



# Zavedení harmonizované FMEA v podniku

## Diplomová práce

*Studijní program:*

*Autor práce:*

*Vedoucí práce:*

N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika

**Bc. Jan Láska**

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.

Katedra informatiky







## Zadání diplomové práce

# Zavedení harmonizované FMEA v podniku

*Jméno a příjmení:* **Bc. Jan Láška**  
*Osobní číslo:* E20000310  
*Studijní program:* N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika  
*Zadávací katedra:* Katedra informatiky  
*Akademický rok:* **2021/2022**

### Zásady pro vypracování:

1. Metodika FMEA a její význam pro organizaci
2. Využití moderních nástrojů ve vzdělávání
3. Návrh vhodného postupu zavedení a vzdělávání pomocí případové studie
4. Návrh způsobu vyhodnocení a úspěšnosti vzdělávání při zavádění FMEA

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování práce:  
Jazyk práce:

65 normostran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

- NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.
- ALLEN, Michael W., 2016. *Michael Allen's guide to e-learning: building interactive, fun, and effective learning programs for any company*. Second edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-1-119-04639-4.
- GHISLANDI, Patrizia, 2012. *Elearning: theories, design, software and applications*. Rijeka, Croatia: InTech. ISBN 978-953-51-0475-9.
- KOUBEK, Josef, 2015. *Řízení lidských zdrojů: základy moderní personalistiky*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-288-8.
- VODÁK, Jozef a Alžbeta KUCHARČÍKOVÁ, 2011. *Efektivní vzdělávání zaměstnanců*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3651-8.
- PROQUEST, 2021. Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2021-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

Konzultan: Ing. Jaromír Tobiška, Ph.D. Odborný koord.metody kvality, Q-Akademie, GQZ, Škoda Auto a.s.

Vedoucí práce:

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.  
Katedra informatiky

Datum zadání práce:

1. listopadu 2021

Předpokládaný termín odevzdání:

31. srpna 2023

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.  
děkan

L.S.

Ing. Petr Weinlich, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2021

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

3. května 2022

Bc. Jan Láška



## **Anotace**

Diplomová práce se věnuje zavedení harmonizované FMEA do podniku. Celá práce je zaměřena zejména na vzdělávání zaměstnanců s využitím e-learningu a tvorbu formulářů, jež se týkají zmiňované harmonizace. V rešeršní části práce je vysvětlen pojem kvalita a jeho chápání, dále jsou zde dvě stěžejní kapitoly věnující se nejdříve metodě FMEA, její historii a postupu tvorby podle harmonizace. Druhou stěžejní rešeršní kapitolou představuje kontinuální vzdělávání ve formě e-learningu a jeho výhody, nevýhody a rozdělení. Najdeme zde i popis aspektů, se kterými se můžeme při zavádění do podniku setkat. V praktické části je řešeno vzdělávání zaměstnanců v podniku pomocí e-learningového kurzu se zaměřením na harmonizovanou FMEA metodiku podle VDA/AIAG. Vedle vytvoření e-learningového kurzu je i zpracování nových FMEA formulářů v souladu s harmonizací v programu Microsoft Excel. Závěrem je navržen způsob vyhodnocení a úspěšnosti vzdělávání při zavádění nové harmonizované FMEA do podniku.

**Klíčová slova:** zavedení, kvalita, FMEA, VDA, AIAG, e-learning, vzdělávání, harmonizovaná FMEA

# **Annotation**

## **Implementation of a harmonized FMEA in the company**

The diploma thesis focuses on the introduction of harmonized FMEA into a company. The whole thesis is mainly focused on the training of employees using e-learning and the creation of forms related to the mentioned harmonization. The research part of the thesis explains the concept of quality and its understanding, then there are two key chapters dealing first with the FMEA methodology, its history, and the procedure of creation according to the harmonization. The second pivotal research chapter presents continuous education in the form of e-learning and its advantages, disadvantages, and distribution. We can also find a description of the aspects that can be encountered when introducing it in a company. The practical part deals with the training of the employees in the company using an e-learning course with a focus on the harmonized FMEA methodology according to VDA/AIAG. In addition to the creation of the e-learning course, the development of new FMEA forms in accordance with the harmonization in Microsoft Excel is also included. In conclusion a method is proposed to evaluate the success of the training in introducing the new harmonized FMEA to the company.

**Keywords:** implementation, quality, FMEA, VDA, AIAG, e-learning, education, harmonized FMEA



## **Poděkování**

V těchto řádcích bych rád poděkoval vedoucí této diplomové práce doc. Ing. Kláře Antlová, Ph.D. a konzultantovi Ing. Jaromírovi Tobiškovi, Ph.D. za poskytnuté cenné rady, připomínky, ochotu, trpělivost a za čas, který mi při psaní práce věnovali. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni Elišce a přátelům, kteří mne motivovali a podporovali k dokončení této práce. Také děkuji všem zúčastněným lidem, kteří si ochotně vyzkoušeli vytvořený e-learningový kurz a poskytli mi své poznatky.



## Obsah

Anotace.....	7
Annotation .....	8
Seznam ilustrací (obrázků).....	13
Seznam tabulek.....	14
Seznam použitých zkratk .....	15
Úvod .....	17
1. Kvalita a metody k jejímu dosažení .....	19
2. Metoda FMEA .....	22
2.1 Historie FMEA .....	22
2.2 Účel, přínosy a omezení FMEA .....	23
2.3 Druhy FMEA .....	24
2.4 Harmonizovaná FMEA.....	24
2.4.1 Tvorba dokumentace .....	26
2.4.2 Postup zpracování konstrukční FMEA (FMEA-D).....	26
2.4.3 FMEA-P .....	35
2.4.4 FMEA-MSR .....	36
2.5 FMEA formulář .....	39
3. Kontinuální vzdělávání.....	41
4. E-learning .....	42
4.1 Historie e-learningu .....	43
4.2 Rozdělení e-learningu.....	43
4.2.1 E-learning s připojením k internetu (Online) .....	44
4.2.2 E-learning bez připojení k internetu (Off-line).....	45
4.2.3 Blended learning .....	45
4.2.4 M-learning .....	47
4.3 Výhody .....	47
4.4 Nevýhody .....	49
4.5 E-learning v podniku .....	51
5. Systém řízení LMS .....	54
6. Aspekty přechodu na novou metodiku .....	55
7. Programy využívané pro přechod na harmonizovanou metodiku .....	58
7.1. Druhy předplatného pro firmy .....	58
7.2 Microsoft Word .....	59
7.3 Microsoft Excel .....	60
7.4 Microsoft PowerPoint.....	60
7.5 iSpring Suite .....	61

8. Zavádění e-learningu a tvorba e-learningové kurzu v podniku.....	67
9. Vytvoření e-learningové kurzu harmonizované FMEA .....	70
9.1 Analýza.....	70
9.2 Vlastní návrh kurzu .....	71
9.2.4 Otázky ke cvičnému a závěrečnému testu.....	80
9.3 Vývoj kurzu.....	82
9.3.1 Jednotlivé prvky využité při vývoji kurzu.....	82
9.4 Implementace kurzu .....	96
9.5 Hodnocení kurzu .....	96
10. Nová podoba formuláře.....	98
10.1. Aktuální podoba formuláře .....	98
10.2 Nová podoba FMEA formuláře podle harmonizace .....	99
10.2.1 Provedené úpravy pro harmonizovaný formulář.....	99
10.2.2 Další funkce formulářů.....	102
11. Návrh způsobu vyhodnocení a úspěšnosti vzdělávání při zavádění FMEA .....	105
12. Závěr.....	107
Seznam použité literatury .....	110
Citace:.....	110
Bibliografie: .....	110
Seznam příloh.....	113

## Seznam ilustrací (obrázků)

Obrázek 1 - Strom struktury a hierarchická úroveň prvků v FMEA.....	28
Obrázek 2 - Rozdělení e-learningu.....	44
Obrázek 3 - Schéma rozdělení Blended learningu .....	46
Obrázek 4 - Seznam nabízených základních kurzů od CRDR spol. s.r.o.....	52
Obrázek 5 - Druhy předplatného pro firmy .....	59
Obrázek 6 - Panel nástrojů doplňku iSpring Suite .....	61
Obrázek 7 - Volba otázek v modulu kvízu .....	62
Obrázek 8 - Editace otázky a její nastavení.....	62
Obrázek 9 - iSpring Visuals – funkce interakce .....	63
Obrázek 10 - Editace interaktivní volby.....	63
Obrázek 11 - Zobrazení vytvořeného interaktivního prvku .....	64
Obrázek 12 - Možnost publikování e-learningu do počítače.....	65
Obrázek 13 - Možnost formátů publikace pro LMS.....	65
Obrázek 14 - Diagram ADDIE modelu Zdroj: Vlastní zpracování.....	68
Obrázek 15 - Vizualizace nového 7krokového přístupu .....	75
Obrázek 16 - K-FMEA formulář ve snímku 10 v kurzu .....	78
Obrázek 17 - FMEA-MSR formulář ve snímku 11 v kurzu.....	78
Obrázek 18 - P-FMEA formulář v snímku 12 v kurzu.....	79
Obrázek 19 - Nabízené šablony pro kategorii Katalog v iSpring Visuals.....	82
Obrázek 20 - Vyplněná šablona "FAQ" v iSpring Visuals .....	83
Obrázek 21 - Výsledné zpracování šablony "FAQ" .....	84
Obrázek 22 - Informační okno v šabloně .....	85
Obrázek 23 - Náhled hotového snímku (šablona According, první záložka).....	85
Obrázek 24 - Náhled hotového snímku (šablona According, druhá záložka).....	86
Obrázek 25 - Náhled hotového snímku (šablona FAQ) .....	86
Obrázek 26 - Tvorba interakce – Labeled Graphics.....	87
Obrázek 27 - Výsledný snímek s popisnými body v K-FMEA formuláři.....	87
Obrázek 28 - Úvodní obrazovka iSpring QuizMaker.....	88
Obrázek 29 - Multiple Choice otázka a její nastavení.....	89
Obrázek 30 - Typy otázek .....	89
Obrázek 31 - Informace o dokončení cvičného testu .....	90
Obrázek 32 - Přepsání jazykové mutace zobrazovaného textu .....	91
Obrázek 33 - Výsledné hodnocení úspěšnosti závěrečného testu .....	92
Obrázek 34 - Informace o neúspěšném absolvování závěrečného testu .....	93
Obrázek 35 - První snímek hodnocení kurzu .....	94
Obrázek 36 - Druhý snímek hodnocení kurzu.....	94
Obrázek 37 - Animace.....	95
Obrázek 38 - Formulář FMEA podle VDA 4 v programu Microsoft Excel .....	98
Obrázek 39 - Nová podoba hlavičky formulářů .....	100
Obrázek 40 - Tělo nového formuláře pro K-FMEA.....	101
Obrázek 41 - Tělo nového formuláře pro P-FMEA .....	101
Obrázek 42 - Tělo nového formuláře pro FMEA-MSR .....	101
Obrázek 43 - Zobrazení stromu struktury a 3D modelů v listu DATA.....	102

## Seznam tabulek

Tabulka 1- Tabulka hodnocení významu (S) .....	31
Tabulka 2 - Zjednodušená tabulka hodnocení pro výskyt (O) vady .....	32
Tabulka 3 - Tabulka pro potenciální detekci (D) .....	33
Tabulka 4 - Hodnocení úspěšnosti v závěrečném testu vytvořeného e-learningu .....	105

## Seznam použitých zkratek

ADDIE	- Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation / rámec pro konstrukci výukových systémů
AIAG	- The Automotive Industry Action Group
AP	- Action Priority / priorita opatření
AR	- Augmented reality / rozšířená realita
CBT	- Computer Based Training / vzdělávání pomocí počítače
ČSN	- Česká technická norma
D	- Detection / Detekce
DFMAS	- Design For Manufacture, Assembly and Service
DOE	- Design of Experiments
EN	- Evropská norma
FC	- Failure Cause / příčina
FE	- Failure Effects / následek
FM	- Failure Mode / vada
FMEA	- Failure mode and Effect Analysis / Analýza možného vzniku vad a jejich následků
FMEA-MSR	- Monitorování a odezvy systému a jejich analýza možného vzniku vad a jejich následků
IEC	- International Electrotechnical Commission / Mezinárodní elektrotechnická komise
ISO	- International Organization for Standardization / Mezinárodní organizace pro normalizaci
K-FMEA	- Konstrukční analýza možného vzniku vad a jejich následků
LCMS	- Learning Content Management System / systém k vývoji e-learningových kurzů
LMS	- Learning Management System / systém pro řízení výuky
MS	- Microsoft
NASA	- National Aeronautics and Space Administration
O	- Occurrence / Výskyt

PEP	- Produktentstehungsprozess / proces vzniku výrobku platný v koncernu
PDF	- Portable Document Format / souborový formát
P-FMEA	- Procesní analýza možného vzniku vad a jejich následků
QFD	- Quality Function Deployment / („Dům kvality“)
RPN	- Risk Priority Number / míra rizika
RPZ	- Risiko Prioritätzahl / míra rizika
S	- Severity/ Význam
S-FMEA	- Systémová FMEA
VBA	- Virtual Basic for Applications
VDA	- Verband der Automobilindustrie / Svaz německého automobilového průmyslu
VDA 4	- VDA Svazek: Zajištění kvality před sériovou výrobou
WBT	- Web Based Training / elektronické vzdělávání pomocí webu
WWW	- World Wide Web



## Úvod

Svět, jak ho všichni v dnešní době známe, je velmi uspěchaný, stresující, náročný a pokrokový. Co před pár lety bylo pro mnohé neuvěřitelné či náročné je v dnešní době snadné a mnohdy zcela běžné. Pokrok a vliv technologií žene kupředu každé odvětví nejenom v podnikání. V podnikání je oproti minulosti dbáno více na kvalitu, která pomáhá značkám udržovat své postavení na trhu. Inovace a nové technologie jsou schopny pomoci k dosažení co nejlepší kvality, kterou je možno poskytnout zákazníkům. Kvalitní výrobek je pro každého něco jiného, a právě tento názor na kvalitu daného výrobku je možné ovlivnit financemi nebo postavením ve společnosti, ačkoliv tyto dva faktory jdou vzájemně ruku v ruce. Pro zajištění kvality výrobku je možné využít nové technologie, inovace nebo různé metody, které mohou vylepšit vlastnosti produktu nebo předem pomoci s odhalením jeho defektů, či nežádoucích atributů. Jednou z těchto metod je i metoda k zajišťování kvality FMEA neboli metodika analýzy možného vzniku vad a jejich následků. Dalším faktorem, který v dnešní době vedle kvalitních výrobků je vyžadován společností, je kvalifikace. V posledních letech, zejména posledních dvou letech došlo k transformaci klasického vzdělávání s využitím nových technologií do více digitálního vzdělávání. Proto v dnešní době je pro nás vzdělávání pomocí internetu nebo e-learningů prakticky na denní bázi a je to pro nás již součástí tohoto „digitálního světa“.

Tématem této práce bych rád navázal z části na svou bakalářskou práci, ve které byl navržen způsob přechodu na harmonizovanou FMEA analýzu. Celý proces zavedení harmonizace do podniku může být standardně řízen s využitím harmonogramu přechodu, úprav směrnic(e), vzdělávání cílové ovlivněné skupiny zaměstnanců a vyřešení otázky tvorby FMEA formulářů. Právě zmíněným posledním dvěma bodům bych se v rámci této diplomové práce věnoval. Tato práce vzniká v souvislosti s mojí stáží na oddělení managementu systémů kvality, jenž mezi svými několika činnostmi také podporuje a zavádí metody kvality mezi nimiž je i již výše zmíněná FMEA.

První část této práce, která je teoretického charakteru začne nejdříve krátkým vysvětlením pojmu kvality a potom dále obecným shrnutím FMEA a jejím vývoji, zejména harmonizované úpravě. Třetí kapitola bude věnována již kontinuálnímu vzdělávání, a to zejména pomocí moderní metody e-learningu. Následující kapitoly popisují rozdělení e-learningu podle různých kritérií, kterými může být například připojení k internetu, mobilní

zařízení nebo kombinovaná forma s prezenční výukou. S e-learningem je silně spojen i pojem LMS (Learning Management System), který zajišťuje online studijní prostředí a poskytuje tak studujícím vedle samotných e-learningových kurzů i další funkce v podobě komunikačních kanálů nebo dalších studijních podkladů. Také je zde kapitola, která se věnuje k vyjasnění dvou hlavních aspektů, které mohou v případě přechodu na harmonizovanou metodiku u firmy nastat. Prvním ze dvou aspektů je případová situace, kdy podnik FMEA již podle metodiky VDA 4 nebo AIAG provádí, a tudíž má o analýze jisté podvědomí. Opakem je situace, kdy podnik začíná tak říkajíc na zelené louce bez žádných znalostí FMEA metody. Pro směřování celé praktické části je tedy následně vybrána jedna případová situace a pro ni je zpracována praktická část. Zásadními rozdíly mezi aspekty je počet školení a jejich zaměření, protože následná tvorba nových formulářů je potřebná pro oba aspekty. V posledních rešeršních částech je obecně představena kancelářská sada Microsoft Office a doplňky, které je možné využít při zajištění přechodu na harmonizovanou FMEA v podniku.

V druhé části, která je praktickou částí této diplomové práce je zmíněno několik informací, jak je možné zavést e-learning v podniku a následně, jak se takový e-learningový kurz vytváří. V následující kapitole je již věnována pozornost otázce proškolení personálu. Jelikož je nutné vymyslet a vytvořit školení, které bude informovat účastníky FMEA schůzek o změnách, které harmonizace přinesla. V této obsáhlé kapitole je vytvořeny celý e-learningový kurz podle modelu ADDIE, který zkoumá jednotlivé fáze od analýzy, návrhu, vývoje, implementace až po hodnocení kurzu. Řádky třetí kapitoly praktické části jsou věnovány tvorbě a případnému funkčnímu vylepšení formulářů, které jsou díky harmonizaci pozměněné a je nutné je tedy vytvořit v nové podobě v programu Microsoft Excel.

Hlavním cílem této diplomové práce je návrh vhodného postupu zavedení a vzdělávání pomocí e-learningového kurzu a následně i návrh způsobu vyhodnocení a úspěšnosti vzdělávání při zavádění FMEA. Vzhledem k hlavnímu cíli práce bych rád docílil, aby mnou navržený postup vzdělávání a vytvoření nových formulářů, umožnil rychlé zavedení do podniku s minimální finanční náročností a pokusil se minimalizovat časovou náročnost a prodlevu, která by mohla ohrozit každodenní chod podniku.

# 1. Kvalita a metody k jejímu dosažení

S kvalitou v jakékoliv podobě se setkáváme každý den své existence. Kvalita je pojem, který každý může definovat jinak zejména tedy lidé s odlišným geografickým zařazením a finančním vzděláním nebo společenským statutem. Po dlouhou dobu v minulosti a možná i dnes se najde část populace, která kvalitu vnímá v měřítku, že co je drahé = kvalitní. Mnoho levnějších produktů nás může překvapit právě se svou kvalitou. Nicméně každý výrobce by se měl snažit v dnešní době tvrdých konkurenčních bojů přinášet kvalitní produkty, které budou poskytovat uspokojení zákazníkům a výrobci poskytovat určité postavení na trhu. K zajišťování kvality je využíváno tzv. metod kvality, které při brzké aplikaci dokážou odhalit nedostatky produktu včas, a tím produkt zlepšit. Metodám kvality bude věnován prostor dále, ale nejdříve by bylo objasnit význam slova kvalita, jak ho vnímají a definují někteří autoři.

