizik o hlášení vad u letadel.

Jakmile jsou sesbírány potřebné informace, měly by být vyhodnoceny a vzhledem ke stanoveným cílům by se měly porovnat se stávajícími normami. Kontroly často selhávají z důvodu nedostatku zdrojů, špatných instrukcí nebo nedostatku vedení. V jakémkoliv případě by však měla být zavedena preventivní opatření.

Bezpečnost můžeme ještě zajistit tím, že navrhujeme nápravná opatření k zabránění vzniku nehod již před samostatným vznikem nehody.

6.5 PODPORA BEZPEČNOSTI

Rozumíme tím zavádění různých podpůrných systémů pro zlepšení dodržování daných předpisů, jako jsou školení, sdílení znalostí a komunikace mezi zaměstnanci. Jeden z hlavních důvodů, proč se tohle dělá, je, aby zaměstnanci rozuměli systému řízení bezpečnosti a rozvíjeli povědomí o možných rizicích. Taky by jim mělo být vysvětleno od vedení, proč se taková opatření vlastně přijímají. Vedení by dále mělo aktivně podporovat tyto procesy a jít zaměstnancům příkladem. [14]



Obrázek 7 - Proces řízení bezpečnosti – ICAO [15]

Při zkoumání příčiny nedostatečného dotažení spoje do hloubky musím podotknout, že se jednalo o kontakt nerez na nerez. Příčinou spoje nerez-nerez bývá časté tzv. zakusování závitu matice do závitu v protikuse a může docházet ke vzniku mikrosvarů, které utahování spoje zasekává, a proto nedochází k úplnému utažení. Zde k problému došlo v oblasti designu, kde vznikl špatný report mezi designem a výrobou a design zvolil nevhodný materiál.

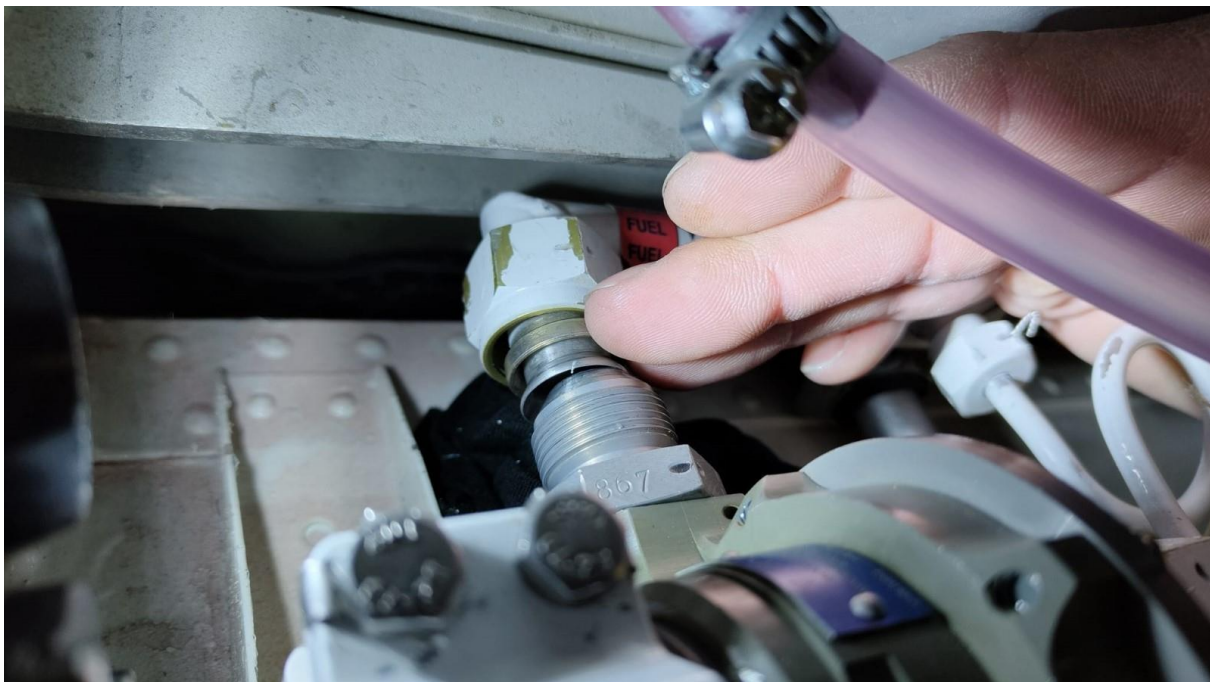
Problém u druhé příčiny bylo velké roztemování kužele a tím přítlačný kroužek netlačil na hranu, která měla dosednout a utěsnit spoj. Hrana byla tedy větší než převlečný kroužek.

K chybě tedy došlo ve výrobě, pravděpodobně byl dělníkovi špatně vysvětlen technologický postup při roztemování kužele a následně byla provedena nedostatečná výstupní kontrola.

Pro lepší zašroubování se používá speciální pasta, která zlepšuje plynulost šroubování. V tomto případě nebyla použita a tím mohl být způsoben vznik mikrosvarů.

Událost byla vyhodnocena jako velmi závažná a byla okamžitě řešena v co nejkratším možném čase. Hlavním důvodem vzniku události bylo nedodržení technologického postupu dělníkem a nedostatečná kontrola při výstupu.

Vlivem těchto událostí se začalo dbát na důkladnější výstupní kontrolu a dělník byl znovu proškolen a zaučen. Závěrem bylo rozhodnuto, že SMS musí být také zaměřený na personál při zaškolování nových pracovníků.



Obrázek 9 - Nedolehnutí kužele trubky

7.1.2 VADA RÁDIA NA SEGMENTU MOTOROVÉHO KRUHU

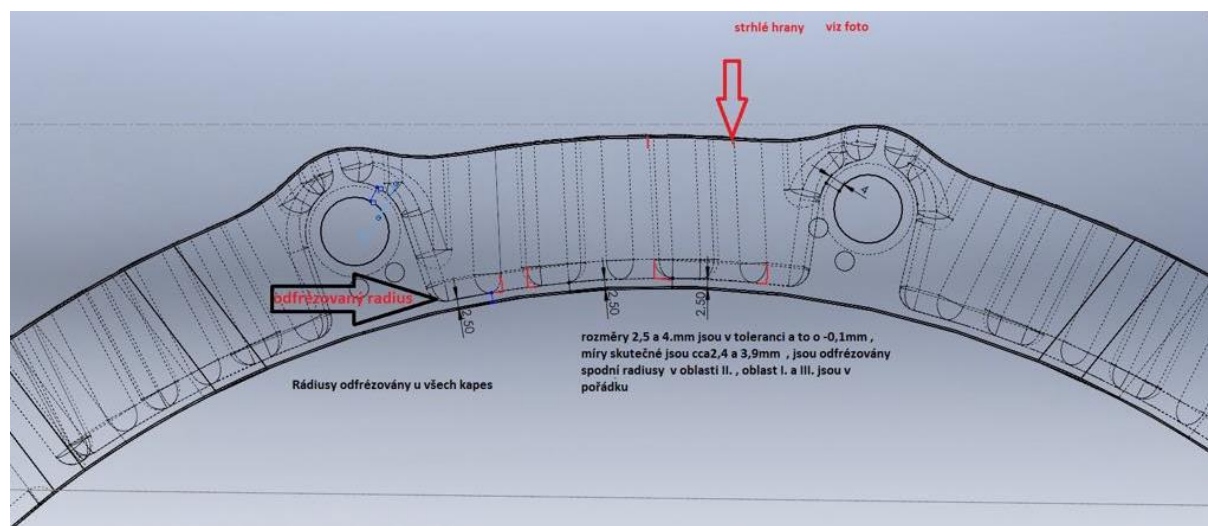
Mezi větší výrobní projekt se řadí zhotovení nového motorového kruhu, který je upnutý mezi motorem a křídlem letounu. Jelikož se jedná o velmi složitý tvarový prvek, musíme se vyhnout různým agregátům na motoru a dosáhnout co nejmenší hmotnosti. Z tohoto důvodu je výroba kruhu zařazena k nejnáročnějším postupům na výrobu. Můžeme říct, že výroba na CNC strojích je poměrně jednoduchá, po zadání programu stroj sám obrábí, ale obnáší to řadu důležitých výkonů pro zhotovení bezvadného výrobku.