Definice pojmu kvality nebo jejím synonymem jakost existuje mnoho. Ve své knize Management kvality pro 21. století, Jaroslav Nenadál a kolektiv uvádí tři výroky různých guru kvality, které jsou schopné ukázat různorodost chápání pojmu kvality:

- „Kvalita je shoda s požadavky.“ (Crosby)
- „Kvalita je způsobilost k užití.“ (Juran)
- „Kvalita je to, co za ní považuje zákazník.“ (Feigenbaum)

Je tedy jasné, že kvalitu může každá osoba interpretovat jinak, proto vznikla univerzální definice tohoto pojmu. O univerzální definici se postarala mezinárodní organizace pro normalizaci ISO, která představila první definici již v roce 1987. (Nenadál et al. 2018)

Současná verze v normě ČSN EN ISO 9000:2016 vysvětluje, že „Kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik objektu.“, kdy požadavek lze přeložit a pochopit jako kombinaci očekávání a potřeb zákazníka. Inherentní je interpretován jako vlastnost, která je pro objekt typická a přirozeně zakomponovaná např. u počítače je inherentním znakem jeho kapacita. A charakteristika označuje vlastnost pro odlišení.

S praktickým a zjednodušeným pojetím kvality ve své knize přišel Zdeněk Častorál (2015, s.13-14). „Zjednodušeně a pracovním způsobem můžeme kvalitu chápat jako 3 S.

- Spolehlivost,
- Stabilita,
- Systémovost

**Spolehlivost (znaky):**

- *Provozní spolehlivost,*
- *Absence vad výrobku,*
- *Absence nedostatečných služeb,*
- *Absence selhávání lidského faktoru,*
- *Ochrana spotřebitelů,*
- *Vzájemné uznávání výsledků zkoušení.*

**Stabilita (znaky):**

- *Vyrovnané výrobky s minimálními odchylkami,*
- *Osvědčené služby,*
- *Stabilní výkon,*
- *Stabilní ekonomický růst,*
- *Stabilní rozsah funkcí,*
- *Garantování životnost.*

**Systémovost (znaky):**

- *Podpora managementem kvality,*
- *Stanovení politiky kvality a cílů kvality,*
- *Komplexní pohled,*
- *Neustálé zlepšování systému managementu kvality,*
- *Zajištění trvale udržitelného rozvoje,*
- *Určování procesů a odpovědností k dosažení cílů kvality. “*

Metod kvality může být v podniku využíváno několik nebo pouze jedna. Pokud podnik využívá několik metod najednou je nutné, aby byly zaváděny systematicky zejména v brzkých fázích vývoje výrobku, kde mohou mít největší funkčnost a vliv na kvalitu produktu. Nasazení metod může být řízeno podle metodiky PEP neboli popis procesu vzniku výrobku.

Metody kvality užívaných ve fázi vývoje výrobku lze zařadit do čtyř hlavních skupin (Machan, et al. 2012, s.20):

- *„Metody pro zjišťování požadavků zákazníků a jejich implementace do projektu (QFD)*
- *Metody k zajištění úspory nákladů, zvýšení produktivity a celkově ke zlepšení ekonomických ukazatelů projektu. (DFMAS)*
- *Metody směřující k eliminaci chyb (FMEA)*

- *Podpůrné metody (strom analýzy chyb, DOE)*“

Právě jedné z metodik sloužících k zabránění vzniku chyb – metodě FMEA (analýze možnosti vzniku vad a jejich následků) budou věnovány následující kapitoly a z části i praktická část této diplomové práce.

## **2. Metoda FMEA**

Metoda analýzy možnosti vzniku vad a jejich následků v anglickém překladu Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) je kvalitativní týmové hodnocení závad a jejich následků, kterou využívají všechna odvětví průmyslu. Pro správnou a úspěšnou aplikaci metody a následnému zabránění možných vad a rizik produktu je vhodné metodu zařadit do raných koncepčních fází nebo vývoje výrobního procesu. (McDermott et al. 2009)

Metoda je velmi potřebná k zachování kvality produkovaného produktu. Neplatí tedy pouze na kvalitu produktu pro koncového zákazníka, ale i pro kvalitu produktu, který je dále zpracován nebo využit ke kompletaci finálního produktu. Proto je metoda využívána i v dodavatelské síti, kdy dodavatelé díky využívání a správnému a včasnému aplikování FMEA si mohou zajistit dobré vztahy v dodavatelsko-odběratelském vztahu. (Franke 1993)

Metoda FMEA vznikla na zajímavém projektu, který byl pro všechny lidi poměrně ovlivňující. Důvod vzniku a celý vývoj metodiky je popsán v následující podkapitole.

### **2.1 Historie FMEA**

Vznik metody je datován zhruba do šedesátých let minulého století, kdy byla prvotně vytvořena a použita společností NASA v projektu Apollo pro určení spolehlivosti bezpečnostních systémů v kosmickém programu. (Nenadál a kol, 2018)

Krátkou dobu po jejím prvním aplikování v projektu Apollo se FMEA stala hlavním nástrojem pro zdokonalení bezpečnosti v chemickém a zpracovatelském průmyslu. (McDermott et al. 2009)

O první použití metody v automobilovém průmyslu se postarala společnost Ford přibližně o 10 let později po prvním nasazení společností NASA. V osmdesátých letech byla standardizována v normách IEC a v České republice je mezi platnými českými normami od roku 1992. (Veber et al. 2006)

Dalším velkým milníkem, který se již v dnešní době dá považovat za historii, ačkoliv se stal teprve v roce 2019, je harmonizace metodiky FMEA. Před jejíž vzniknutím bylo zapotřebí více než tříleté spolupráce mezi OEM a dodavateli. Důvodem harmonizace metody byla nutnost dodavatele vypracovávat dvě různé FMEA, pokud dodával na dva různé trhy. Trh byl do tohoto sjednocení rozdělen na americké sdružení pro automobilový průmysl Automotive Industry Action Group, zkráceně AIAG a německého sdružení pro

automobilový průmysl Verband der Automobilindustrie, zkráceně VDA. Výsledkem spolupráce je tedy společná báze FMEA napříč automobilovým sektorem a usnadňuje dodavatelům tvorbu pouze jedné analýzy, která ve finálním výsledku umožňuje větší soustředění na vývoj produktu a ušetření nákladů, které byly potřebné pro tvorbu dvou různých FMEA. (AIAG a VDA 2019)

## 2.2 Účel, přínosy a omezení FMEA

Účel FMEA metodiky je od jejího vzniku neměnný. Vždy se jedná o co nejdřívější odhalení a zabránění výskytu problémů, které by mohly mít fatální dopad na bezpečnost nebo zdraví osob. Pro zvýšení spokojenosti zákazníků a udržení místa na konkurenčním prostředí trhu. (McDermott et al. 2009)

Metodika FMEA je nejvíce prospěšná a účinná u nových nebo inovovaných výrobků. Ovšem je možné jí využít i k optimalizaci a ověření aktuálních systémů, procesů nebo současných produktů. (Nenadál et al 2018)

Každá metodika má své limity neboli omezení. U popisované metodiky lze zařadit mezi její omezení:

- FMEA je kvalitativní metoda zaměřená na subjekt, proto jí není možné kvantifikovat.
- Zjištěné závady, navržená opatření jsou závislá na zkušenostech daného FMEA týmu, proto je nutné mít tým vždy složen z nejvíce interesovaných osob s řešenou problematikou. (AIAG a VDA 2019)

Na druhou stranu využívání metodiky poskytuje společnosti mnoho výhod, mezi které lze například zařadit:

- Prevence chyb.
- Lessons Learned – vytvoření interní databáze znalostí.
- Zlepšování dobrého jména společnosti, protože budou na trh uváděny produkty, které nebudou vadné.
- Zesílení spokojenosti zákazníků s výrobky a upevnění místa mezi konkurencí. (Nenadál et al. 2018)

Nyní, kdy je již znám účel, omezení a přínosy, které metoda FMEA přináší je vhodné vysvětlit i její druhy. Ačkoliv to může zatím vypadat, že se jedná pouze o jeden druh FMEA, tak se můžeme setkat s různými druhy, které jsou specifické pro druh zkoumání – výrobek, proces, systém, monitorování a odezva systému.

## 2.3 Druhy FMEA

Do doby harmonizace metodiky bylo v případě zkoumání všech možných vad a rizik z konstrukce výrobku využíván typ konstrukční FMEA (FMEA-D). Aplikace FMEA-D pomáhá identifikovat možná slabá místa a včas je v konstrukci produktu zohlednit a zabránit jim. Nejčastěji je využívána při vývoji nových produktů / dílů nebo inovaci těch stávajících.

V nutnosti ověření možných vad a jejich rizik v procesu neboli FMEA-P, který by mohl ovlivnit plnění výsledné funkcionality produktu. Je doporučeno provést FMEA-P při zahájení výroby nových, inovovaných produktů, které jsou pro firmu ještě neznámé nebo při optimalizaci již fungujících procesů ve firmě.

Posledním typem byla systémová FMEA, jenž je často označování jako FMEA-S a řešila celý systém z pohledu možných vad a rizik. Ovšem FMEA-S se od dílčích typů odlišuje tím, že již zkoumá, jak jednotlivé díly mezi sebou překrývají. Často zde platí, že vada dílčí části je příčinou pro kompletní díl.

(Veber et al. 2006)

S příchodem harmonizace došlo k doplnění dalšího typu FMEA, tzv. doplňkové FMEA pro monitorování a odezvy systémů (FMEA-MSR). Tímto typem se analyzuje, zda systém detekoval poruchy a příčiny nebo eventuálně řidič poznal následek na chování vozidla. Příkladem může být například zpožděná detekce překážky, při použití systému automatického zaparkování. Pomocí FMEA-MSR jsou řešena rizika, která jsou v konstrukční FMEA ohodnocena vysokou známkou. Zde jsou řešeny prvky rizika, jako význam rizika (S), četnost rizika (F) a monitoring (M) jenž vyhodnocuje odhalení selhání systému v provozu. (Interní dokumentace)

Jak již bylo zmíněno, tak s harmonizací došlo k doplnění nového typu FMEA, mimo to také došlo k různým úpravám, které byly akceptovatelné pro obě zúčastněné strany AIAG a VDA. Popisu změn, které harmonizace přináší je věnována následující kapitola.

## 2.4 Harmonizovaná FMEA

S harmonizací začal být kladen důraz na doporučení o vytváření a používání základní FMEA a rodinné FMEA pro nové projekty.



Master, Core, Basic FMEA neboli ta základní není specifická pro projekt a obsahuje znalosti z předchozích projektů a je tedy možné její funkce, požadavky a opatření udělat v obecném hledisku.

Opakem, a tedy více specifickým řešením pro projekty je právě rodinná FMEA. S tímto druhem FMEA se můžeme setkat v projektech disponujíc stejnými prvky a jsou vyráběny v odlišných variantách. Pokud tedy řešíme například problém s uchycením nákladu v zavazadlovém prostoru a model vozidla vyrábíme v různých variantách, tento problém se tedy týká všech variant a pro takovýto problém je doporučeno řešení pomocí rodinné FMEA, jejíž výsledek je možné použít u všech variant vozidla. (AIAG a VDA 2019)

Před harmonizací bylo možné provádět FMEA podle metodiky AIAG a VDA. Mezi německými výrobci byla analýza velmi využívána podle VDA (Verband der Automobilindustrie), tedy německého sdružení pro automobilový průmysl ve variantě VDA 4. Tato verze obsahovala na rozdíl od té nové, harmonizované pouze 5 kroků, které byly hlavní podle příručky:

1. Analýza struktury – prvním z pěti nejdůležitějších kroků je správné zachycení všech systémových prvků se zjištěným problémem.
2. Analýza funkcí – v druhém kroku bylo hlavním cílem přiřazení správných funkcí systémovým prvkům.
3. Analýza chybných funkcí/vad – Přiřazování funkcím jejich chybné funkce.
4. Analýza opatření – v tomto kroku se informovalo o preventivních opatřeních.
5. Optimalizace – zde bylo nutné vyhodnotit změněný stav a snížit riziko pomocí dalších opatření. (Verband der Automobilindustrie, 2005)

Ovšem harmonizovaná FMEA rozšířila FMEA podle VDA 4 o další dva kroky. Prvním z dvou nově přidaných kroků byla příprava a plánování FMEA. Druhým přidaným byla dokumentace výsledků provedené FMEA. Celý 7krokový přístup má nyní tuto podobu:

1. Plánování a příprava FMEA – identifikace a seznámení s projektem.
2. Analýza struktury – rozsah analýzy pomocí stromu struktury nebo třeba blokového diagramu.
3. Analýza funkcí – vyobrazení funkcí pomocí stromu sítě nebo diagramu.
4. Analýza selhání – zjištění všech možných selhání, ke kterým může dojít.

5. Analýza rizik – v tomto kroku je hlavním účelem přiřazení opatření, ať již stávajících nebo plánovaných a zhodnocení rizik.
6. Optimalizace – zvolení těch řešení, které zamezuje nebo snižuje riziko a také přiřazení odpovědnosti a termínů k jejich uskutečnění.
7. Dokumentace výsledků – reportování výsledků a závěru celé provedené analýzy.

Porovnání všech změn v přístupu, které harmonizovaná FMEA podle VDA/AIAG přinesla oproti metodice FMEA podle VDA 4, která byla a může být některými firmami i nadále využívána je popsána v mé bakalářské práci, která se zabývala právě těmito změnami a návrhem nové interní směrnice a navržením harmonogramu přechodu na harmonizovanou metodiku. Proto bude uvedena i v bibliografii mezi další literaturou, díky které byla vytvořena tato diplomová práce.

#### **2.4.1 Tvorba dokumentace**

Stejně jak tomu bylo u FMEA podle VDA 4, tak i nyní u harmonizované verze je zpracování formuláře volné. Právě s tímto je určitý typ volnosti, kdy provozovatel FMEA není nucen u tvorby FMEA a vyplňování formuláře k používání specializovaných softwarových řešení, a proto je vlastně zpracování formuláře přímo na provozovateli a jeho možnostech. Existují specializované programy, které jsou doporučovány k tvorbě FMEA analýz, na druhou stranu je možné FMEA analýzy tvořit i s pokročilými formuláři vytvořenými v obyčejném kancelářském programu Microsoft Excel. Pokud je zvolena poslední zmíněná možnost je dobré zmínit, že formulář by měl nejlépe obsahovat všech šest bodů, které harmonizace přinesla. A usnadnění posledního kroku představující dokumentaci výsledků.

Tvorbě formulářů v programu Microsoft Excel bude věnována oblast v praktické části této diplomové práce.

#### **2.4.2 Postup zpracování konstrukční FMEA (FMEA-D)**

O několik kapitol výše byly popsány, jaké druhy se FMEA analýz před harmonizací a jaké nové přinesla právě harmonizace. V této kapitole bude ukázán kompletní teoretický postup, jak zpracovat konstrukční FMEA podle nového 7krokového přístupu. Součástí každé FMEA analýzy je její důkladné naplánování a příprava. Právě plánování a příprava

představuje první z celkem sedmi nových kroků. V rámci přípravy je žádoucí shromáždit co nejvíce informací, které mohou pomoci týmu v analýze. Samozřejmostí je ověření, zda k řešené analýze existuje již vytvořená základní FMEA nebo zda řešené komponenty nejsou již obsaženy v rodinné FMEA. Pokud je řešen nový produkt, který bude součástí rodiny je žádoucí, aby po jeho dokončení byla doplněna rodinná FMEA.

### **1. krok – plánování a příprava, záhlaví formuláře**

Záhlaví formuláře je plně přizpůsobitelné podle organizace, tak aby vyhovovalo jejím potřebám. Následující informace mohou být zapsány v hlavičce formuláře:

- Název společnosti, která provádí FMEA,
- Předmět FMEA neboli název projektu,
- Datum zahájení analýzy FMEA,
- Platforma/modelový rok,
- FMEA tým,
- Identifikační číslo,
- Stupeň ochrany informací.

### **2. krok – Analýza struktury**

V druhém bodě tvorby designové FMEA je hlavním cílem identifikace a její následné rozdělení na jednotlivé části – systém, subsystém a komponent/díl. V tomto bodě se také realizuje vizualizace struktury pomocí stromu struktury nebo blokovým diagramem, 3D modelem nebo reálným dílem. Mimo vizualizaci je nutné vymezit i vztahy a odpovědnosti mezi dodavatelem a zákazníkem. Pro vizualizaci s hierarchickým znázorněním je využíván strom struktury. Každý prvek ve stromu struktury je k dispozici pouze jeden a tím nedochází k nežádoucí redundanci. Všechny uvedené informace jsou základem pro následující krok, tudíž pokud nedojde k uvedení všech prvků zde, budou chybět v dalším kroku. Ve formuláři jsou pro analýzu struktury připraveny tři sloupce.

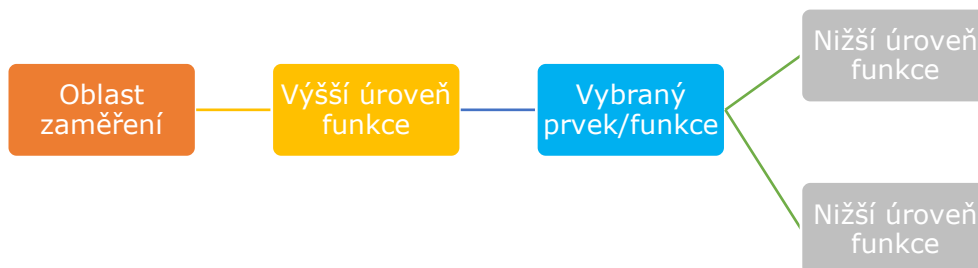
1. Vyšší úroveň – prvek, který má nejvyšší stupeň v rámci prováděné analýzy.
2. Vybraný prvek neboli Focus element je prvek, vůči kterému je zvažována případná rizika a následky.
3. Nižší úroveň anebo druh charakteristiky je vůči vybranému a zkoumanému prvku na nižší úrovni v rámci struktury.

### 3. krok – Analýza funkcí

Zobrazení funkcí produktu je možné provést obecně pomocí stromu funkcí nebo detailnějším popisu s využitím diagramu parametrů neboli P-diagramu.

Popisování funkcí je nutné provádět srozumitelně a v přítomném čase, výraz by měl být složený ze slovesa a podstatného jména. V úvahu se zde musí brát i funkční požadavky, které představují kritéria, pomocí kterých se hodnotí nebo měří požadavky, které nejsou spojeny s funkčností, ale jsou řešeny při vývoji nebo návrhu.

Nicméně jestliže dochází k recipročnímu působení funkcí více systémových prvků je nutné přistoupit k vizualizaci pomocí stromu sítě nebo pomocí formuláře. Hlavní výhodou stromu je odhalení vzájemných hierarchických vztahů, které mohou znamenat i případná selhání. V praxi lze tedy říct, že pokud je mezi dvěma prvky v hierarchické struktuře funkční vztah, vzniká v tomto spojení i případná možnost selhání. V přípravné fázi stromu funkcí je dobré zkoumat funkce, které jsou pro nás důležité. Celý strom/síť funkcí je řešen odshora dolů, tudíž od funkce prvku vyšší úrovně přes vybraný prvek až po funkce nižší úrovně. Funkce nižší úrovně jsou ve struktuře mezi sebou logicky propojeny viz následující obrázek.



Obrázek 1 - Strom struktury a hierarchická úroveň prvků v FMEA

Zdroj: Vlastní zpracování

Aby analýza selhání a s ní odhalení případných míst, kde může dojít k selhání nám poskytla relativní informace musí dojít k absolutnímu vymezení všech funkcí zkoumaných právě v analýze funkcí.

#### **4. krok – Analýza selhání**

Další analýzou a v pořadí již čtvrtým krokem je analýza selhání, která zjišťuje následky, vady a příčiny. Mimo jejich zjištění dochází i ke srovnání jejich vztahů, aby bylo možné lépe definovat úroveň jejich rizik.