Při výrobě v mezioperační kontrole došlo totiž k vyfrézování většího rádia na segmentu motorového kruhu a tím i ke ztenčení stěny. Hrozil risk, že síly přenášené z motoru na křídlo jsou poměrně velké a mohlo dojít k prasknutí kruhu. Při neodhalení takové chyby by na daném dílci hrozila únavová porucha. Což by také vedlo ke katastrofě v provozu.

Důvodem vzniku chyby, i přes správně nastavený program, bylo špatné uložení frézovacího nástroje do CNC. Nástroj měl správný průměr, ale špatný rádius. Došlo k záměně velmi podobných obráběcích nástrojů. Dělník tedy neudělal celkovou kontrolu před spuštěním programu.

Výsledkem takové chyby vznikl motorový segment, který se již nedal použít a došlo k poměrně vysoké cenové ztrátě.

Opatření, která byla zavedena důsledkem této události, byla zřejmá. Podobné nástroje byly povrchově označeny kvůli jasné identifikaci. Zaměstnanci provádějící podobné operace byli proškoleni o možnosti takové záměny a byl kladen zvýšený důraz na kontrolu tohoto typu nástroje v technologickém postupu. Zavedená doporučení pro SMS je třeba zaměřit na možnost záměny velmi podobných nástrojů.



Obrázek 10 - Znázornění způsobilé vady [16]



Obrázek 11 - Vada vlivem použití jiného nástroje

7.1.3 VRYP NA VNITŘNÍ STRANĚ DÍRY

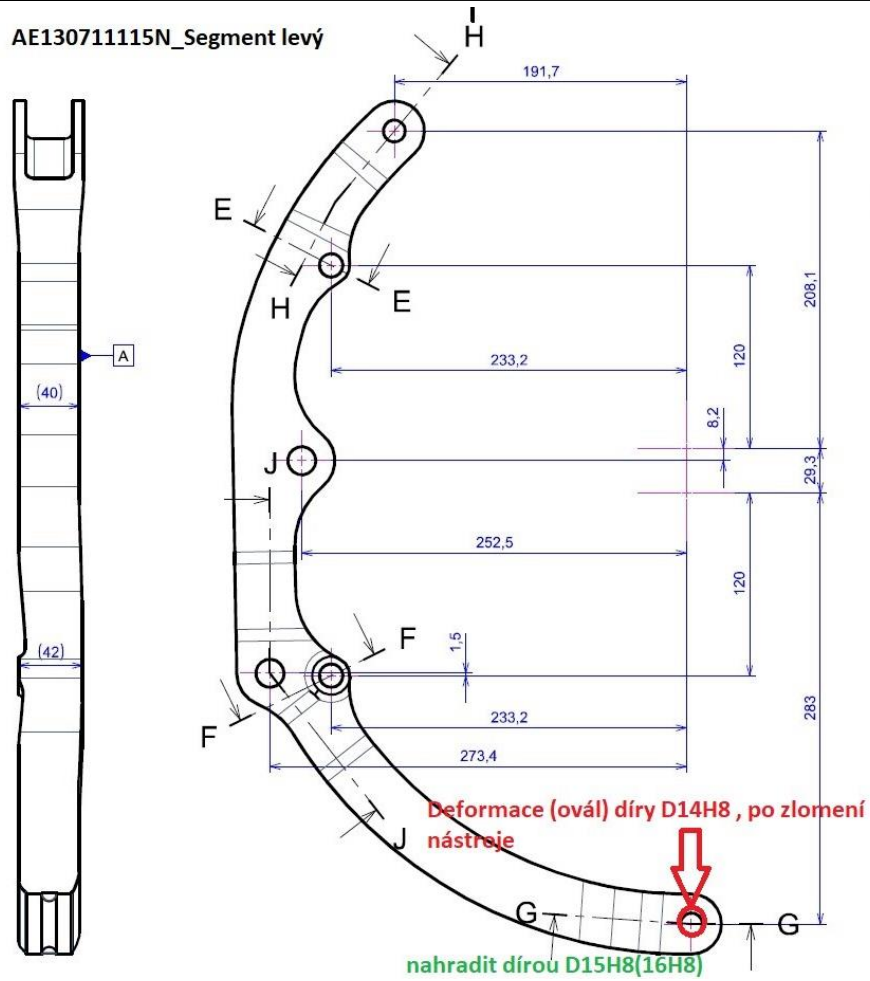
Další událostí, která se stala při výrobě kruhového segmentu, bylo poškození vlivem nástroje, který prasknul při obrábění.

Během výroby jednoho ze tří segmentů motorového kruhu došlo k poškození vnitřní strany díry. Vznikly vrypy, které způsobily roztržení obráběcího nástroje. Posléze chtěl dělník vadu zakrýt, místo toho z původní díry vytvořil díru oválnou. Na oválnou díru na dílci se přišlo při mezioperační kontrole.

Roztržení obráběcího nástroje vzniklo vlivem končící životnosti obráběcího nástroje. Dělník měl příliš tupý nástroj a nezkontroloval ostrost nástroje. Vlivem tuposti vznikly na nástroji velké síly, které vedly k roztržení nástroje. Oválná díra následně vznikla snahou dělníka zahladit hluboké vrypy v díře bez konzultace s designem. V případě konzultace s designem by díra šla zachránit zvolením jiného postupu.

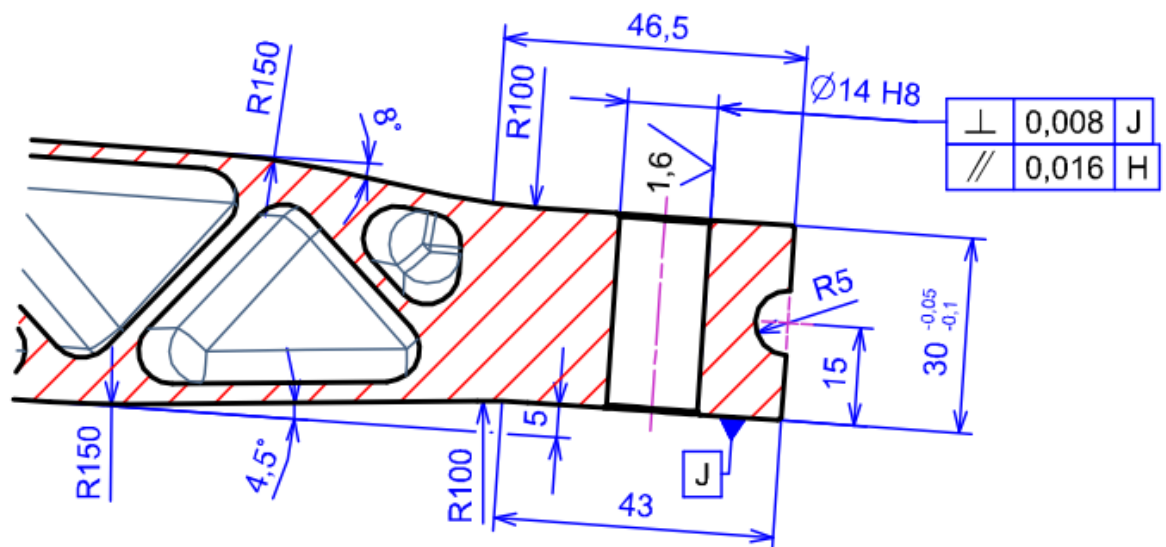
Výsledkem téhle chyby je vadný díl, který je neopravitelný. Pokud by však nedošlo k odhalení chyby, hrozilo by v provozu vymačkání čepu vlivem velké vůle a roztržení kruhu a možnosti rozložení síly na jiné díly. Celý proces by probíhal velmi pomalu.