Selhání vychází z námi definovaných funkcí v předchozím kroku. Pro příklad selhání vycházejícího z funkce může být třeba ztráta funkce, omezená funkce, zpožděná funkce, apod... Popis selhání musí být srozumitelný pro všechny zúčastněné a případně další čtenáře FMEA protokolu. Mnohdy se může stát, že jedna funkce může mít řetězec selhání, a proto je nutné všechny selhání, které tým napadne zhodnotit.

V analýze selhání se ve formuláři setkáme se čtyřmi sloupečky, které jednotlivě reprezentují následek vady (FE), význam vady (S), vadu (FM) a příčinu vady (FC).

Následkem vady je výsledek vzniklý na základě námi řešené vady. Následek vady může viditelně i neviditelně ovlivnit zákazníka. Výsledný případný následek vady je závislý na znalostech FMEA týmu, které by měli být co nejobsáhlejší. Jelikož význam následku vady je poté hodnocen pomocí stupnice s deseti body. Proto jsou znalosti týmu klíčové, aby došlo k odhalení všech možných následků.

Vada (FM) – vada znamená typ selhání, kdy zkoumaný prvek nemůže plnit svou očekávanou funkci.

Příčina vady (FC) – směřuje na to, proč k vadě vůbec došlo. Doporučuje se, aby pro všechny vady byly zjištěny příslušné příčiny. Mezi příčiny vady je zařazováno například vzájemné působení v rámci systému (tekutiny, mechanické poškození), nevhodný návrh s funkční vlastností (nevhodný materiál, apod...) nebo vliv vnějších vlivů v podobě vysoké teploty, vlhkosti, vibrací a další nezmíněné příčiny proč může dojít k vadě.

#### **5. krok – Analýza rizik**

Bod, u kterého se projeví poctivost v předchozích krocích. Jelikož v analýze rizik dochází k ohodnocení významu, výskytu a detekce, která ve výsledku ukáže prioritu a zařazení do kategorie priority opatření této potencionální vady. V případě vysokého celkového hodnocení je nutné navrhnout opatření, jak snížit riziko nebo případně riziko odstranit vůbec.

V pátém kroku ve formuláři je celkem šest sloupců – stávající preventivní opatření, výskyt (O), stávající opatření k odhalení vady, detekce vady (D) a výsledná priorita opatření (AP – Action Priority) a doplňkově dle potřeb podniku i kód filtru, který specifikuje zařazení

podle podnikem specifikovaných kategorií (např. ohrožení bezpečnosti S). Prvním ze sloupců je pro vepsání stávajících preventivních opatření, které informuje o zdrojích, které pomáhají firmě zabránit výskytu příčin. Text by měl být napsán znovu srozumitelně a pokud se odkazuje na jiné dokumenty (směrnice nebo další dokumenty prokazující získané poznatky) měl by být uveden i odkaz.

Stávající opatření by mělo plnit úspěšnou funkci odhalování vady ještě před tím, než by se deformovaný díl uvolnil. V tomto sloupečku by tedy měl být zapsán způsob nebo činnost, které mají odhalit případnou vadu včas např. (jízdni zkouška, zkouška pevnosti spoje apod.).

Pro přezkoumání efektivnosti stávajících opatření k odhalení a prevenci se využívají testy na vzorcích, které odhalí, zda aktuální opatření plní své funkce či nikoliv. Pokud k vadě přesto dochází je nutné obě opatření přezkoumat a navrhnout nová a více funkční.

Hodnocení rizik se provádí pomocí dílčího hodnocení s využitím stupnice od 1 do 10 pro význam (S, vážnost následku vady), výskyt (O, výskyt příčiny vady) a detekci vady (D, odhalení vady).

**Význam** je hodnocení nejzávažnějšího následku důsledkem zkoumané vady. Pomocí ohodnocení je možné stanovit priority podle stupně, kterým jsou jednotlivé následky obodovány. Hodnocení probíhá podle této hodnotící tabulky.

Tabulka 1- Tabulka hodnocení významu (S)

<b>Všeobecná kritéria hodnocení významu pro produkt (S)</b>		
<b>S</b>	<b>Dopad</b>	<b>Kritérium hodnocení významu</b>
10	<b>Velmi vysoký</b>	ovlivnění bezpečného provozu vozidla a/nebo ostatních vozidel, zdraví řidiče nebo cestujících
9		nesplnění požadavků právních předpisů
8	<b>Vysoký</b>	<b>ztráta</b> primární funkce vozidla nezbytné pro běžný provoz během očekávané životnosti
7		<b>zhoršení</b> primární funkce vozidla nezbytné pro běžný provoz během očekávané životnosti
6	<b>Střední</b>	<b>ztráta</b> vedlejší funkce vozidla
5		<b>zhoršení</b> vedlejší funkce vozidla
4		velmi nepříjemná vlastnost (zvuk, vzhled, hluk, vibrace apod.)
3	<b>Nízký</b>	tolerovatelně přijatelná vlastnost
2		mírně ovlivněná vlastnost (vzhled, hluk, vibrace apod..)
1	<b>Velmi nízký</b>	neznatelný dopad

Zdroj: Upraveno dle: (Automotive Industry Action Group a Verband der Automobilindustrie 2019)

Tabulka obsahuje body 1-10, přičemž hodnota 9 a 10 znamená velmi vysoký význam vady, kdy dochází k ohrožení bezpečnosti nebo porušení právních předpisů. Opakem je velmi nízký význam, kdy projevená závada bude mít neznatelný dopad na funkčnost výrobku.

**Výskyt** hodnotí účinnost preventivních opatření a četnost výskytu vady při nasazených preventivních opatřeních. Hodnocení bodovou stupnicí neodráží skutečný výskyt ale pouze ten relativní. K ohodnocení je využívána následující tabulka.

Tabulka 2 - Zjednodušená tabulka hodnocení pro výskyt (O) vady

<b>Potenciální výskyt (O) pro návrh produktu</b>		
<b>O</b>	<b>Předpoklad výskytu příčiny vady</b>	<b>Kritéria výskytu</b>
10	<b>Extrémně vysoký</b>	První aplikace nové technologie bez zkušeností z provozu. Neexistuje zkušenost s ověřováním a validací produktu.
9	<b>Velmi vysoký</b>	První použití návrhu s technickými inovacemi nebo materiály v organizaci. Nové použití nebo změna provozního cyklu/provozních podmínek. Neexistují žádné zkušenosti s ověřováním a validací produktu.
8		První použití návrhu s technickými inovacemi nebo materiály pro novou aplikaci. Neexistují žádné zkušenosti s ověřováním a validací produktu.
7	<b>Vysoký</b>	Nový návrh na základě podobných technologií a materiálů. Nové použití nebo změna provozního cyklu/provozních podmínek. Neexistují žádné zkušenosti s ověřováním a validací produktu.
6		Podobný předcházejícímu návrhu, využití stávajících technologií a materiálů. Podobné použití se změnou provozního cyklu/provozních podmínek. Existují zkušenosti s testováním nebo z provozu.
5	<b>Střední</b>	Drobné změny předcházejícího návrhu s využitím osvědčených technologií a materiálů. Podobné použití, provozní cyklus/provozní podmínky. Existují zkušenosti s testováním nebo v provozu nebo nový návrh s určitými zkušenostmi vztahujících se k selhání. Návrh se odkazuje na databázi znalostí z předchozích návrhů.
4		Téměř identická konstrukce s krátkodobým nasazením v provozu. Podobné použití s malou změnou pracovního cyklu nebo podmínek. Předchozí testování nebo provozní zkušenosti. Předchozí konstrukce a změny nové konstrukce odpovídají osvědčeným postupům, normám.
3	<b>Nízký</b>	Drobné změny známého návrhu. Předchozí zkušenosti z testování nebo zkušenosti z provozu za srovnatelných provoz. podmínek nebo nový návrh s úspěšně uzavřenými zkušebními postupy.
2	<b>Velmi nízký</b>	Téměř identický návrh s dlouhodobým nasazením v provozu. Stejné použití se srovnatelným provozním cyklem a podmínkami. Předchozí zkušenosti z testování nebo zkušenosti z provozu za stejných podmínek.
1	<b>Extrémně nízký</b>	Vada je vyloučena preventivním opatřením, příčina vady se nemůže vyskytnout.

Zdroj: Upraveno dle: (Automotive Industry Action Group a Verband der Automobilindustrie 2019)



I v případě výskytu je hodnotící tabulka seřazena od 1-10, kdy nejvyšší stupeň znamená extrémně vysoký předpoklad výskytu vady, který nastává v situacích, kdy podnik může aplikovat například novou technologii bez předchozích znalostí. Extrémně nízký předpoklad u výskytu vady je v situacích, kdy je samotná vada odstraněna již preventivním opatřením, a proto se nemůže vyskytnout.

**Detekce** je míra úspěšnosti opatření vedoucí k odhalení vad před uvolněním do výroby. Pro její ohodnocení je využívána hodnotící tabulka (uvedena níže) pro detekci vady.

Tabulka 3 - Tabulka pro potenciální detekci (D)

<b>Potenciální detekce (D) pro validaci návrhu produktu</b>			
<b>D</b>	<b>Schopnost odhalit</b>	<b>Zralost metody odhalování</b>	<b>Možnosti odhalování</b>
10	<b>Velmi nízká</b>	Postup zkoušení nebyl dosud navržen.	OK-NOK, zkouška do výpadku, únavové testy
9		Postup zkoušení nebyl navržen speciálně pro odhalení příčin nebo vad	OK-NOK, zkouška do výpadku, únavové testy
8	<b>Nízká</b>	Nová metoda zkoušení, neověřená	OK-NOK, zkouška do výpadku, únavové testy
7			OK-NOK
6	<b>Střední</b>	Osvědčená zkušební metoda pro ověření funkčnosti, kvality. Plánované načasování je později v cyklu vývoje produktu, selhání zkoušky může mít za následek zpoždění výroby a potřebnou následnou úpravu	Zkouška do výpadku
5			Únavové testy
4	<b>Vysoká</b>	Osvědčená zkušební metoda pro ověření funkčnosti nebo validace výkonu, kvality, spolehlivosti a životnosti. Plánované načasování je dostatečné pro úpravu všeho před uvolněním produktu do výroby.	OK-NOK
3			Zkouška do výpadku
2			Únavové testy
1	<b>Velmi vysoká</b>	Předchozí zkoušky potvrdily, že se vada nebo příčina nevyskytuje, nebo se jedná o osvědčené metody odhalování, u kterých je odhalení vady úspěšné	

Zdroj: Upraveno dle: Automotive Industry Action Group a Verband der Automobilindustrie (2019)

Hodnoticí tabulka využívá také stupnici 1-10, kdy v případě ohodnocení deseti body (maximální hodnota) znamená, že schopnost odhalit vadu je velmi nízká, a tedy nebyl postup k odhalení definovaný. Používá se zde převrácený smysl, kdy hodnota 1 znamená velmi vysokou schopnost odhalení vady a naopak hodnota 10 představuje velmi nízkou schopnost odhalení a pro podnik to znamená velmi závažný problém, protože závada může dojít až k zákazníkovi.

### **Priorita opatření (AP)**

Priorita opatření dosahuje až 1000 různých kombinací hodnocení Významu, Výskytu a Detekce vady, celá tabulka je k dispozici v příloze A. Přesně i v tomto pořadí je kladen důraz na jednotlivá kritéria s cílem předvídat selhání. Priorita opatření je zařazena do tří, různě barevných úrovní: vysoká (červená, musí být definované opatření ke zlepšení prevence nebo odhalení), střední (žlutá, mělo by být definované opatření ke zlepšení prevence nebo odhalení) a nízká (zelená, může a nemusí uvést opatření ke zlepšení) s cílem pomoci určit priority, které opatření je nutné řešit nejdříve. Dříve místo AP se počítala míra rizika (RPN nebo také označováno jako RPZ) pomocí vynásobení hodnot  $S \times O \times D$ . Jenže tímto způsobem mohlo dojít k velmi příbuzným rizikovým číslům jež vedlo k určité nejasnosti při stanovení priorit. Proto s harmonizací přišla priorita opatření, která dává různý důraz na jednotlivé vlastnosti. Tabulka s hodnocením AP je pro konstrukční a procesní FMEA stejná, ale FMEA – MSR je z podstaty doplňkové FMEA odlišná. Celá tabulka pro vyhodnocení priority opatření je přiložena v přílohách. Tabulka pro hodnocení priority opatření je součástí příloh.

### **6. krok – Optimalizace**

Optimalizace je poslední kategorií ve formuláři a předposledním krokem v celém 7krokovém přístupu metodiky. Hlavním cílem je optimalizace opatření snižující rizika a vytyčení odpovědnosti za zavedení nových opatření a termínů splnění.

Ve formuláři tedy mimo sloupce preventivní opatření, opatření k odhalení, odpovědné osoby a plánované datum dokončení je i sloupec s názvem „Status“ reprezentující status opatření. Tento sloupec může nabývat hodnot: otevřeno, v rozhodování, v realizaci, uzavřeno a nezavedeno. Není možné brát FMEA analýzu jako uzavřenou, dokud nejsou zhodnoceny všechny priority opatření.

Ve sloupci „přijatá opatření s odkazem na důkaz“ bude definováno nové opatření a k němu bude znovu provedena analýza rizik, jako byla stanovena prvotně v pátém kroku.

## **7. krok – Dokumentování výsledků**

Smyslem posledního kroku je hlavně zdokumentování průběhu celé FMEA a sumarizace výsledků pro celý FMEA tým a další pracovníky. FMEA zpráva se může používat pro komunikaci vně i mimo společnost. Sumarizovaná zpráva může být v každém podniku odlišná a závisí pouze na podniku, co je pro něj důležité. Všeobecně by zpráva měla obsahovat základní identifikátory FMEA (účel, FMEA tým, načasování) a poté shrnutí analýzy, přijatých opatření, ohodnocení rizik a podklady k hodnocení apod...

Smyslem celé této dlouhé kapitoly bylo popsání celého 7krokového postupu u tvorby nové harmonizované konstrukční analýzy možnosti vzniku vad a jejich následků. Ve dvou následujících kapitolách budou přiblíženy změny u procesní FMEA a postup u nové FMEA monitorování a odezvy systému (FMEA-MSR).

### **2.4.3 FMEA-P**

Procesní analýza možnosti vzniku vad a jejich následků se podle původní metodiky VDA 4 postupově nelišila od té konstrukční. Postup tvorby harmonizované procesní FMEA je také stejný jako postup u harmonizované konstrukční FMEA. Plánování a příprava, analýza struktury, analýza funkcí, analýza selhání, analýza rizik až po optimalizaci a dokumentování výsledků, celý postup je shodný s tím, že u procesní, jak již název napovídá, tak zkoumaný prvek nebude konstrukční díl, ale vybraný krok procesu. Celou procesní FMEA analýzou budeme zkoumat tedy proces.

Ačkoliv kroky a přístup jsou stejné, několik rozdílů zde je. V analýze struktury se místo blokového diagramu využívá vývojový diagram procesu a strom struktury, který je shodný s konstrukční FMEA. U analýzy selhání patří mezi klasické příčiny tzv. 4M. Označení 4M je zkratka pro:

- Man (člověk) – obsluha stroje,
- Machine (stroj) – robot, přípravky, lis,
- Material (materiál) – olej, montážní tuk,
- EnvironMent (prostředí) – fyzikální podmínky.

Způsob hodnocení rizik (Význam vady, Výskyt vady a Detekce vady) je shodný s konstrukční FMEA. Pouhým rozdílem jsou upravené tabulky k hodnocení, které jsou orientované na proces. Priorita opatření a jejich 1000 kombinací hodnocení Významu,

Výskytu a Detekce zůstala nezměněná. Stejně tak i poslední dva kroky – Optimalizace a dokumentace není nijak odlišná.

Vztah mezi procesní a konstrukční FMEA je takový že, jestliže selže návrh dojde k selhání jedné nebo více funkcí. Odpovídajícím selháním procesu, je to že procesně není možné dosažení ve výrobě takových atributů produktu, které byly navrženy. V této situaci bude následek vady stejný v konstrukční FMEA stejně jako v procesní FMEA.

#### **2.4.4 FMEA-MSR**

Následkem využívání více a více systémů ve vozidlech došlo s harmonizací metodiky FMEA k příchodu nové doplňkové analýzy. FMEA-MSR, celým názvem FMEA monitorování a odezvy systému je doplňková FMEA ke konstrukční variantě FMEA-D. I přesto, že se jedná o doplňkovou FMEA je dodrženo 7krokového přístupu. Jejím hlavním účelem je rozebírat a sledovat případné příčiny poruch na základě kterých systém nebude předvídatelně reagovat. Právě tato rizika mohou být v konstrukční FMEA hodnocena jako vysoká, ale pomocí FMEA-MSR dochází ke zvážení dalších faktorů, a tím je dosaženo nižších hodnot s využitím provozního systému vozidla. Zásadním rozdílem od konstrukční a procesní FMEA jsou analyzovaná rizika. V doplňkové FMEA se neřeší Detekce vady, ale Monitoring. Právě kritérium Monitoring řeší efektivitu detekce selhání v provozu s ideálním případem, kdy jsou splněny všechny požadavky. Dále zde nenajdeme Výskyt vady, ale hodnotí se zde Četnost výskytu vady. Posledním kritériem je Význam, který zůstal stejný. FMEA monitorování a odezvy systému řeší aktuální stav rizik u koncového zákazníka. Odhalování selhání u zákazníka během provozu může znamenat zabránění nouzového stavu, zápisu chybového kódu do řídicí jednotky vozidla vznikajícího na základě selhání.

##### **1. krok – Plánování a příprava – projektu FMEA-MSR**

V prvním kroku neboli identifikaci projektu pomáhají při přípravě body, na které je vhodné znát odpověď. V takové situaci lze označit bod přípravy a plánování za úspěšně dokončený. Otázky, které nám pomohou v přípravě jsou následující:

- Právní a technické požadavky a požadavky na technická zadání,
- Možné nebezpečí a rizika,
- Diagramy a schémata,

- Přání a potřeby zákazníků,
- Případné předchozí provedené FMEA.

Systemy zkoumané FMEA-MSR jsou obecně složeny ze tří základních prvků. Mechatronické systémy jsou složeny alespoň ze senzoru, nějaké řídicí jednotky a ovladače (akčního členu) a ke svému zobrazení využívají blokového schématu. V rámci FMEA-MSR se neřeší pouze mechatronické systémy, ale můžeme s ní analyzovat i mechanické systémy.

## **2. krok – Analýza struktury FMEA-MSR**

Princip tohoto druhého kroku je stejný, jako u předchozích druhů FMEA metody. Analýza může v souvislosti se svým rozsahem obsahovat hardware i softwarový prvek. K zobrazení je možné využít blokových diagramů nebo stromu struktury. Obsah analýzy je v návaznosti na takové prvky, které v konstrukční FMEA ukazují na skutečné příčiny, které mohou ohrozit bezpečnost uživatelů, anebo nejsou v souladu s předpisy. Pokud v analýze není uveden žádný senzor je k popisu přijímaných dat/signálu jednotky ECU přiřazen prvek „Interface Element“, ECU má za jednu ze svých funkcí přijímat signál pomocí konektoru. Pokud není tento aspekt hlídán je možné získat špatný výstupní signál. V druhém případě, kdy není uveden ani žádný ovladač bude k ECU taktéž přiřazen prvek „Interface Element“, mimoto ECU vedle přijímání musí zvládat signál i odesílat různým způsobem (konektor apod.). Pokud signály chybí, je možné to označit jako žádný výstup. Důvody, proč dochází ke špatným signálům u dílů nebo komponentů může být mimo odpovědnost podniku. Naopak právě špatné signály ovlivňují funkčnost dílů, za které podnik již odpovědnost nese a z toho důvodu je nutné všechny tyto informace shromáždit v FMEA-MSR.