Z navržených opatření bylo zavedeno proškolení personálu a byly pevně stanoveny životnosti nástroje, popřípadě byly sledovány životnosti jednotlivých obráběcích nástrojů.



Obrázek 12 - Výkres levého segmentu [16]

G-G (1:1)



Obrázek 13 - Řez G-G znázornění díry [16]

8 UKAZATELE BEZPEČNOSTI

Na základě popisu předchozích mimořádných událostí se pokusíme stanovit ukazatele bezpečnosti.

8.1 TYPY UKAZATELŮ BEZPEČNOSTI

Přímé ukazatele bezpečnosti

- Přímé ukazatele obsahují jen malou část ukazatelů, ale jedná se o nejkritičtější případy událostí. Proto jsou sledovány nepřímé ukazatele, které jsou popsány níže. Jedná se hlavně o ukazatele, které lze vyhodnotit staticky. Mezi nejčastější přímé ukazatele se řadí počty vzniklých nehod, úmrtí apod.

Nepřímé ukazatele bezpečnosti

- Nepřímé ukazatele bezpečnosti sledují a hodnotí okolnosti, z nichž je možné odvodit skutečnou úroveň bezpečnosti ve výrobě.
- Aby tyto ukazatele měly dostatečnou vypovídající hodnotu, je zapotřebí sbírat data v pravidelných ročních intervalech. Vyhodnocování se provádí dle tabulky (5) níže.
- Sledování nepřímých ukazatelů je důležité pro celkové vyhodnocování bezpečnosti při výrobě.

Z vývoje nepřímých ukazatelů lze lépe analyzovat příčiny a navrhnout adekvátní opatření.

8.2 ZVOLENÉ UKAZATELE BEZPEČNOSTI PRO VÝROBU

1. Počet nedodržení technologických postupů (zmetků)
 - Ve výrobě nastávají chyby ve vysokém tempu a následném použití jiných předmětů, než jsou předepsány v technologickém postupu. Tím dochází ke vzniku vadných kusů.
2. Počet opakovaných nálezů
 - Opakovanými nálezy se postupem času zjistí, kde a co se kazí a následně se mohou zavést opatření, aby se nálezům předešlo.
3. Počet reklamací (od zákazníka)
 - Sledováním počtu reklamací (zvláště shodných reklamací) může dojít k odhalení chyb. Může se tak zjistit například u sériové výroby, že daná série byla v určitý okamžik špatně vyráběna (například špatně nastavený nástroj v určitý okamžik).
4. Počet nedosažení požadovaných vlastností materiálu
 - Přijatý materiál může obsahovat neodhalené vady uvnitř i vně materiálu, o kterých je důležité vědět z důvodu požadovaných vlastností materiálu.
5. Počet poruch měřicích přístrojů
 - Používání špatných měřicích přístrojů by vedlo ke vzniku neshodných výrobků. Jedná se hlavně o propadlé kalibrace, poškozená měřidla apod.

6. Počet pozdních provedených auditů
 - Provedením pozdních auditů dochází k řadě neobjevených chyb, které nesou negativní následky (narůstání času dodání a zvýšení ceny)
7. Počet včas neuzavřených nálezů z interních auditů
 - Včasným neuzavřením nálezu může dojít znovu ke stejné nehodě v krátkém časovém úseku
8. Počet zpožděných zakázek vlivem výroby
 - Ukazatelem se bude sledovat, kolik zakázek se nestihne realizovat v domluveném termínu a tím i spojené náklady na pokuty za zpoždění
9. Počet odhalených chyb v průvodkách
 - Zahrnují nepřesné zadání úkolu, nepodepsané úkoly, neprovedené úkoly, chybějící double check a další...
10. Počet špatně zaslaných objednávek
 - Vlivem lidských chyb mohou vzniknout chyby v objednávce, které následně vedou ke zpoždění nebo k objednání špatného materiálu s povrchovou úpravou, která není vhodná na požadovaný proces
11. Počet proaktivních záznamů o nebezpečnosti
 - Proaktivním záznamem o nebezpečnosti získáme informace, které nám pomohou sledovat události za účelem zlepšování bezpečnosti a předcházení chybám

Po zvolení ukazatelů bezpečnosti použijeme pro vyhodnocování tabulku (5), v níž se budou ukazatele sledovat každý měsíc, kolikrát se daný ukazatel vyskytl. Tabulka je hodnocena po dobu jednoho kalendářního roku. Na základě bezpečnostních cílů, které si každá firma stanoví sama, se tabulka vyhodnotí a udělá se interní audit.

Ukazatelé bezpečnosti (SPI)	SPI 2024												Bezpečnostní cíle (SPO)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		SUMA	
	1.čtvrletí			2.čtvrletí			3.čtvrletí			4.čtvrletí					
Počet nedodržení techn. postupů															6 nebo méně
Počet opakovaných nálezů															6 nebo méně
Počet reklamací (od zákazníka)															6 nebo méně
Počet nedosažení požadovaných vlastností materiálu															2 nebo méně
Počet poruch měřících přístrojů															6 nebo méně
Počet pozdních provedených auditů															1 nebo méně
Počet včas uzavřených nálezů z interních auditů															2 nebo méně
Počet zpožděných zakázek vlivem výroby															6 nebo méně
Počet odhalených chyb v průvodech															3 nebo méně
Počet proaktivních záznamů o nebezpečnosti															3 nebo více
Počet špatně zaslanych objednávek															5 nebo méně
POČET ZÁZNAMŮ V DANÉM MĚSÍCI															

Tabulka 5 - Vyhodnocování ukazatelů bezpečnosti

9 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ ROZVOJ

Tato bakalářská práce se zabývá částí problematiky zavádění SMS do výroby, a proto bych pro další rozvoj doporučil zpracovat proaktivní řešení problémů. To znamená navrhnout opatření, které se zaměřují na zajištění bezpečnosti již před vznikem nehody. Proaktivní přístup je zejména vhodný tehdy, když už je SMS implementovaný a začínají vznikat tzv. provozní odchylky. V leteckém průmyslu se proaktivní přístup provádí podobně v jako jiném průmyslu. Mezi prostředky pro provádění patří:

- školení, vzdělání a instruktáže
- provozní postupy a check listy
- správné řízení a správný přenos informací
- audity

Pro zavádění plnohodnotného SMS do výrobních organizací v leteckém průmyslu bych dále pokračoval dle nařízení EU No. 748/2012 změnou dle nařízení EU 2022/201, oddílem 21.A.139 systém řízení výroby. V dokumentu najdeme popsání všechny části, které jsou požadované v SMS. Je zde popsáno, jak mají vypadat a co vše mají obsahovat. Jedná se zejména o tyto části:

- prvek řízení bezpečnosti
- bezpečnostní politika a cíle
- organizace a odpovědnost
- akční skupina pro bezpečnost
- klíčové procesy řízení bezpečnosti
- řízení změn
- bezpečnostní komunikace
- podpora bezpečnosti
- bezpečnostní školení
- prvek systému kvality
- shodnost dodaných dílů nebo zařízení
- prvky systému kvality – partneři a subdodavatelé
- hodnocení, audit a kontrola dodavatelů a subdodavatelů
- nezávislá monitorovací funkce

10 ZÁVĚR

Bakalářská práce měla za cíl seznámit čtenáře s aktuálním řešením problematiky ještě před zavedením SMS do podniku, vypracovat systémový rozbor problematiky, uvést statickou analýzu mimořádných událostí v průmyslovém podniku, stanovit ukazatele bezpečnosti v průmyslovém podniku a napsat doporučení pro další rozvoj.