## **3. krok – Analýza funkcí – FMEA-MSR**

U doplňkové FMEA je za funkci považováno úspěšné monitorování se zaměřením na odhalení poruch a chyb v odezvě. Tyto funkce se mohou skládat z mnoha položek například detekce mimo rozsah nebo sekvenční ověřování. Další funkcí, kterou je možné zvážit je zpracování poruchy. Klasickým představitelem zpracování systémové poruchy může být funkce na přepnutí řídicí jednotky nebo celého vozu do nouzového stavu. Celá struktura jako u ostatních druhů je možná zobrazit pomocí diagramu parametrů nebo stromu funkcí.

## **4. krok – Analýza selhání – FMEA-MSR**

Hlavním cílem je nejdůkladnější odhalení řetězce sekvencí, který ve výsledku přinese výsledek v souvislosti s jedním ze tří scénářů. Vybraným prvkem neboli „Focus Element“ je u FMEA-MSR komponent, který má schopnost diagnostiky – řídicí jednotka. Pokud není možné poruchu detekovat, vada vede ke svému následku s tomu vhodným hodnocením Významu. Opačná situace nastává, pokud díl je schopen selhání detekovat, reakce má nižší zařazení u kritéria Významu, než bylo původní ohodnocení. V této souvislosti jsou k dispozici tři scénáře – není nebezpečný, nebezpečný a zmírnění.

- 1) Není nebezpečný – od výskytu selhání až po její následek, který není nebezpečný. Může ale dojít k ovlivnění funkčnosti základních požadavků. Důsledek poruchy, jiným slovem vada je v prvním a druhém scénáři shodná s vadou v konstrukční FMEA.
- 2) Nebezpečný – dochází k nestandardnímu chování od výskytu až po následek poruchy, který ohrožuje zákazníka. V tomto scénáři hraje velkou roli správné odhadnutí velikosti časového intervalu tolerance poruchy – představující dobu mezi vznikem vady a výskytem dopadu vady na základní požadavky.
- 3) Zmírnění – zmírnění následku od výskytu poruchy může zamezit ke vzniku ohrožení, ale dochází ke zhoršení funkcí nebo její ztrátě. Představitelem může být nouzový stav vozu. S hybridním řetězcem se lze setkat pouze u třetí a posledního scénáře. Představuje řetězec, kde dochází ke spojení vady a popisu požadovaného chování.

Nejčastější příčinou jsou elektrické a elektronické poruchy, případnou příčinou vzniku vady může být i vliv různých činitelů (opotřebení, prostředí apod.). Dopad poruchy lze označit do různých stavů, ale atribut Význam (S) se hodnotí stejně jako u předchozích typů desetibodovou stupnicí.

## **5. krok – Analýza rizik**

Pro zjištění rizika je využíván odhad tří komponent Význam (S), Četnost (F) a Monitoring (M).

- Význam – význam dopadu, známka je stejná jako v konstrukční FMEA.
- Četnost – četnost přítomnosti příčiny po celou dobu životnosti produktu, četnost výskytu závisí na podmínkách provozu, a proto je možné využít k ohodnocení databázi stížností, data z provozu nebo výsledky z FMEA-D a FMEA-P.

- Monitoring – detekční potenciál monitorovacích funkcí k odhalení příčiny během provozu a reagovat adekvátně tak, aby došlo k zachování bezpečí. Zároveň je zařazena do stupnice nehledě na ohodnocení kritérií Význam a Četnost.

Ve formuláři je uveden i sloupec poskytující možnost vepsat stávající a plánovaná patření využívaná k monitorování. Pokud není dostupné žádné monitorování je doporučeno ohodnotit atribut Monitoring jako neefektivní je označen tzn. nejvyšší hodnotou 10, kdy neexistuje žádný způsob monitorování. V případě, kdy systém dokáže detekovat většinu poruch a třeba pouhých 5 % není schopen detekovat, tak u nejvíce závažného dopadu zůstává hodnocen atribut Význam maximálním bodem ze stupnice. V opačném případě dochází ke snížení významu dopadu a snížené riziko představuje hodnotu parametru Monitoring. U poslední varianty, kdy dochází ke spolehlivému monitorování je původní význam snížen, protože ten původní následek je kvalitním monitorování znemožněn.

**Priorita opatření AP** – princip fungování priority opatření je stejný s předchozími typy FMEA. Odlišnost je pouze v tabulce kombinací parametrů Význam (S), Četnost (F) a Monitoring (M) i přesně v této popsané posloupné hierarchii dochází ke snižování rizika.

- Vysoká priorita (H) – tým musí přijít s opatřením ke snížení atributu Četnost.
- Střední priorita (M) – mělo by dojít k nahrazení stávajícího opatření, novým a účinnějším opatřením ke snížení Četnosti.
- Nízká priorita (L) – může dojít k nalezení opatření vedoucí ke snížení Četnosti.

Poslední dva kroky (6 a 7) z celého postupu je optimalizace a dokumentování výsledků, ve kterých nedochází k žádným velkým změnám oproti způsobu tvorby v konstrukční a procesní FMEA. (AIAG a VDA, 2019)

V porovnání konstrukční FMEA a této její doplňkové verze je vidět, že je velká snaha o zachování stejného postupu analýzy a všechny tři druhy se liší pouze v odlišných pojmových interpretacích, které jsou specifické pro daný druh FMEA metodiky a mírnou změnou hodnotících tabulek, které jsou ale nezbytné.

## 2.5 FMEA formulář

Pro každou FMEA existuje samostatný formulář. Pro konstrukční (FMEA-D) a procesní (FMEA-P) je formulář téměř stejný a dochází pouze k drobným rozdílným slovním

interpretacím a formulacím. Naopak u doplňkové FMEA-MSR je formulář více rozdílný. Došlo zde k doplnění dalších sloupců a zásadní slovní změně. Důležitým a shodným prvek u všech typů je dodržení principu celého 7krokového přístupu. Všechny tři formuláře a jejich podoby jsou součástí příloh (Příloha C–D) této diplomové práce.

Popsání tvorby FMEA výše a její jednotlivé druhy bylo nutné pro předání znalostí, díky kterým došlo k vytvoření praktické části této diplomové práce. Popsané znalosti byly vytvořeny zejména při tvorbě e-learningového FMEA kurzu.



### **3. Kontinuální vzdělávání**

Znalosti, které je možné získat vzděláním a praxí i v minulosti byly velice ceněné a v dnešní době tomu není jinak. Díky pokrokům a moderním technologiím dochází k pokroku i v rámci vzdělávání. Dříve bylo zcela běžné získat znalosti pouze ve škole, v práci nebo z knih. S příchodem internetu se obzory se znalostmi ještě více přiblížili lidem. A díky všem možným inovacím a technologiím je v dnešní době k dispozici i internetové vzdělávání pomocí online výukových hodin a videí nebo e-learningových kurzů.

Poslední dva roky, během kterých došlo k ochromení celého světa pandemií viru SARS-CoV-2 došlo k rozšířenému digitalizování světa ve všech směrech, výjimkou nebylo ani školství a vzdělávání. Právě s využitím moderních technologií bylo v tomto období možné více vzdělávat žáky základních, středních i vysokých škol distančně, ačkoliv před třemi lety takovýto scénář byl naprosto nepředstavitelný. Vzdělávání zaměstnanců, také díky pandemii a zaměření na Industry 4.0 zažilo velký posun v digitalizaci, která se týká i školení zaměstnanců.

V této práci se nechci věnovat způsobům vzdělávání studentů ve školách, ale vzdělávání zaměstnanců s využitím moderních technologií, kterými jsou zejména e-learningové kurzy.

## 4. E-learning

V této kapitole bude vysvětleno, co vlastně název e-learning znamená a jak je definován jednotlivými autory. Pojem e-learning, který je v dnešní době chápán jako forma vzdělávání s využitím moderních počítačových technologií a poskytující studujícímu určitou volnost či distanční studium má několik různých definic. Každá je mírně odlišná, avšak všechny se shodují, že e-learning je využití komunikačních technologií, které nakládají s daty na síti.

Pro detailnější definici je vhodné využít například přímo definici Evropské unie, která pojem e-learning popisuje jako: *„využívání nových multimediálních technologií a internetu ke zlepšení kvality výuky a ulehčení přístupu ke zdrojům a službám i na dálku a zajištění možnosti výměny a spolupráce.“* (European Commission 2003)

Podle této definice lze tedy odvodit, že e-learning je chápán jako nástroj, metoda ke vzdělávání, který využívá nové multimediální nebo digitální technologie a internetu k samostudiu a umožňuje zároveň na dálku výměnu informací, spolupráci a přístup ke zdrojům a službám.

Také je možné celý pojem e-learning vysvětlit zkráceně v jedné větě, že e-learning je způsob studia, který využívá počítačů a internetu. (Littlejohn a Pegler 2007)

Přesným opakem od těchto dvou výše zmíněných definic, je definice, kterou uvádějí ve svém Pedagogickém slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2003, s. 57), *„že e-learning je elektronické učení/vzdělávání. Označuje různé druhy učení podporované počítačem, zpravidla s využitím moderních technologických prostředků, především CD-ROM. Elektronické učení se rozšiřuje zejména ve sféře distančního vzdělávání a podnikového vzdělávání.“*

Lze tedy konstatovat, že myšlenka, která se vybaví širokému spektru lidí, že e-learning je učení s využitím počítačů je podle výše uvedených definic správná i odborná veřejnost se shodne v bodech, že se jedná o vzdělávací proces, který ve své podstatě využívá informační technologie a komunikační způsoby propojené pomocí počítačových sítí. Nyní, když je již znám význam pojmu, je dobré se ohlédnout i do jeho historie.

## 4.1 Historie e-learningu

Tak jako každá věc na světě má svou historii, tak i e-learning disponuje svou vlastní historií. Za prvotní technologii, která dokázala distančně předat informace, která byla mnohdy také využívána k úplně prvnímu elektronickému vzdělávání se dá považovat rádio, které spatřilo světlo koncem 19. století a dokázalo rychle šířit informace. Když byla v roce 1923 vynalezena elektronka, došlo ke vzniku televizoru a bylo možné k informacím přidat i jejich vizuální část. (Nocar et al. 2004)

Koncem 60. let již existovali počítače, ale jednalo se o velké sálové počítače, kde byl aplikovaný vzdělávací software založený na programovaném učení. Ovšem tato metoda se moc nerozšířila z důvodů finanční a prostorové náročnosti a také nedostatečné přípravy tvůrců vzdělávacího softwaru. (Květoň, 2004)

S příchodem počítačů v 70. letech se mnoho věcí usnadnilo a o deset let později vzniklo i vzdělávání pomocí počítače neboli CBT (Computer Based Training). Do dnešní formy se začala formovat až po vzniku internetu neboli WWW, o který se v roce 1991 postaral Tim Berners Lee. Rozvoj internetu byl základní stavební kámen pro dnešní počítačové vzdělávání, jež je označováno jako WBT (Web-Based Training).

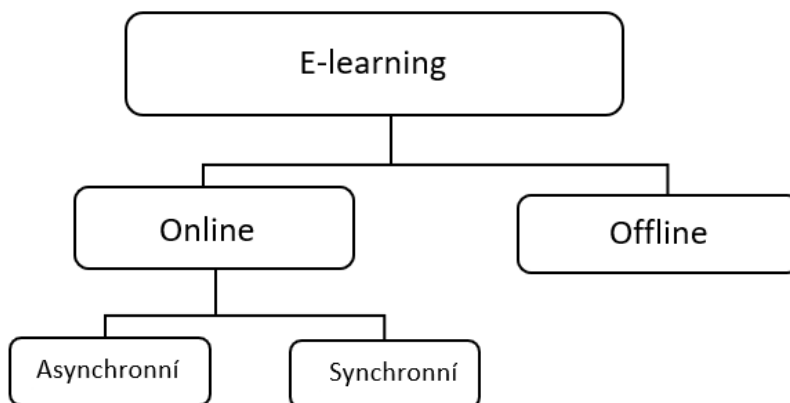
E-learning již fungoval v roce 1993, ale do roku 1999 pojem e-learning neexistoval a používali se pojmy jako WBT nebo online learning. Zároveň okolo roku 1999 se objevily na internetu první vzdělávací internetové stránky. (Nocar et al. 2004)

O značnou část rozvoje se postaraly počítače a po vzniku internetu došlo k širokému rozšíření. V roce 1993 již fungovala forma elektronického vzdělávání, kterou lze označit za základní kameny dnešní podoby e-learningu. Pojem e-learning vznikl až o šest let později a od té doby se využívá toto označení až dodnes.

## 4.2 Rozdělení e-learningu

E-learning, jak jde již z názvu pomocí předložky „e“ pochopit jedná se o elektronické vzdělávání. Vzdělávání pomocí elektroniky je v dnešní době s internetem možné rozdělit do dvou základních typů, a to právě podle využití internetu. Pro lepší představu rozdělení je následující obrázek. Je možné se tedy vzdělávat pomocí online kurzů nebo bez připojení k internetu v tzv. off-line verzi. U vzdělávání s připojením k internetu je dále možné ještě

rozlišit asynchronní a synchronní formy studia. Tyto dvě formy se odlišují způsobem komunikace studujícího a lektora mezi sebou.



Obrázek 2 - Rozdělení e-learningu

Zdroj: Upraveno dle: (Nocar 2004)

#### 4.2.1 E-learning s připojením k internetu (Online)

Online e-learning, jak už jde z názvu poznat potřebuje ke své plné funkčnosti připojení k internetu případně do sítě intranetu. Veškerá komunikace, předávání dokumentů a podkladů probíhá plně přes počítačovou síť. Také s tímto stylem e-learningu je spojována zkratka WBT neboli Web-Based Training. Mezi zásadní výhody oproti CBT je jistě možnost aktualizace vzdělávacích podkladů či kurzů, které stačí upravit pouze jednou a všichni zúčastnění mají okamžitě aktualizované kurzy. Výše bylo zmíněno, že právě online způsob se rozděluje na asynchronní a synchronní způsob výuky. (Egerová 2012)

**Asynchronní způsob** komunikace je styl, kdy nejsou účastníci připojeni ve stejný čas, a proto tedy komunikace mezi nimi probíhá pomocí emailu nebo pomocí diskusí u sdílených souborů. Tato forma nabízí větší časovou pružnost než synchronní forma, ale pro studenty může být náročnější, protože někteří se musejí motivovat pro studování touto formou. (Nocar et al. 2004)

**Synchronní forma** pro svou plnou funkčnost vyžaduje stálé připojení k internetu. Jelikož v této formě jsou zúčastnění oba aktéři, probíhá jejich vzájemná interakce ve stejný čas.

Příklad synchronní online formy je například online hodina s využitím platformy Google Meet nebo Microsoft Teams. (Nocar et al. 2004)

Na základě výše popsaných skutečností lze konstatovat, že distanční online výuka, která probíhala na školách právě následkem celosvětové pandemie byla kombinací asynchronního a synchronního způsobu komunikace mezi studujícími a vyučujícími.

#### **4.2.2 E-learning bez připojení k internetu (Off-line)**

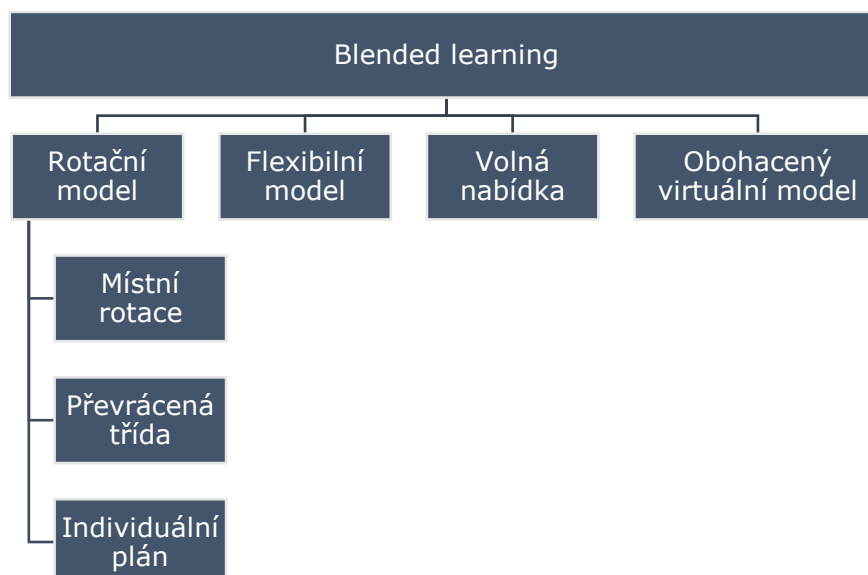
Pro vzdělávání touto formou není potřeba připojení k internetu, a tudíž jako jediná cesta přenosu vzdělávacích materiálů je využití záznamových, paměťových zařízení a nosičů, které nevyžadují od uživatele příliš vysoké IT dovednosti. Při tomto druhu vzdělávání se využívá vzdělávání pomocí počítače a nějakého vzdělávacího programu. Tento druh mimo zde použitý pojem – off-line e-learning lze i označit zkratkou CBT (Computer-Based Training. Nemusí se jednat o složitě propracované výukové programy nebo nasimulované reálných situací, se kterými se můžete setkat ve svém osobním nebo personálním životě. Opakem jsou jednoduché prezentace, které předávají jasné informace a není u nich vyžadována žádná interakce. CBT je předchůdce první zmíněné online verze a svůj velký rozmach zažil v 90. letech na základě rozšíření počítačů. Vzhledem k inovacím a rychlému rozvoji je ale již v dnešní době nahrazován lepšími technologiemi, jako WBT nebo Learning Management System (LMS), které začínají být i ve firemním vzdělávání snadnější, dostupnější. (Egerová 2012)

#### **4.2.3 Blended learning**

Pro Blended learning se nejvíce zažilo právě toto cizojazyčné označení, protože s českým překladem „smíšené vzdělávání“ se moc nepracuje. Ve zkratce smíšené vzdělávání tedy znamená, že dochází ke kombinaci klasické prezenční výuky se studiem pomocí e-learningu. Vznik smíšeného vzdělávání byl postupný, jelikož po velkém příchodu e-learningů se začalo pomalu zjišťovat, že není možné pomocí kurzů řešit výuku každé věci a že tento styl také není pro každého, protože každá lidská bytost má jiné vnímání. Přešlo se tedy k hledání smyslu, kde použití e-learningu má svůj smysl jako jsou výuky jazyků nebo povinné kurzy (bezpečnosti práce apod...). (Barešová 2011)

Blended learning se rozděluje do čtyř základní modelů:

- **Rotační model**, ve kterém je prezenční výuka základním kamenem a online výuka v podobě doplňovací schopnosti. V rotačním modelu se dále rozlišují ještě způsoby rotace, zda dochází k místní rotaci (v jedné třídě, část výuky je online třeba vyplňování online testů). Rotace místností, kdy mohou být střídány klasické učebny s těmi počítačovými. Převrácenou třídou, kdy se všichni nejdříve seznámí v rámci přípravy s obsahem v e-learningu a při prezenční výuce je obsah diskutován nebo detailněji vysvětlován. Takovýto způsob může být uplatňován i u složitých firemních školení. A posledním způsobem rotačního modelu je individuální plán, kdy každý student má svůj individuální plán.
- **Flexibilní model** – online studium je hlavním prvkem a určitá část je v prezenční formě například v podobě semináře.
- **Volná nabídka** – dílčí kurzy, které doplňují celé studium. Tyto dílčí kurzy jsou volitelně a velmi často právě formou online vzdělávání zakončené nějakým testem ověřující získané znalosti.
- **Obohacený virtuální model** – u tohoto modelu zpravidla proběhne pouze úvodní setkání v prezenční formě a zbytek studia je proveden již online formou. Další osobní setkávání spíše obohacuje získané online znalosti. (Zounek et al., 2016)



Obrázek 3 - Schéma rozdělení Blended learningu

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro lepší přehlednost bylo vytvořeno schéma zobrazení všech výše popsaných modelů. Definované způsoby je možné kombinovat, tak aby výsledkem bylo co nejefektivnější smíšené vzdělávání. Celý tento směr dosahuje silného potenciálu stylu kvalitního a moderního vzdělávání s využitím moderních technologií, které nám poskytuje nynější doba.