Aktuální řešení problematiky bylo splněno jednoduchým popsáním, jelikož se řešení vzniklého problému do doby přidání požadavku v dodatku komise EU (ED Decision 2022/021/R) k nařízení EU No 748/2021 v roce 2022 příliš neřešilo.

Systémový rozbor byl vypracován podle diagramu rybí kosti. Jako problém, který jsem chtěl analyzovat, jsem si zvolil špatně vyrobenou součást. Vybral jsem 6 kategorií problémových příčin (stroj, lidé, materiál, měření, pracovní podmínky a proces výroby). Výběr těchto kategorií byl zvolen z důvodu výrobního procesu, jaký je ve firmě, s kterou jsem spolupracoval na vytvoření bakalářské práce. U těchto 6 kategorií jsem poté jednotlivě analyzoval faktory, které ovlivňují můj zvolený problém.

Statickou analýzu mimořádných událostí bylo možné zpracovat, neboť bylo dostatek událostí, které jsem mohl v práci analyzovat. Jednalo se o analýzu netěsnosti trubek u přestavby motoru PT6A, vada rádia na segmentu motorového kruhu a vryp na vnitřní straně díry. Události jsem jednotlivě popsal, zabývám se i příčinami jejich vzniku, jejich vyhodnocením a na závěr zavedením navržených opatření.

Mezi hlavní obsahovou část, která nese i jméno v bakalářské práci, bylo stanovení ukazatelů bezpečnosti v průmyslovém podniku. Ukazatele bezpečnosti jsem popisoval na základě analýzy mimořádných událostí. Ukazatele jsem mohl volit ze dvou oblastí, a to z přímých a nepřímých ukazatelů. Volil jsem tedy z nepřímých ukazatelů, jelikož tyhle sledují a hodnotí okolnosti, z nichž je možné odvodit skutečnou úroveň bezpečnosti ve výrobě. Přímé ukazatele jsem nezvolil z toho důvodu, že zahrnují jen malou část ukazatelů, kdy se jedná spíše o nejkritičtější případy událostí, které se ve firmě ještě nestaly.

Ze zvolených ukazatelů bezpečnosti jsem následně vytvořil tabulku (5) pro sledování těchto ukazatelů za daný rok. Tabulka se poté vyhodnotí na základě zvolených bezpečnostních cílů a realizuje se interní audit.

Na závěr jsem doporučil věnovat se proaktivním opatřením a následnému vypracování SMS pro plnohodnotnou implementaci systému do výroby na základě nařízení EU No. 748/2012 změnou dle nařízení EU 2022/201, oddílem 21.A.139 systém řízení výroby, vydaný od EASA.

Po konzultaci s firmou, s kterou jsem spolupracoval, jsme přišli k závěru, že by mnou navržená kritéria plnila a mohla by být zapracována do komplexního systému (SMS).