#### **4.2.4 M-learning**

Chytrý mobilní telefon vlastní v dnešní době již každý z nás a vzhledem k rychlému vývoji mobilních technologií a dalších technologií je již dnes celkem snadno představitelný koncept mobilního vzdělávání s využitím chytrých telefonů, tabletů nebo čteček. V rámci M-learningu je možné se vzdělávat díky mobilní technologii nezávisle na místě a čase. Velkým mínusem oproti klasickému e-learningu, který probíhá na počítači je velikost obrazovky a nutnost optimalizovat M-learning pro různé velikosti obrazovek zařízení, a také na základě odlišných rozměrů je nutné omezit i sdělované informace na obrazovce v rámci M-learningu. Další aktuální omezení, jako případné problémy s mobilním připojením k internetu nebo případnou jazykovou mutací kurzů znamenají pouze doplňkový způsob vzdělávání zaměstnanců pomocí QR kódů odkazující na další doplňující informace k tématu nebo na výuková videa. Nebo zobrazení předmětu pomocí augmentované reality (AR). (Egerová 2012)

### **4.3 Výhody**

Vždy má každá situace nebo věc dva úhly pohledu. Prvním pohledem můžeme vidět výhody a druhým pohledem nevýhody té dané věci, či situace. E-learning, který využívá moderních technologií má mnoho výhod, které jsou prospěšné pro vzdělávající se pracovníky a podnik. V této kapitole i té následující bych tedy rád shrnul několik málo výhod a nevýhod, jež přináší e-learning v podniku.

- Nezávislost na místě a času

Jedná se zejména o jednu z hlavních výhod pro pracovníka, který není omezen místem a časem, kdy si daný e-learningový kurz projde.

- Vlastní tempo studia

Jestliže se jedná o více kurzů může si pracovník zvolit svoje tempo studia a může kurzy dokončit rychle nebo pomalu. Podle toho, co každému vyhovuje nejvíce.

- Srozumitelnost, zapamatovatelnost informací a anonymita

Kurzy jsou psané s maximálním zaměřením na jednoduchost a efektivnost sdělených informací. Pro lepší zapamatování nově získaných znalostí je kurz mnohdy doplněn o videa, praktické aplikace, simulace. Anonymita v e-learningovém kurzu je absolutní. Tato skutečnost může na pracovníka působit pozitivně, jelikož se z něj vytrácí obava se zeptat, odpovídat na otázky lektora i případné ztrapnění se špatnou odpovědí.

(Egerová 2012)

- Modulárnost a zpětná vazba

Další výhodou pro pracovníka je i případná modulárnost kurzů. Pokud se bavíme o modulárním e-learningu, tak jsou informace předávány po tzv. modulech. Takový modul je vlastně krátký kurz, který je spojen pouze s informacemi na jedno téma nebo problematiku. Výhoda modulárnosti pro podnik je hlavně ve snadné aktualizaci jednotlivých modulů případně jejich rychlého doplnění či odstranění. Zpětná vazba je dalším plusem pro pracovníka, protože téměř okamžitě (v závislosti na internetovém připojení) mu je poskytnuta zpětná vazba na základě krátkých testů na probíranou tematiku.

- Náklady na vzdělání a jednodušší administrace

Toto je výhoda hlavně pro podnik poskytující e-learning. Se zařazením e-learningů do podniku odpadají společnosti finanční a časové náklady, které byly dříve potřebné k tisku a distribuci materiálů. Také zde nedochází k ušlému zisku z důvodu prezenčního školení zaměstnanců. Výše ušetřených nákladů samozřejmě záleží na mnoha faktorech jako například, zda je již e-learning v nějaké podobě v podniku provozován nebo se jedná o jeho úplné založení. V případě úplného zavedení do podniku jsou vstupní náklady poměrně vysoké. Hledisko jednodušší administrace kurzů je zejména v tom, že pomocí různých systémů je možné kurz upravit, aktualizovat nebo ho celý nahradit úplně novou verzí. Všechny tyto změny jsou okamžitě po zveřejnění propsány a jsou dostupné pro všechny pracovníky (Barešová 2011)

- Soudržnost informací, dostupnost a opakovatelnost kurzu

Jelikož e-learningový kurz je v jedné digitální podobě dostupný všem účastníkům klidně ve stejný čas, lze ho označit za předávání soudržných a standardizovaných



informací to je v rámci vzdělávání v podniku nesporná výhoda pro podnik a jeho kvality. Je tedy zamezeno odlišnému vysvětlování lekce od lekce a obsah kurzu je nyní předán všem účastníkům jednotně. Kurz je také dostupný pracovníkům, kdykoliv i v době, kdy ho účastníci potřebují například k ověření znalostí. Taktéž opakovatelnost kurzu, zaměstnanec může kurz opakovat kolikrát chce i se k němu po odstupu nějaké doby vrátit a firmu to nestojí náklady, které by bylo nutné pokaždé vynaložit na prezenční školení pro zaměstnance.

- Čas a cíle vzdělávání

Další velkou výhodou, která je pro podnik významná je redukce času potřebného pro vzdělání pracovníků. Každý pracovník by měl mít své plány a cíle vzdělávání v podniku. Pomocí e-learningů je dosažení cílů snadnější a efektivnější. (Egerová 2012)

- Rozšíření IT dovedností

Studium některých e-learningových kurzů může rozšířit a prohloubit znalosti s používáním informačních a komunikačních technologií u pracovníků. Tato poslední výhoda je pro obě kategorie velmi užitečná, protože zaměstnanci si pomocí interaktivity v kurzech mohou rozšiřovat své IT dovednosti a firmě to pomáhá v její postupné digitalizaci.

#### 4.4 Nevýhody

Jak bylo již zmíněno, jakákoliv věc nebo situace má své výhody a nevýhody, ale vždy záleží na úhlu pohledu. Stejně jako výhody, tak i nevýhody mají pro každého různé priority a pro každého jednice mohou vzniknout i odlišné nevýhody, zde se pokusím shrnout několik nevýhod, které z e-learningových kurzů vyplývají pro zaměstnance nebo podnik.

- Počáteční náklady a podpora

Přestože e-learning znamená pro firmu výhodu kvůli ušetřeným finančním a časovým nákladům pro tvorbu návodek, brožur apod. Tak jeho zavedení do firmy může opravdu stát vysoké počáteční náklady, jelikož je nutné zavést databázi, vytvořit jednotlivé kurzy a mít multimediální podporu. Potřebný čas pro vytvoření e-learningové kurzu je přibližně okolo 200 hodin, ale pro vytvoření klasické jedné hodiny prezenčního kurzu maximálně 20 hodin. Proto je e-learning vhodné zavádět, pokud má firma alespoň 50

zaměstnanců, do té doby je výhodnější klasické školení. Po zavedení je také nutné mít dostatečnou podporu od vývojářů kurzu, kteří jsou připraveni upravit poslední kosmetické problémy nebo pomohou pracovníkům s orientací.

(Barešová 2011)

- Technologie

Jako pro každou práci je nutné mít dostatečně kvalitní vybavení, to samé platí i o dostatečném technologickém vybavení pro vzdělávání se pomocí e-learningů. Nevýhoda je pro obě zúčastněné strany v tom, že pokud má zaměstnanec nedostatečný hardware nemusí mu být umožněné e-learning využívat plynule nebo využít jeho funkce zejména třeba ty multimediální v podobě simulací, videí. Pro podnik tato skutečnost značí, dodatečné náklady pro vybavení zaměstnanců kvalitním a dostatečným hardwarem, který dokáže u kurzů využít jejich plný potenciál a všechny funkce. Ovšem tato překážka je pomocí pokroků v technologickém i digitálním světě již téměř překročena, protože kvalitní hardware má dnes již každá společnost.

(Barešová 2011)

- Osobní kontakt a případná neúspěšnost

Pro mnohé z nás je dlouhodobé odloučení od kolegů a absence osobního kontaktu s nimi frustrující. To samé může platit i u vzdělávání formou kurzů, kdy nedochází k osobnímu kontaktu s dalšími účastníky a ani lektorem. Další nevýhodou s tím spojenou je i absence lektora, kdy pracovník má doplňující otázku k tématu a nemá jí s kým konzultovat. Co se týče neúspěšnosti, tak je zde vyžadována velká míra sebekázně jednotlivce, pokud se chce něco naučit, tak musí investovat svůj čas a nějaké úsilí k pochopení řešeného tématu. Pokud tedy pracovník má malou motivaci nebo není schopen studovat samostatně může to znamenat neúspěšnost v kurzu.

(Egerová 2012)

Téměř každý kurz, se kterým jsem se kdy v rámci své profesní kariéry potkal, byl vytvořen s důrazem na jednoduchost a srozumitelnost informací a také aby kurz zabral maximálně půl hodiny mého času. Myslím si, že každý e-learning vytvořený v podniku je schopen každý pracovník absolvovat úspěšně bez většího úsilí.

- Nedostatečná kompatibilita

Jelikož není jeden platný všeobecný standard, podle kterého by byl tvořen e-learning může docházet k nekompatibilitě mezi e-learningovými platformami.

- Omezení oblastí

Druhou všeobecnou nevýhodou je, že každé téma nelze celé zpracovat pomocí e-learningového kurzu. Některá témata potřebují k předání znalostí i lidský faktor. Jedná se o témata, kdy je klíčovým bodem spolupráce s ostatními účastníky, aplikování praktického přístupu, komunikaci nebo pro sledování řeči těla ostatních. (Barešová 2011)

Ano, i u témat, kdy jsou všechny výše popsané vlastnosti je možné zavést e-learning v podobě například teorie, kterou si kurzisté prostudují před zahájením školení a prezenčně mají více prostoru k praktické části.

#### **4.5 E-learning v podniku**

Velké podniky využívají e-learning v dnešní době již zcela běžně, ve středních a malých firmách je e-learning využíván poněkud méně. Výjimkou jsou malé firmy, které jsou zaměřené technologickým směrem, kde se e-learning využívá maximálně. Jelikož je e-learning technologickým prvkem a určitou inovací ve firemním vzdělávání v široké míře je implementován až díky nastupující mladší generaci, která s takovýmto způsobem vzdělávání má předchozí zkušenosti např. ze studií.

Důvodem proč některé podniky stále nemají zavedený tento způsob vzdělávání pracovníků je například fakt, že nemohou své pracovníky vzdělávat s využitím e-learningu, protože to není možné nebo výhodné. Dalšími důvody nezavedení e-learningů do podniku mohou být chybějící finance pro vzdělávání pracovníků, v podniku nejsou dostatečně kompetentní lidé, kteří by se o vývoj a provoz kurzů postarali, management nemá dostatečné informace o všech výhodách a nevýhodách, které e-learning nabízí. Posledním bodem, který platí u každé nové věci je rozhodně odpor vůči změnám, lidé prostě neradi mění věci, které osvědčeně fungují a zvykají si na něco nového. (Egerová 2012)

E-learning v podniku je možné provádět pomocí tří odlišných způsobů. Prvním z nich, který je pro mnoho firem jednodušší variantou je zakoupení kurzů pro určitý počet osob u firem, které nabízejí například povinná školení ze zákona (BOZP, školení řidičů, školení požární bezpečnosti). Jedná se tedy o hotové kurzy. Jedním z takovýchto poskytovatelů může být například i CRDR spol. s.r.o., která provozuje webovou stránku [www.skolenibozp.cz](http://www.skolenibozp.cz). Mimo základní povinná školení ze zákona, zobrazené pomocí následujícího obrázku, nabízejí i možnost kurzu na míru, kde na základě specifických potřeb firem jsou schopni vytvořit kurz a společnosti s LMS systémem kurz pronajmout ve formátech SCORM nebo AICC. Takovéto řešení lze nazvat zakázkovým kurzem. (BOZP.CZ 2022)



Obrázek 4 - Seznam nabízených základních kurzů od CRDR spol. s.r.o.

Zdroj: (BOZP.CZ, 2022)

Druhá varianta, pokud společnost již disponuje svým LMS je vytvoření e-learningové kurzu svého. K vytvoření kurzu je možné využít specializovaný software například Adobe Captivate nebo Articulate Storyline 360. Mimo specializovaný software k výrobě kurzů lze využít i rozšiřující modul do aplikace Microsoft PowerPoint s názvem iSpring Suite. Tvorba vlastního kurzu je hodně závislá na kreativitě jedince, schopnosti se učit novým znalostem s ovládnutím softwarů k tvorbě kurzu.

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole není možné převést každou vzdělávací oblast do elektronické podoby. Ale pro značnou část, jakými jsou například vstupní školení, kurzy pro nové pracovníky, kteří nemají žádné zkušenosti se svou novou pracovní pozicí, na školení, které aktualizuje znalosti, produktová školení nebo jako základní školení před prezenčním školením. Pro všechny tyto vypsání oblasti a další, které zde nejsou uvedené

(ale mají podobný smysl) je možné e-learning využít a ušetřit tím mnoho času a financí při realizaci prezenčních školení. (Egerová 2012)

## 5. Systém řízení LMS

LMS je systém pro řízení učení. V anglickém překladu zkratka LMS označuje Learning Management System. Pomocí LMS je možné strategicky plánovat, vytvářet a řídit všechny aktivity spojené s elektronickým vzděláváním v podniku. Nechybí ani možnost tvorby a správy kurzu, kde je možné doplnit obsah pomocí textových editorů a materiály jsou následně zpřístupněny studentům v podobě hypertextových odkazů nebo strukturovaném textu. Administrátoři mohou funkce LMS využívat bez dalších technických znalostí potřebných k tvorbě webových stránek, jakými jsou například HTML nebo PHP. Vymezení kurzu určité skupině lidí je možné pomocí hesla, které omezuje přístup pouze skupině, která zná potřebné heslo. (Zounek 2009)

Účastníkům kurzu mimo samotný kurz systém LMS poskytuje i možnosti komunikace s ostatními nebo sledování svého studijního průběhu či ověřování a hodnocení získaných znalostí.

Dříve existoval ještě vedle LMS pojmu i termín LCMS neboli Learning Content Management System. Hlavním cílem LCMS byl důraz na vzdělávací obsah, který se vytvářel v menších blocích, které měli obecné využití a v případě potřeby bylo možné pomocí těchto bloků sestavit potřebný kurz v daný moment. Pokud je ve společnosti docíleno propojení mezi LCMS a LMS dochází k zpřístupnění více možností pro administrátory a předávání studijních pokroků, výsledků do LMS, který podle toho zpracovává statistiky pro reportování úspěšnosti kurzů. (Barešová 2011)

Ovšem do nové generace LMS došlo k zapracování požadavků a funkcí, které byly v LCMS, a proto nejsou v poslední době oba pojmy již příliš odlišované. (Egerová 2012)

Na trhu se systémy pro řízení vzdělávání jich je k dispozici velké množství. Jednotlivé varianty mohou být přímo zaměřené na řešení pro školy nebo podniky. Některé z nich mohou být open source jiné zase placené. Mezi případná řešení pro školství můžeme zařadit Schoology Learning, Canvas nebo opensourcový Moodle. Pro podniky může být využito řešení poskytující např. Adobe Captivate Prime, Desire2Learn, Blackboard Learn nebo iSpring Learn a další.

## 6. Aspekty přechodu na novou metodiku

Aspektů, které mohou ovlivnit přechod na harmonizovanou metodiku je mnoho. Některé lze označit za důležité jiné naopak za ty méně důležité, kterým není nutné věnovat takovou pozornost. V tomto případě je nutné ještě před praktickou částí této práce si ujasnit na základě jakého aspektu bude praktická část řešena. Při této tématice se nabízejí dva hlavní aspekty, které silně mohou ovlivnit směr práce. Samozřejmostí je, že zavedení do podniku obsahuje i několik dílčích aspektů, kterými mohou být vnitropodnikové směrnice pro tvorbu analýzy, harmonogram přechodu apod, ale ty nejsou nyní předmětem zkoumání. Pro lepší pochopení aspektů přechodu na novou metodiku je zpracován zjednodušený diagram přechodu na harmonizovanou FMEA v podniku, který je k dispozici jako příloha B.

Prvním aspektem je možnost, že podnik, ve kterém se bude zavádět harmonizovaná FMEA disponuje již nějakou základní znalostí o FMEA analýzách. To znamená, že podnik již FMEA využívá a nyní se rozhodl sám nebo po domluvě s dodavateli na přechodu na harmonizovanou FMEA. Z hlediska vzdělávání podnik disponuje již LMS systémem, na kterém fungují další různé e-learningové kurzy a základní seznamovací, obecný kurz o FMEA. V takovémto případě bude celý přechod organizován za běžného fungování firmy s požadavky na co nejmenší omezení chodu společnosti. Mimoto je dobré také zvážit a určit od jakého projektu / dílu společnost přejde na harmonizovanou FMEA. Zároveň je nutné uchovat stávající metodiku s aktuálními projekty.

V takovéto situaci je zavedení harmonizace o něco jednodušší, jelikož ve firmě se nacházejí zaměstnanci s povědomím o FMEA a disponují zkušenostmi s její tvorbou.

Prvním z nutných kroků pro zavedení harmonizované FMEA je seznámení odpovědných zaměstnanců za FMEA se změnami v podobě e-learningového školení.

Dalším bodem, který je nutné řešit souběžně s proškolením zaměstnanců je podoba formuláře a způsob jeho tvorby. Tento aspekt je možné rozdělit hypoteticky na dvě možnosti, se kterými se je možné u podniku setkat. Firma využívá k tvorbě formuláře specializovaný software. Tato možnost je nejjednodušší variantou, jelikož dojde pouze k ověření, zda nová verze programu obsahuje harmonizovanou podobu formuláře a provedena aktualizace. Pokud používaný program již nedisponuje podporou nebo případně harmonizovanou verzí je nutné zvolit jiný software, který to umožní. Opačnou variantou je vytvořené řešení formuláře samotnou společností. Tento směr je pro přechod poněkud

náročnější, jelikož je nutné nastudování změn ve formuláři a následné zapracování do stávající podoby (pokud je to možné). Jestliže není možné nové body zapracovat do nynějšího formuláře je nutné vytvořit formulář nový, který bude korespondovat se všemi novými vlastnostmi harmonizace. Samozřejmostí je přidání úplně nového formuláře pro FMEA monitorování a odezvy systému. Případné interní normy, předpisy, jež se týkají FMEA jsou brány jako automatický aspekt k řešení.

Po vyřešení všech těchto aspektů je možné zavést FMEA podle VDA/AIAG do podniku.

Druhým hlavním aspektem je situace, že podnik analýzu možnosti vzniku vad a jejich následků nikdy neprováděl, a tudíž nedisponuje žádnou užitečnou znalostí o té metodice a jí spojené problematice. Na tuto situaci můžeme nahlížet z jistého úhlu jako na velkou výhodu, jelikož se bude začínat, jak se říká s čistým stolem. Nicméně právě proto zde může vzniknout ta zásadní nevýhoda, kdy proškolení zaměstnanců může zabrat o dost více času než v případě, kdy podnik již nějakou zkušeností disponuje. V této situaci bude nutné základní školení o metodě FMEA a následně i rozšířené školení se zaměřením na harmonizaci nebo naopak rovnou představení pouze nové FMEA v obsáhlém školení spojující obecné informace s těmi harmonizovanými. Hlavní výhodou zde nebude nutné porovnání změn, které harmonizace přinesla oproti VDA 4 a minimum nutného vysvětlování, proč firma přechod provádí. Ve výsledku by to mohlo znamenat i hladší a lépe pochopitelný průběh proškolení zainteresovaných lidí. Co se týče úprav formuláře, tak u takového podniku bude nutné všechny formuláře vytvořit nové nebo zvolit hotové softwarové řešení nabízející firmy specializované na tuto metodiku.