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. L 19 Řízení bezpečnosti. 166/2013-220-LPR/1. Praha: LIS, 2013. [cit. 26. 02. 2015]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [2] ICAO. Annex 19 – Safety Management. The Postal History Of ICAO [cit. 15. 05. 2016]. Dostupné na: http://www.icao.int/secretariat/PostalHistory/annex_19_safety_management.htm
- [3] EUR-Lex – 52015DC0599 – EN – EUR-Lex. (n.d.). EUR-Lex – Access to European. [cit. 07. 12. 2015] Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015DC0599>
- [4] ICAO. History of ICAO Safety Management Provisions [cit. 21. 01. 2015]. Dostupné z: <http://www.icao.int/safety/safetymanagement/tools%20and%20add%20ons/demo.htm>
- [5] Tarlengco, J. What is Safety Management System (SMS)? | SafetyCulture. [cit. 24. 01. 2024] Dostupné z: <https://safetyculture.com/topics/safety-management-system/>
- [6] Úřad pro civilní letectví – Bezpečně a s nadhledem. [16. 02. 2016]. Dostupné z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/SMS_provozovatele_NCCaSPO2-2.pdf?cb=2cbca4dd0f3ccb9e9feb19f3a86ff3ae
- [7] Definition of SYSTEM. (n.d.). Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/system>
- [8] HEŘMÁNKOVÁ L., NĚMEC V., KREJSA T. SAFETY MANAGEMENT SYSTEM JAKO NÁSTROJ PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI LETECKÉ DOPRAVY. Digitální knihovna UPCE. [cit. 03. 02. 2018]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/72550/Safety_management_system_jako_nastroj_pro_zajisteni_bezpecnosti_letecke_dopravy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [9] James Reason HF Model | SKYbrary Aviation Safety. (n.d.). SKYbrary Aviation Safety. Dostupné z: <https://skybrary.aero/articles/james-reason-hf-model>
- [10] Reason, J. T. Managing the risks of organizational accidents. Ashgate. [1997]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/The-Reason-model-and-accident-causal-chain-Depicts-an-aviation-mishap-caused-by-failures_fig1_339460604
- [11] ČSN EN 31010 (010352) Management rizik – Techniky posuzování rizik. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2011.
- [12] Process safety management layers of protection analysis. (n.d.). NIST Global | India's Leading Safety Organization. Dostupné z: <https://www.nistglobal.com/process-safety-management-layers-of-protection-analysis.php>
- [13] Five-Domino Accident Theory given vital sixth piece | British Safety Services. British Safety Services. [cit. 21. 12. 2011]. Dostupné z: <https://www.bssukhse.com/five-domino-accident-theory-given-vital-sixth-piece/>
- [14] Interní zdroj podniku VAN AIR Europe a.s. SAFETY AND COMPLIANCE MANAGEMENT MANUAL (SMM) [cit. 12. 04. 2023].
- [15] Sumwalt, R. L., Stolzer, A. J., & Goglia, J. J. (2023). Safety Management Systems in Aviation. CRC Press LLC.
- [16] Interní obrázky z frimy Aeroservis s.r.o.

12 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

12.1 SEZNAM ZKRATEK

ALARP – As Low As Reasonably Practicable
CFR – Code of Federal Regulations
CNC – Computer Numerical Control
EASA – European Union Aviation Safety Agency
EU – Evropská Unie
FAA – Federal Aviation Administration
HLSC – High level safety conference
ICAO – International Civil Aviation Organization
IPL – Independent protection layer
JAA – Joint Aviation Authorities
LOPA – Layers of protection analysis
PFD – Probability of failure to perform upon demand
SMM – Safety management manual
SMS – Safety management system
SPI – Safety performance indicators
SPO – Safety performance objects
SPP – Safety program performance (program udržování bezpečnosti)
SRB – Safety review board
SRM – Security risk management
USA – United States of America (Spojené státy Americké)
ÚCL – Úřad civilního letectví

12.2 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Rozdělení systému řízení bezpečnosti [5] 18
Tabulka 2 - Klasifikace možné pravděpodobnosti rizika [14] 20
Tabulka 3 - Klasifikace vážnosti rizika [14] 21
Tabulka 4 - Matice vyhodnocení rizika [14] 21
Tabulka 5 - Vyhodnocování ukazatelů bezpečnosti 30

12.3 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Historie systému řízení [4]	11
Obrázek 2 - Diagram rybí kosti	12
Obrázek 3 - Schéma systému ALARP [8].....	14
Obrázek 4 - Reasonův model [10].....	14
Obrázek 5 - Onion diagram [12]	15
Obrázek 6 - Teorie domino [13].....	16
Obrázek 7 - Proces řízení bezpečnosti [15].....	22
Obrázek 8 - Výkres trubky [16].....	23
Obrázek 9 - Nedolehnutí kužele	24
Obrázek 10 - Znázornění způsobitelné vady [16]	25
Obrázek 11 - Vada vlivem použití jiného nástroje.....	26
Obrázek 12 - Výkres levého segmentu [16]	27
Obrázek 13 - Řez G-G znázornění díry [16]	27