Předchozí část měla za úkol osvětlit dva hlavní aspekty nebo spíše situace, se kterými je možné se při zavádění harmonizované metodiky do podniku setkat. Vytvořit nové školení bude nutné pro obě potencionální situace, jedině u té první je možné vynechat školení o základech FMEA pro budoucí členy týmů. Naopak v druhém případě je nutné vytvoření obou školení. Proškolení moderátorů FMEA schůzek ohledně harmonizace je doporučeno realizovat pomocí specializovaného externího kurzu.

Praktická část se bude věnovat první výše zmíněné situaci, kdy společnost již vlastní nějaké povědomí o metodice FMEA a bude nutné tedy pro úspěšné zavedení do chodu podniku vytvořit kompletní školení o harmonizaci a přepracovat nebo spíše vytvořit nové formuláře vztahující se k různým druhům harmonizované FMEA podle VDA/AIAG. Další



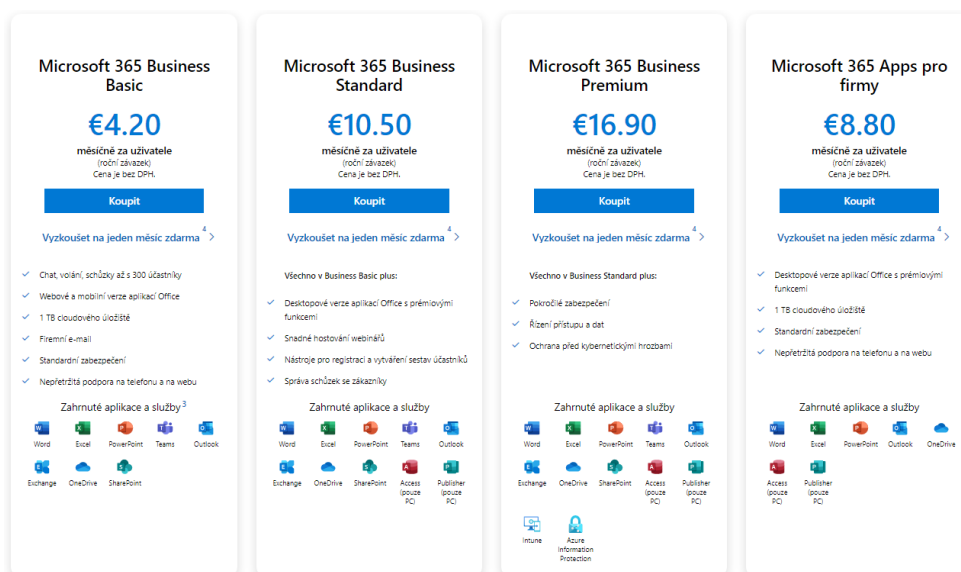
body přechodu v podobě harmonogramu nebo tvorbě směrnic nejsou předmětem praktické části, a proto v ní nebudou uvedeny.

## **7. Programy využívané pro přechod na harmonizovanou metodiku**

V dnešní době již není pravděpodobně nikdo, kdo by neměl alespoň základní znalost práce s nějakým programem z placeného kancelářského balíku Microsoft Office. Mezi nejznámější programy z tohoto balíku je možné zařadit Excel, Word, PowerPoint, Access a Outlook. V sektoru osobního používání velmi mnoho uživatelů nebo různých institucí dříve nahrazovalo právě placený Microsoft Office bezplatným konkurentem s komerčním využitím OpenOffice. V dřívější době, před rozšířením cloudových služeb byla dostupná tzv. celoživotní licence omezená počtem počítačů, na kterých směla být instalována. Takovéto licence a jejich následné nahrazení novou vydanou verzí bylo pro komerční použití velmi finančně nákladné, a proto se lidé uchylovali k bezplatným konkurentům. S rozvojem cloudového řešení kolem roku 2011 pomocí tzv. subscription modelu (model předplatného) vznikla varianta Office 365 (nyní pod názvem Microsoft 365), kde platba za používání MS Office probíhala měsíčně nebo jednou za rok. Nejdříve tento směr byl spíše pro firemní uživatele, ale později tento způsob pořízení kancelářského balíku byl umožněn i konečným uživatelům. Obrovskou výhodou toho předplatného jsou vždy nejnovější verze jednotlivých programů a možnost využívání i mobilních aplikací a určité velikosti pro ukládání souborů na cloudové disku OneDrive.

### **7.1. Druhy předplatného pro firmy**

Jak je možné vidět na následujícím obrázku, pro firmy jsou aktuálně dostupné 4 různé varianty dle úrovně programové vybavenosti. Pro všechny nabízené modely platí omezení maximálně 300 uživatelů, kde u posledních třech plánů – Business Standard, Business Premium a Apps pro firmy je poskytnuta možnost dále každému uživateli aplikaci nainstalovat až na 5 zařízení disponující operačním systémem Microsoft Windows nebo Mac. Teoreticky při tomto stupni předplatných může až 1500 uživatelů měsíčně využívat desktopové aplikace Office.



Obrázek 5 - Druhy předplatného pro firmy

Zdroj: (Microsoft 2022)

Seznam aplikací obsažených v jednotlivých plánech je vyobrazen na obrázku výše. Nicméně každý balík obsahuje standardní aplikace jako je Word, Excel, PowerPoint, Teams, Outlook a OneDrive. Podle úrovně jsou doplněny aplikace jako Exchange umožňující efektivní práci s firemními emaily a kalendářem, SharePoint poskytující tvorbu týmových webů, kde mohou uživatelé sdílet informace, soubory nebo prostředky. Access umožňuje vytvářet firemní aplikace pracující s daty bez znalostí programová a Publisher lze označit za nástroj usnadňující tvorbu přehledného a elegantního rozložení různých dokumentů. Aplikace Intune a Azure se specializují na zásady zabezpečení a na ochranu pro firmu citlivých dat.

Stálou možností je jednorázová koupě licence Office (v tomto roce verze 2021) za cenu 8 299,- Kč, která obsahuje pouze desktopové aplikace bez možnosti používání mobilních nebo webových aplikací. (Microsoft 2022)

## 7.2 Microsoft Word

Word je jedním z představitelů textového procesoru sloužící k vytváření formátovaného textu. Úplně první verze Wordu vznikla pro operační systém DOS a uměla zapsat text kurzívou nebo tučně. Bohužel firemní prostředí k používání programu Word přesvědčila až kompatibilita se systémem Windows 3.0, kde byla k dispozici verze Word 1.0. V dnešní době disponuje Word mnohem více funkcemi, než obsahovala jeho úplně první verze.

Dnes je v něm zcela možné vkládat obrázky, obrazce, tabulky a grafy a značně automatizovat práci pomocí maker v jazyce VBA. Vylepšení v poslední verzi přináší dokonce možnosti vkládat 3D modely přímo do svých prací, rychlé a kvalitní překlady do cizích jazyků a s využitím Microsoft Editor vylepšit gramatiku a styl psaní dokumentů. Nejčastější přípona souborů je .doc nebo .docx

### **7.3 Microsoft Excel**

Tabulkový procesor zpracovává informace na virtuálních listech, kde jsou v pozicích uložená data nebo vzorce. V programu Microsoft Excel je možné vytvářet velmi rozsáhlé tabulky, které je možné doplnit širokým spektrem různých grafů a obrazců. Zpracování dat je možné pomocí funkcí, díky kterým je práce s daty o mnoho snadnější. Jednou z věcí, proč je Excel natolik oblíbený je možnost automatizace pomocí maker, které jsou dostupné i u Wordu a PowerPointu. Makra mimo svou výhodu automatizace nesou i určité bezpečnostní riziko, jelikož je možné přes ně šířit viry, tzv. makro viry.

V poslední verzi přišla funkce, která je schopná z analogové tabulky vytvořit digitální pomocí fotoaparátu v chytrém telefonu. Vyfocená fotka se převede na kompletně upravitelnou a datově editovatelnou tabulku.

Data lze ukládat do přípony .xlsx, který je oproti .xls v procesu ukládání zazipován a tím je dosažené mnohem menší velikosti, než kterou poskytuje přípona .xls. (Soubory.info 2022)

Právě s využitím programu Excel budou v této diplomové práci tvořeny FMEA formuláře podle harmonizace doplněná jednotlivými makry pro zlepšení komfortu.

### **7.4 Microsoft PowerPoint**

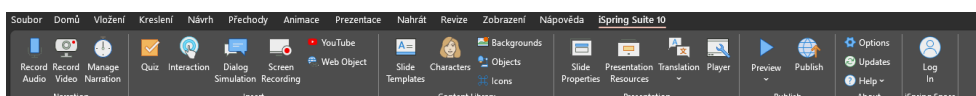
Když někdo řekne, že potřebuje program pro vytvoření prezentace, vybaví se všem téměř okamžitě program Microsoft PowerPoint. V programu je k dispozici široký výběr již vytvořených šablon, které poskytují uživateli možnost nepřemýšlet nad složitým a nápaditým designem své prezentace. Po zvolení šablony je možné vkládat pouze data bez dalších úprav. Nicméně s posledním vylepšením je nynější prezentace doplnit o 3D objekty ze svých souborů nebo knihovny obsahu. Designer a Návrhy pomohou vytvořit zajímavé a na první pohled oku líbivé snímky prezentace a informování o změnách, které na sdíleném dokumentu provedli ostatní uživatelé. Od roku 2007 je možné prezentace ukládat i do velikostně úspornějšího formátu .pptx, který obsah zipovací kompresí sníží celkovou velikost souboru.

## 7.5 iSpring Suite

iSpring Suite je doplněk do výše zmíněného programu Microsoft Powerpoint, který umožňuje vytvářet interaktivní kurzy přímo ve známém prostředí Powerpointu. Společnost iSpring Solutions s tímto doplňkem pomáhá již od roku 2001 firmám po celém světě tvořit poutavá e-learningová školení. (ALEXANDRIA, 2021)

Celý doplněk poskytuje mnoho nástrojů k tvorbě zajímavých e-learningů, jakými je například tvůrce kvízů, možnost nahrávání zvuku, obrazovky nebo videa a jeho následné zpracování. V případě potřeby je nutné pomocí doplňku i nasimulovat dialog pro lepší vysvětlení požadované situace. Mimo tyto šikovné funkce, doplněk také poskytuje i knihovnu s více než 89 tisíci e-learningových prostředků, ikon, šablon a postav, které usnadní vytváření kurzu.

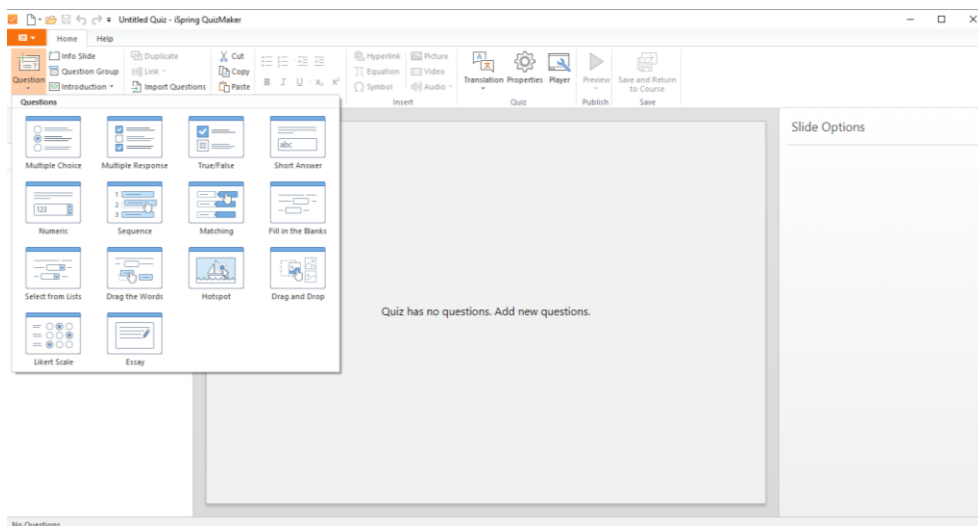
K zakoupení jsou možné dvě verze doplňku. Základní iSpring Suite za cenu 770 dolarů za uživatele ročně. Druhá možná verze se jmenuje iSpring Suite Max, kde je navíc k dispozici kompletní obsahová knihovna (šablony, charaktery), také iSpring Space, jenž poskytuje online prostředí pro týmovou práci na projektech a následně i technickou podporu 24/7. Celý balíček Max je k dispozici za zvýhodněnou cenu 970 dolarů za uživatele ročně. Při nákupu více licencí je možné využít z výhodných nabídek pro tři nebo pět uživatelů.(iSpring 2022)



Obrázek 6 - Panel nástrojů doplňku iSpring Suite

Zdroj: Vlastní zpracování

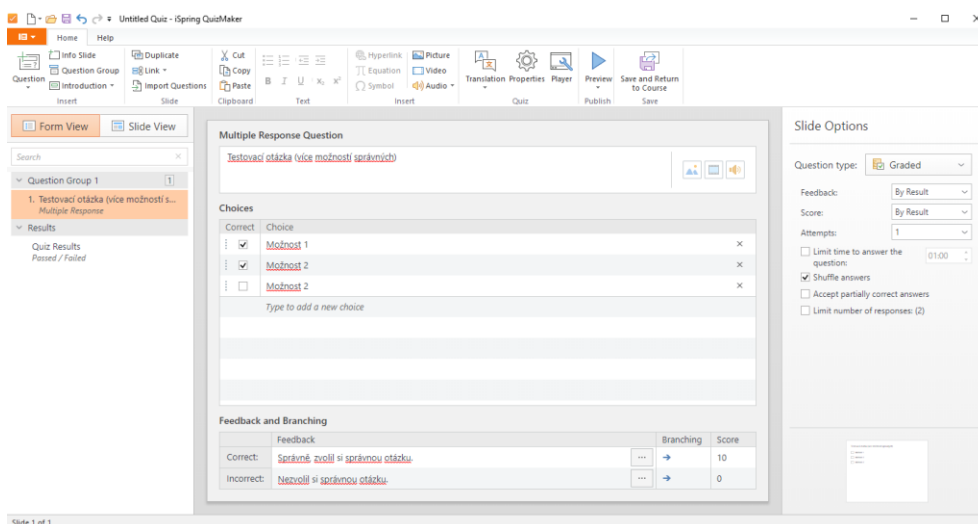
Po nainstalování doplňku se v aplikaci Powerpoint objeví karta se všemi funkcemi (obrázek č. 6), pomocí kterých se pracuje s celým doplňkem. Karta/panel je rozdělen do sedmi částí, kde v první části, pojmenované „Narration“ jsou k dispozici funkce pro nahrání zvuku, videa a následně i editor – funkce ke správnému přiřazení audio a video stop v e-learningu. Druhou, poměrně velkou sekci je sekce „Insert“, kde jsou k dispozici všechny funkce, kterými je možné e-learning obohatit. Nachází se zde kvíz, interakce, simulátor dialogu, nahrávání obrazovky, vkládání videa z platformy YouTube nebo vložení webového objektu. Při zvolení funkce kvízu je možné zvolit dotazník nebo bodovaný kvíz. v obou možnostech jsou k dispozici stejné šablony pro otázky (obrázek č. 7).



Obrázek 7 - Volba otázek v modulu kvízu

Zdroj: Vlastní zpracování

Po zvolení šablony se otevře možnost editovat první otázku podle našeho zvoleného typu. Toto zobrazení demonstruje obrázek č. 8. U otázky je možné přidat obrázek, zvuk nebo video a následně nastavit i vyobrazené hlásky po odeslání zvolené odpovědi. Na pravé straně v panelu „Slide Options“ je volba typu otázky, zda bude hodnocená nebo průzkumná a další její nastavení. V podobě, počtu dostupných pokusů o její zodpovězení nebo náhodné míchání odpovědí apod...

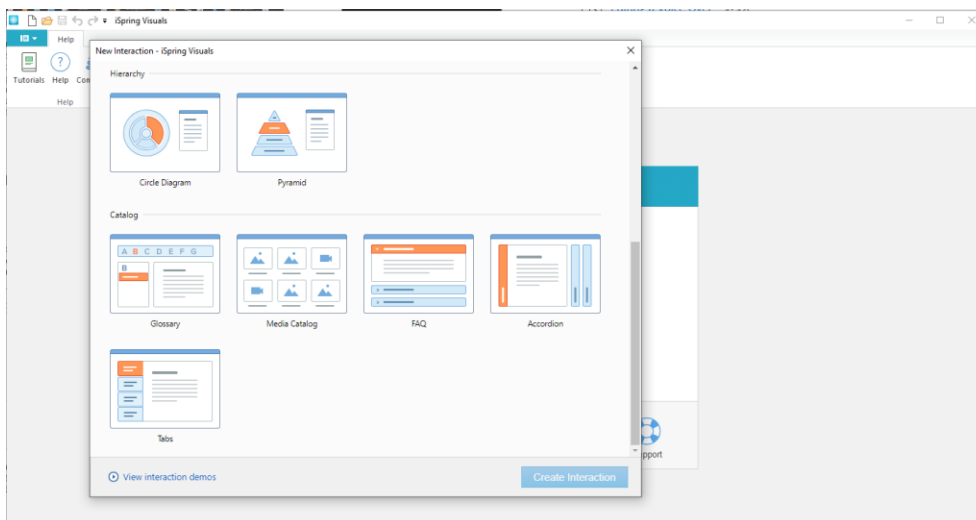


Obrázek 8 - Editace otázky a její nastavení

Zdroj: Vlastní zpracování

Touto cestou je možné e-learningové kurzy doplnit o dotazníky nebo testy ověřující získané znalosti.

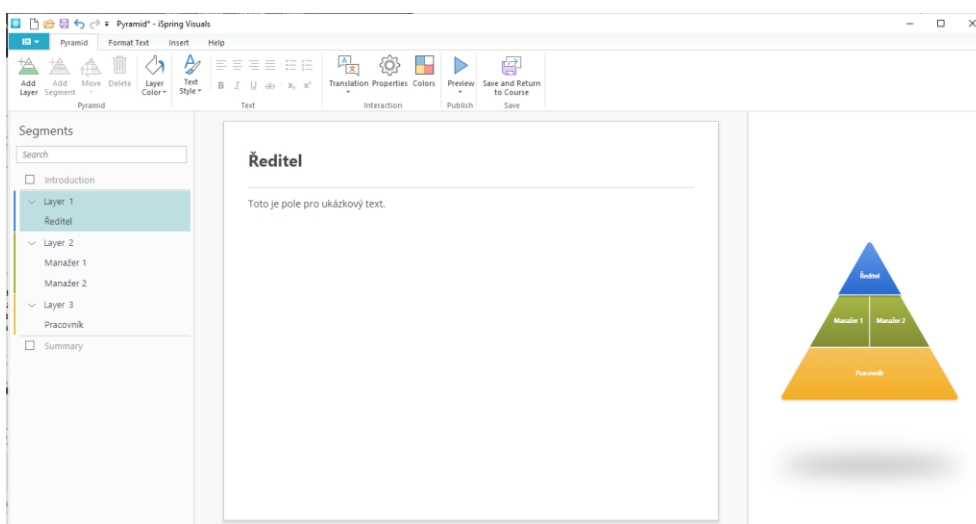
Další představenou funkcí bude možnost interakce, kdy se při kliknutí na tuto možnost otevře v novém okně „iSpring Visuals“. Následující snímek představuje dvě možnosti šablon interakce, které budou nejvíce využívány v rámci této práce. Další typy interakce doplňuje popis procesu a anotace.



Obrázek 9- iSpring Visuals – funkce interakce

Zdroj: Vlastní zpracování

Například při vybrání hierarchie a interakce v podobě pyramidy se otevře další okno, kde je již možné editování a doplňování žádoucích textů do pyramidy.

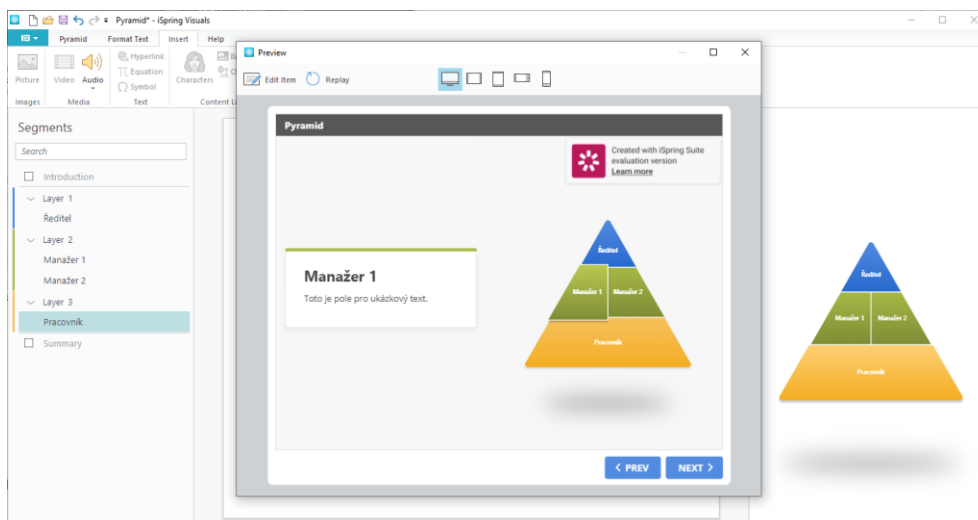


Obrázek 10 - Editace interaktivní volby

Zdroj: Vlastní zpracování

Následně po kliknutí na tlačítko „Preview“ dochází k zobrazení, jak interakce vypadá (obrázek č. 11). Pro přepínání mezi vrstvami je využíváno tlačítek „Prev“ „Next“, které je

možné pomocí „Text Labels“ upravit na požadovaný text. V horní liště mimo možnost editování položky a restartu je možnost i přepínání mezi různou velikostí displejů a režimů, aby bylo možné docílit responsivního formátu.



Obrázek 11 - Zobrazení vytvořeného interaktivního prvku

Zdroj: Vlastní zpracování

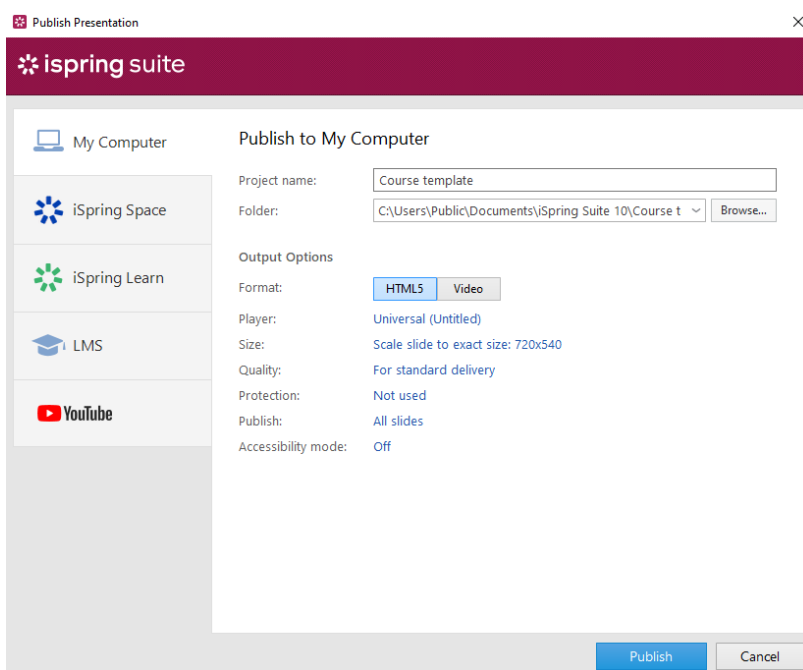
Touto cestou je možné upravovat podle představ všechny dostupné možnosti interakce a následně je vkládat do e-learningu.

V pořadí třetí sekci je „Content Library“, ve které jsou k dispozici šablony pro jednotlivé snímky, pozadí, objekty, ikony nebo charaktery, které dělají různé činnosti.

Čtvrtou sekci je „Presentation“, kde je možnost doplnit informace o prezentujících, přiřadit je k jednotlivým slidům nebo přehrát prezentaci.

Pátou a nejvíce důležitou sekci je „Publish“, která umožňuje exportovat/publikovat vytvořený kurz. Prvním z tlačítek je „Preview“, které umožní spuštění náhledu kurzu, pomocí kterého je možné celý kurz vyzkoušet se všemi vloženými funkcemi. Druhou možností je „Publish“. Publikování kurzu je možné do svého počítače ve formátu HTML5 nebo videa, jak ukazuje obrázek č. 12. Samozřejmostí je nastavení dalších vlastností jako velikosti, kvality, ochrany apod.

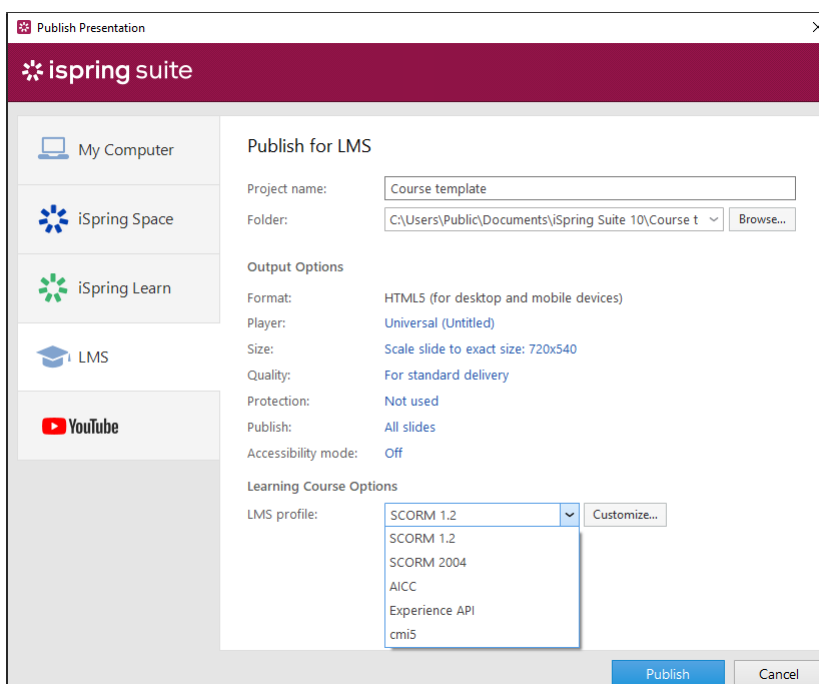




Obrázek 12 - Možnost publikování e-learningu do počítače

Zdroj: Vlastní zpracování

Další možnosti uložení jsou na iSpring Space, iSpring Learn (LMS systém od společnosti iSpring), dále je k dispozici i uložení kurzu pro ostatní LMS ve formátu SCORM 1.2, SCORM 2004, AICC, Experience API a cmi5. Všechny formáty a způsoby publikování jsou viditelné v následujícím obrázku.



Obrázek 13 - Možnost formátů publikace pro LMS

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední možností publikování kurzu je na platformu YouTube.

Poslední dvě sekce „About“ a „iSpring Space“ poskytují možnost k přihlášení na iSpring Space a případnou podporu, aktualizace a nastavení doplňku.

Doplňek iSpring Suite lze označit ideálním nástrojem pro tvorbu zamýšleného e-learningového kurzu. Poskytuje mnoho užitečných funkcí, pomocí kterých lze vytvořit poutavý a perspektivní e-learningový kurz. Touto kapitolou můžeme ukončit rešeršní část a zaměřit se druhou část této práce, která bude praktického charakteru.

## 8. Zavádění e-learningu a tvorba e-learningové kurzu v podniku

Tato v celkovém pořadí již osmá kapitola a první kapitola praktické části bude věnována nejdříve dvěma možným způsobům implementování e-learningu do podniku a následně i návrhu a tvorbě e-learningové kurzu, který bude v návaznosti na zvolený typ aspektu přechodu.

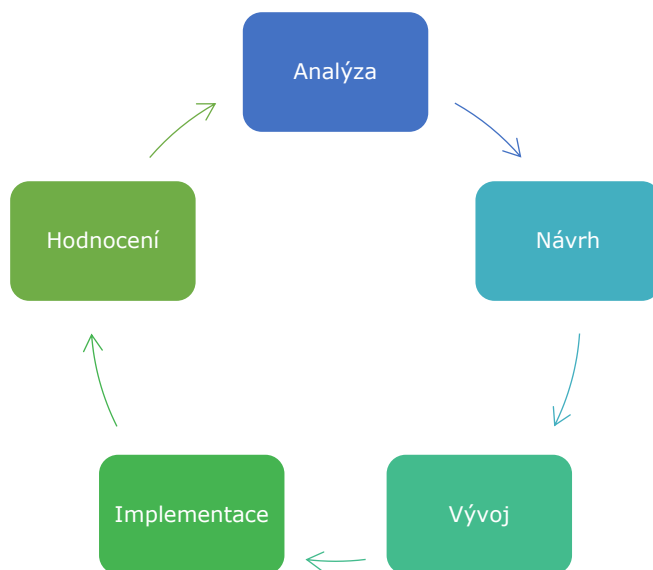
Implementování e-learningu do podniku je možné dvěma způsoby. Na zavádění e-learningu je možné nahlížet jako na nový projekt v rámci podniku. V tomto případě se očekává zpracování podle projektového řízení a vypracování a dodržování základních plánů projektu, kterými může být rozpočtový plán, časový plán projektu nebo plán činností. Každý projekt může obsahovat i doplňkové plány projektů jako je plán řízení rizik, plán komunikace na projektu, plán dodržení kvality a další.

Zavádění e-learningu do podniku může být aplikováno i podle dalších pohledů a přístupů. Jedním z nich může být tří fázová implementace e-learningu, kterými si podnik prochází právě při implementaci e-learningu.

- **První fáze** – v tomto bodě společnost potřebuje e-learning a zaměřuje se na kvantitu kurzů. Hodnocení je podle, kolik toho podnik zvládl, jak rychle a kolik kurzů nabízí.
- **Druhá fáze** – obvykle vzniká v bodě, kdy společnosti došlo, že kvantita bez kvality již není funkčním měřítkem a zaměřuje se na kvalitu kurzů. V tomto kroku probíhá rozbor, které kurzy mají přínos a které naopak přinášejí minimum. Také zde může dojít ke kombinaci e-learningu například s blended learning.
- **Třetí fáze** – představuje posun, který společnost udělala. E-learning se již nevyužívá, jako proces firemního vzdělávání, ale jako podpora učení v celém podniku. Cílem této fáze je zejména překonání formálního učení na informální učení zahrnující vzdělávání pomocí kurzů nebo programů, zlepšení výkonnosti a lepší spolupráci v rámci práce. V této fázi je e-learning chápán v mnohem širším kontextu než v předchozích dvou fázích a podnik musí disponovat stanovenou strategií implementace. (Egerová 2012)

Pro zvolené poměry bereme situaci, kdy podnik má již zavedený e-learning v podniku a je tedy nutné řešit pouze tvorbu e-learningové kurzu. Přístup k tvorbě e-learningového kurzu může být odlišný podle vnímání lidí, kteří mají za úkol ho vytvořit. Nicméně každý tvůrce

at' vědomě nebo nevědomě splní těchto pět základních fází, které představují analýzu, návrh, vývojovou fázi, implementaci kurzu do vnitropodnikové vzdělávací sítě a následné zhodnocení celého kurzu. Pro pojmenování těchto pěti fází můžeme také využít ADDIE model, který představuje výše zmíněné fáze a je doporučováno podle něj tvořit kurzy. Pod následujícím obrázkem prezentující ADDIE model jsou v následujících řádcích popsány činnosti a výstupy, které se týkají jednotlivých fází.



Obrázek 14 - Diagram ADDIE modelu  
Zdroj: Vlastní zpracování

1. **Analýza** – tato fáze lze označit za nejdůležitější celé tvorby kurzu. Dochází zde k analýze potřeb vzdělávání tzn. srovnávání aktuální situace a požadované situace získanou kurzem. Také je zde analýza cílové skupiny, zdrojů a omezení (finanční, materiální, technologické a organizační), obsahovou analýzu a také je nutné vybrat způsob, jak dojde k realizaci.
2. **Návrh** – v druhém kroku je vytvořen model kurzu, který vlastně znamená podrobný návrh připravovaného kurzu. Dochází zde k převedení vytyčených cílů do očekávaných výstupů, stanovení kompletní struktury celého kurzu, využití techniky a specifikace témat a dalšího obsahu, V tomto kroku je také nezbytné domluvit způsob a podmínky hodnocení účastníků, rozhodnutí o formátu kurzu a způsobu své dostupnosti a také stanovení délky kurzu a času potřebného pro jeho absolvování.
3. **Vývoj** – jak již název fáze napovídá jedná se o vývoj kurzu, který postupuje podle vytvořeného modelu kurzu v předchozím bodě. Také je dobré v této fázi vytvořit

studijní opory, které budou využívány v kurzu, příprava potřebného vybavení a případnou realizaci pilotního spuštění.

4. **Implementace kurzu** – v této fázi jsou osloveni účastníci kurzu a jejich registrace, distribuce vytvořených studijních opor, hodnocení účastníků kurzu a získávání zpětné vazby od absolventů kurzu.
5. **Hodnocení** – díky sběru zpětné vazby je možné kurz v budoucnu upravovat a inovovat. Hodnocení je důležité z hlediska budoucnosti kurzu, ale i v rámci hodnocení, zda došlo ke splnění vytyčených cílů. (Egerová 2012)

V této kapitole byly popsány způsoby, jak se implementuje e-learning do podniku a následný proces tvorby e-learningového kurzu podle modelu ADDIE. Následující text bude již věnován tvorbě e-learningového kurzu v podniku podle zvoleného aspektu s cílem seznámit účastníky s harmonizovanou metodikou FMEA.

## 9. Vytvoření e-learningové kurzu harmonizované FMEA

Tato kapitola se zaměřuje na tvorbu e-learningového kurzu, který bude informovat o změnách, které harmonizace přináší. Pro tvorbu kurzu bude využit ADDIE model, který byl vysvětlen a jeho jednotlivé fáze popsány v předcházející kapitole.

### 9.1 Analýza

Základním bodem je analýza současné situace a nastíněna žádoucí situace po zavedení kurzu. Součástí bude i zařazení do cílové kategorie a případná analýza omezení a finanční náročnosti.

**Aktuální situace v podniku** je taková, že podnik disponuje již vytvořeným e-learningem s obecným shrnutím, co to je FMEA a jaké jsou její druhy, proč jí dělat, jaké jsou základní postupy při tvorbě FMEA, jak se na FMEA připravit a co se od účastníka FMEA schůzky očekává. V současnosti jsou informace předávány pomocí e-learningového kurzu, který disponuje namluveným vysvětlujícím slovem a prezenčním externím kurzem pro moderátory. Dále jsou k dispozici základní znalosti v podobě informačního textu a prezentací dostupné na firemním intranetu.

**Požadovaná situace po zavedení nového e-learningu** do podniku je doplnění základních znalostí o harmonizaci a o změnách, které přechod na ní přinesou cílové skupině lidí, kteří s FMEA pracují. Záměrně dochází k uvedení slovního spojení cílové skupině lidí, protože zaměstnanci například z výrobní linky nepotřebují ke své práci nutně znalost metodiky FMEA. Proto můžeme chápat cílovou skupinu lidí, jako lidi, kteří se na FMEA analýzách již účastní anebo teprve do nich budou zapojeni. Po zavedení nového kurzu bude nutné ten základní/obecný kurz aktualizovat a aktualizovat i dostupné materiály, které již nebudou odkazovat na metodiku FMEA podle VDA4, ale na novou harmonizovanou podle AIAG/VDA s informací, od kterého projektu se v podniku využívá pouze harmonizovaná metodika. Zároveň v nabídce zůstane i již nyní nabízený externí prezenční kurz určený pro moderátory.

**Finanční náročnost** na vytvoření a aplikování kurzu nikterak vysoká. Předpokládáme, že základní stavební kameny e-learningu v podobě informací o harmonizaci a osnovu kurzu

vytvoří osoba znalá této harmonizace v podniku v rámci své pracovní náplně například současný moderátor FMEA schůzek. S tvorbou kurzu a jeho následným designem může pomoci pracovníkovi například stážista na oddělení, pro kterého může spolupráce na takovéto věci přinést výhody v podobě prohloubení zkušeností a získání nových informací o něčem, co pro něj mohlo být neznámé. Proto je možné označit finanční náročnost zavádění kurzu v podniku s tímto scénářem za finančně nenáročnou, protože oba pracovníci by na tvorbě kurzu pracovali v rámci své pracovní doby. Jediným extra finančním nákladem pro podnik je pořízení licence doplňku iSpring Suite.

Kompletním opakem by bylo využití například služeb externí společnosti, která by kurz zhotovila na míru, ale zde by byla finanční náročnost jistě znatelná.

**Omezením kurzu** mohou být případné otázky studujících, na které by studující nedostali během studia odpověď. Ovšem toto omezení lze vyřešit případnou konzultací s osobou provádějící FMEA v podniku. Konzultace může být vedena online nebo prezenčně, záleží na domluvě studujícího.

## 9.2 Vlastní návrh kurzu

Cílem této druhé podkapitoly a zároveň i druhého kroku je vytvoření návrhu kurzu. V následujících řádcích budou tedy uvedeny informace, které by kurz měl obsahovat, a také jeho vlastnosti jako je délka trvání, apod...

Kurz zaměřený na představení harmonizované FMEA podle VDA/AIAG bude mít časovou náročnost přibližně necelou hodinu (spíše méně, záleží na zručnosti a rychlosti studujícího). Tento časový úsek poskytne uživateli dostatek času na prostudování všech kapitol, které kurz bude obsahovat. Vedle e-learningového kurzu, který si klade za svůj cíl seznámit zúčastněné účastníky FMEA schůzek s harmonizací a s přicházejícími změnami bude nadále existovat i prezenční kurz s externím lektorem, který bude ještě více prohlubovat znalosti o FMEA metodě uživatelům, kteří budou FMEA schůzky moderovat. Pro ostatní pracovníky v podniku, kteří chtějí získat základní znalosti o tom, co je FMEA je možné využít již existující kurz, který metodu FMEA obecně představuje.

### 9.2.1 Časová náročnost kurzu

Jak již bylo zmíněno, časová náročnost kurzu je stanovena na necelou jednu hodinu. Samozřejmě je počítáno s tím, že někteří uživatelé mohou kurz absolvovat rychleji, ale vzhledem k tomu, že kurz bude obsahovat celkem čtrnáct kapitol, které budou následně doplněny o 7 cvičných otázek, ze kterých bude následně sestaven výsledný test (10 otázek), zda studující pochopil představené změny harmonizace je vhodné uvést i časovou rezervu.

### 9.2.2 Obsah kurzu

V průběhu kurzu bude studujícímu představeno a vysvětleno v rámci čtrnácti kapitol všechny nové změny, které harmonizace přináší. Kapitoly s krátkým obecným popisem budou řazeny následovně:

0. snímek – úvodní obrazovka
1. snímek – informace o kurzu (cílová skupina, požadovaná základní znalost atd.)
2. snímek – obsah – soupis následujících snímků/kapitol
3. snímek – základní informace o FMEA
4. přesněji vysvětlení zkratky, jaký je její smysl, proč se FMEA v podniku tvoří a co to vlastně je.
5. snímek – vysvětlení harmonizace
6. důvod proč k ní došlo a také informace o stávající metodice podle které se FMEA v podniku tvoří.
7. snímek – hlavní změny, které harmonizace přináší 7krokový přístup, základní a rodinná FMEA, kladen větší důraz na management, doplňková FMEA-MSR, nahrazení RPZ za AP, Focus element
8. snímek – popis a vysvětlení 7krokového přístupu a rozdělení na základní a rodinnou FMEA
9. snímek – provázanost s dokumentací podniku
10. snímek – základní postupy FMEA
11. snímek – nové hodnocení rizika v harmonizované FMEA
12. snímek – opatření v harmonizované FMEA
13. snímek – konstrukční FMEA (K-FMEA) - informace co to je a ukázka, jak se tvoří
14. snímek – doplňková FMEA-MSR pro monitoring a odezvu systémů – informace co to je a ukázka, jak se tvoří
15. snímek – procesní FMEA (P-FMEA) - informace co to je a ukázka, jak se tvoří



16. snímek – FMEA tým – informace o FMEA týmu, jak má být složen a případně, co se od účastníka očekává.

17. snímek – závěr – zde budou připraveny kontakty na FMEA moderátory, kteří mohou zodpovědět účastníkovi kurzu jeho doplňující otázky. Zároveň i před touto kapitolou budou připraveny cvičné otázky před ostrým testem.

Testy nejsou počítány do rozsahu kapitol z důvodu jejich samostatnosti vedle teoretické části kurzu.

Kompletní popis jednotlivých snímků/kapitol bude v následujících řádcích. Tento stručný přehled má reprezentovat obecný obsah bez detailnějších informací.

Detailní popis s textovou podporou je zahájen až od čtvrtého snímku, protože na titulní straně je vyobrazen pouze název kurzu na následujícím snímku jsou informace o kurzu (pro koho je určen, jaké jsou předpokládané znalosti pro splnění tohoto kurzu) a na třetím snímku je soupis všech dvanácti kapitol, jako obsah. Kapitoly 10. – 12. budou doprovázeny mluveným projevem, vysvětlující jednotlivé části formuláře.

## **2. kapitola/snímek – základní informace o FMEA**

- FMEA neboli Failure Mode and Effects Analysis, v českém překladu analýza možnosti vzniku vad a jejich následků.

- FMEA je preventivní metoda k analýze rizik, zaměřená na hrozící selhání našich výrobků nebo jednotlivých kroků našich výrobních procesů.

- Cokoliv, co děláme v rámci soukromého a pracovního života nese s sebou rizika, a právě FMEA se zaměřuje na minimalizaci technických rizik.

- Jedná se o nejčastěji používanou jednobodovou metodu hodnocení rizik v automobilovém průmyslu.

- FMEA je jedna z činností, která je definovaná a požadovaná v plánu projektu, je součástí PEP a podmínkou k uvolnění milníků PEP.

- Metodiku využíváme v rámci nových projektů (motory, vozy atd.) a při podstatných změnách (při vylepšení, změně výrobního místa atd.).

### **3. kapitola/snímek – vysvětlení harmonizace**

- Harmonizace je výsledkem více než tříleté spolupráce mezi OEM a dodavateli první řady (TIER 1) zapojenými v rámci AIAG a VDA.
- Záměrem harmonizace je vytvoření společného základu FMEA pro všechny dodavatele napříč celým automobilovým segmentem.
- Vzhledem ke shodě a nalezení jednotného základu bylo nutné zpracovat i individuální a specifické požadavky organizací a zákazníků.

### **4. kapitola/snímek – hlavní změny, které harmonizace přináší**

- Harmonizace přinesla nový, sedmi krokový přístup své tvorby, nově tedy přibyl první krok „Plánování a příprava“ a poslední, sedmý krok „Dokumentace výsledků“.
- Dochází k rozdělení FMEA na základní (basic, core, foundation) FMEA a rodinnou (family) FMEA.
- S harmonizací je kladen i větší důraz na závazek managementu, protože právě management nese odpovědnost za provádění FMEA. V konečném důsledku je zodpovědný za přijetí rizik a za opatření, která vedou ke snížení rizik zjištěných metodikou FMEA.
- Také byla přidána doplňková FMEA monitorování a odezvy systému (FMEA-MSR), která analyzuje možné příčiny závad, které se mohou objevit v provozu se zaměřením na jejich působení na systém, vozidlo nebo osobu a shodu s povinnými právními předpisy.
- Další novinkou je priorita akce (AP), která částečně nahrazuje původní ukazatel míry rizika (RPZ nebo RPN). Do této doby RPZ pracovalo, že Význam, Výskyt a Detekce mají stejnou váhu, ale to mnohdy vedlo k blízkým rizikovým číslům. Naopak AP klade větší důraz na Význam poté na Výskyt a až v posledním místě na Detekci.
- Novinkou je i zkoumání prvku vyšší úrovně a nižší úrovně vůči námi vybranému prvku (focus element).

## 5. snímek/kapitola – sedmi krokový přístup a základní a rodinná FMEA



Obrázek 15 - Vizualizace nového 7krokového přístupu

Zdroj: Vlastní zpracování

- Podle metodiky VDA 4 byl aplikován pěti krokový přístup DAMUK, s harmonizací došlo k přidání dvou krajních kroků – „Plánování a přípravy“ a „Dokumentace výsledků“.

- S harmonizací je tedy kladen větší důraz na plánování a přípravu na jednotlivé FMEA schůze, aby došlo k lepšímu porozumění zkoumaného problému.

- Doporučované rozlišování na základní a rodinnou FMEA je dalším z nových bodů harmonizace.

- Pro snazší pochopení si můžeme představit, že základní FMEA není nijak specifická pro projekt a obsahuje znalosti podniku z předchozích projektů, což z nich dělá užitečné startovací body pro nové FMEA. Základní FMEA tedy není nijak specifická pro projekt, a proto mohou být požadavky, funkce nebo opatření napsány více obecně.

- Rodinná FMEA je specializovaná základní FMEA. u projektů, které obecně mají společné hranice produktu a související funkce (např. produktová řada) nebo procesy v nichž se vyrábí více produktů. Proto v takovémto případě je vhodné využívat rodinnou FMEA.

## 6. kapitola/snímek – provázanost s dokumentací podniku

- Do FMEA spadají požadavky a poznatky ohledně konstrukce výrobku a plánovaného procesu výroby.

- FMEA umožňuje tyto požadavky důkladně zanalyzovat z pohledu možných rizik a poskytnout informace pro kontrolní plány, pracovní návodky a další pracovní postupy.

- Příkladem tohoto propojení je dokumentace zvláštních charakteristik, od výkresu přes PDM-listy až pro jednotlivé instrukce pro operátory („TLD“, „D“).

- Je nutné si uvědomit, že rizika se vztahují nejenom k fyzickým výrobkům, ale týkají se i SW, digitalizací a konektivity.

## **7. kapitola/snímek – základní postupy FMEA**

- Na výrobky je v dnešní době kladeno mnoho požadavků – bezpečnost, vzhled, funkce, životnost a odolnost...

- Pomocí FMEA zvažujeme nesplnění těchto požadavků a určuje jejich možné dopady na výrobu, jednotlivé výrobky a zákazníky. Také stanovuje možné příčiny selhání a snaží se jim předcházet nebo je alespoň detekovat.

- FMEA pomáhá tyto různá rizika seřadit a soustředit se na ta nejdůležitější.

- Rozhodujeme se na základě 3 kategorií – Význam, Výskyt, Detekce.

- V případě potřeby se v pravidelných termínech provádí opakování a revize FMEA za účelem nalezení případných nových rizik a ověření dostatečné účinnosti stávajících opatření.

- FMEA je živý dokument, se kterým se pracuje po celou dobu projektu.

## **8. kapitola/snímek – nové hodnocení rizika v harmonizované FMEA**

- Každá potencionální vada se hodnotí podle tří kritérií – Význam, Výskyt a Detekce.

- Tento postup zůstává u harmonizované metodiky stejný, jediná změna je v posloupnosti kritérií, že nyní je kladen větší důraz na Význam, poté Výskyt a následně Detekci. Ve VDA 4 všechny tři kritéria byly stejně důležité, a to vedlo mnohdy k vyhodnocení několika podobných rizik.

- Význam: Jak závažná vada je? (např. nefunkčnost, hluky, ohrožení bezpečnosti, apod)

- Výskyt: Jak významné jsou změny na projektu oproti tomu předcházející generaci výrobku? Je objekt zcela nový? – hodnocení výskytu je relativní zařídění a neodráží skutečný výskyt (např. neexistuje zkušenost s výrobou, osvědčené postupy nejsou dostupné, apod)
- Detekce: - Jaká je šance, že defekt odhalíme dříve než u zákazníka? Která zkouška k odhalování příčiny nebo vady je nejefektivnější? (např. vizuální kontrola, únavové testy, OK-NOK zkouška)
- Každé kritérium je hodnocené hodnotou (podle hodnotících tabulek) od 1-10, kdy hodnota 10 je pro Význam, Výskyt a Detekci nejzávažnější.
- Následně je stanovena kategorie priority opatření (AP) podle tabulky, která představuje kombinaci všech 1000 možných hodnocení, které lze provést. Na tomto základě je závadě přiřazena priorita potřebnosti opatření ke snížení rizika: Vysokou prioritu (H), Střední prioritu (M) a Nízkou prioritu (L).
- Tabulka pro hodnocení priority opatření (AP) je pro K-FMEA a P-FMEA totožná a pro FMEA-MSR je odlišná.

## **9. kapitola/snímek – opatření v harmonizované FMEA**

- Při vysoké nebo střední prioritě opatření je VŽDY nutné stanovit i preventivní opatření k příčině vady a k jejímu odhalení.
- Stávající preventivní opatření popisují, jak pomocí osvědčených zdrojů zabránit potenciálním příčinám, jež zapříčiňují projev vady.
- Stávající opatření k odhalení představují plánované nebo dokončení činnosti (nikoliv potencionální), které slouží k odhalení projevu vady.
- Po kategorizaci podle priority (H nebo M) je následně u řešené závady stanoveno preventivní opatření a opatření k odhalení.
- Preventivní opatření musí mít přímou vazbu ke stanovené kořenové příčině.

- Za každé opatření je někdo odpovědný a má i svůj termín splnění.

### 10. kapitola/snímek – konstrukční FMEA (K-FMEA)

- Při navrhování jednotlivých dílů se musí vždy počítat s tím, co daný díl musí vydržet – nesmí prasknout, přestat fungovat, ohrozit uživatele – pro odhalení těchto případných závad se používá K-FMEA.

The image shows a detailed K-FMEA form. At the top, there are several header sections: 'Přehled a příprava (DRK 1)' with fields for 'Název organizace', 'Datum konání FMEA', and 'FMEA typ'; 'Přehled FMEA' with 'Projekt FMEA' and 'Odpovědnost za vývoj'; 'Číslo protokolu / identifikační číslo' with 'SWAZP'; and 'Ověření přípravy' with 'Ověřeno' and 'Schvázeno'. Below these is a large table with columns for 'Analýza struktury (DRK 2)', 'Analýza funkce (DRK 3)', 'Analýza užití (DRK 4)', 'Analýza rizik (DRK 5)', and 'Optimalizace (DRK 6)'. The table contains multiple rows of data, with some cells highlighted in red and others in green.

Obrázek 16 - K-FMEA formulář ve snímku 10 v kurzu

Zdroj: Vlastní zpracování

### 11. kapitola/snímek – doplňková FMEA-MSR pro monitoring a odezvu systémů

- V této doplňkové FMEA jsou analyzovány možné příčiny poruchy, se kterými je možné se setkat v provozu se zaměřením na jejich technický vliv na systém, vozidlo a osobu. Je zvažováno, zda systém vozidla detekoval poruchy nebo zda si řidič všiml jejich následků.

- Doplňková FMEA-MSR hodnotí kritéria Význam (S), Četnost (F) a Monitoring (M)

This image shows an FMEA-MSR form, which is a variation of the K-FMEA form. It includes the same header sections as the K-FMEA form. The main table has the same columns as the K-FMEA form, but with additional columns for 'Význam (S)', 'Četnost (F)', and 'Monitoring (M)'. The table contains multiple rows of data, with some cells highlighted in red and others in green.

Obrázek 17 - FMEA-MSR formulář ve snímku 11 v kurzu

Zdroj: Vlastní zpracování

### 12. kapitola/snímek – procesní FMEA (P-FMEA)

- Při navrhování výrobních procesů od lisování po montáž je snaha předcházet typickým chybám a jejich příčinám – neslícování, vynechání operace, apod... a toto všechno se prověřuje v P-FMEA.

Plánování a příprava (DRM 1)		Předběžná FMEA		Číslo protokolu / identifikace účelu		Ověření účelu		Ověření praxe/formuláře	
Název organizace: Firma ABC		Seznam členů FMEA		Titul odborníka informací		Materiál číslo		Materiál číslo	
Datum konání FMEA: 2022-06-15		Průběh FMEA		Materiál číslo		Materiál číslo		Materiál číslo	
Datum revize FMEA:		Odpovědnost za výstup		Typ FMEA		Materiál číslo		Materiál číslo	
FMEA tým				Materiál číslo		Materiál číslo		Materiál číslo	

DRM 1	DRM 2	DRM 3	DRM 4	DRM 5	DRM 6	DRM 7	DRM 8	DRM 9	DRM 10	DRM 11	DRM 12	DRM 13	DRM 14	DRM 15	DRM 16	DRM 17	DRM 18	DRM 19	DRM 20	DRM 21	DRM 22	DRM 23	DRM 24	DRM 25	DRM 26	DRM 27	DRM 28	DRM 29	DRM 30	DRM 31	DRM 32	DRM 33	DRM 34	DRM 35	DRM 36	DRM 37	DRM 38	DRM 39	DRM 40	DRM 41	DRM 42	DRM 43	DRM 44	DRM 45	DRM 46	DRM 47	DRM 48	DRM 49	DRM 50
1. Vytváření a výběr procesů	2. Kvalitní procesy "typický proces"	3. Průběh procesů "typický proces"	4. Faktory působící na procesy	5. Faktory působící na procesy	6. Faktory působící na procesy	7. Faktory působící na procesy	8. Faktory působící na procesy	9. Faktory působící na procesy	10. Faktory působící na procesy	11. Faktory působící na procesy	12. Faktory působící na procesy	13. Faktory působící na procesy	14. Faktory působící na procesy	15. Faktory působící na procesy	16. Faktory působící na procesy	17. Faktory působící na procesy	18. Faktory působící na procesy	19. Faktory působící na procesy	20. Faktory působící na procesy	21. Faktory působící na procesy	22. Faktory působící na procesy	23. Faktory působící na procesy	24. Faktory působící na procesy	25. Faktory působící na procesy	26. Faktory působící na procesy	27. Faktory působící na procesy	28. Faktory působící na procesy	29. Faktory působící na procesy	30. Faktory působící na procesy	31. Faktory působící na procesy	32. Faktory působící na procesy	33. Faktory působící na procesy	34. Faktory působící na procesy	35. Faktory působící na procesy	36. Faktory působící na procesy	37. Faktory působící na procesy	38. Faktory působící na procesy	39. Faktory působící na procesy	40. Faktory působící na procesy	41. Faktory působící na procesy	42. Faktory působící na procesy	43. Faktory působící na procesy	44. Faktory působící na procesy	45. Faktory působící na procesy	46. Faktory působící na procesy	47. Faktory působící na procesy	48. Faktory působící na procesy	49. Faktory působící na procesy	50. Faktory působící na procesy

Obrázek 18 - P-FMEA formulář v snímku 12 v kurzu

Zdroj: Vlastní zpracování

### 13. kapitola/snímek – FMEA tým

- Tým FMEA je vždy složen z moderátora, organizátora a vybraných zástupců z jednotlivých odborných oblastí, kteří mají co říct k probírané věci.
- Jednání FMEA řídí zkušený moderátor FMEA.
- Pro úspěšnost FMEA je velmi důležitá odbornost a zkušenost jednotlivých členů týmů.
- Každý člen týmu je zastupuje svou odbornou oblast a předává informace a zkušenosti pro případná rizika spojená s jeho činnostmi.
- Členové týmu se vždy zajímají o všechna možná rizika spojená s jejich odborností a uplatňují týmový přístup.
- Informace sdělují stručně a s dostatečnou vypovídající hodnotou.
- Úspěšnost a kvalita FMEA je závislá na čase, proto je nutné věnovat dostatečný čas přípravě a analýze.

Následující, poslední kapitolou kurzu je již pouze závěr, kde budou sděleny kontaktní informace na jednotlivé FMEA moderátory v podniku, kteří mohou případně pomoci účastníkovi kurzu s jeho dotazy. Po závěrečné kapitole bude účastník přeměrován na cvičný test, který bude obsahovat 7 otázek. Po cvičném testu bude následovat již závěrečný test (10 otázek) pro ověření získaných znalostí.

## 9.2.4 Otázky ke cvičnému a závěrečnému testu

V následujících řádcích jsou vypsány jednotlivé otázky, které jsou využity v kurzu. Tyto otázky si může každý definovat podle svého uvážení a není nutné vycházet z těchto uvedených. Jedná se o otázky, které navazují na informace získané kurzem a vzhledem ke zvolenému aspektu, že firma již nějaké zkušenosti s FMEA má, tak obsahují i základní informace o metodice.

### Cvičný test:

- 1) Jak je hodnoceno riziko (ve správném seřazení) v FMEA?
  - a) Velikost, Šířka, Váha.
  - b) Význam, Výskyt a Detekce.
  - c) Význam, Detekce, Výskyt.
- 2) Co je to P-FMEA?
  - a) Prodejní FMEA, která řeší rizika spojená s prodejem výrobku.
  - b) Prvotní FMEA, která řeší prvotní návrh výrobku.
  - c) Procesní FMEA, která řeší možná rizika spojená s procesem.
- 3) Které metodiky využívají k hodnocení priority opatření (AP) stejné hodnotící tabulky?
  - a) K-FMEA, P-FMEA.
  - b) Jenom K-FMEA.
  - c) K-FMEA, FMEA-MSR, P-FMEA.
- 4) Kdo všechno tvoří FMEA tým?
  - a) Moderátor, organizátor, zástupci jednotlivých odborných oblastí.
  - b) Zástupci jednotlivých odborných oblastí.
  - c) Moderátor a organizátor.
- 5) Jaké dva kroky byly harmonizací přidány do FMEA a kolika kroky je tvorba FMEA nyní tvořena?
  - a) Příprava a analýzy rizik, 6 kroků.
  - b) Analýza struktury a optimalizace, 8 kroků.
  - c) Plánování a příprava a dokumentace výsledků, 7 kroků.
- 6) Jaké jsou rozdíly mezi základní a rodinnou FMEA?
  - a) Základní FMEA je prvotní specifická FMEA pro projekt a v rodinné FMEA je spojeno více základních FMEA analýz.



- b) Rodinná FMEA je pro produkty, které obsahují společné funkce (produktová řada) a základní FMEA je obecná, protože není specifická pro projekt.
  - c) Žádné a je jedno, pro jaký typ projektu se jaká FMEA zvolí.
- 7) S jakými kritérii se setkáme u FMEA-MSR?
- a) Význam, Četnost, Detekce.
  - b) Monitoring, Detekce, Četnost.
  - c) Význam, Četnost, Monitoring.

**Závěrečný test** – v závěrečném testu budou obsaženy všechny otázky ze cvičného testu a doplněny o tyto tři základní FMEA otázky.

- 1) K čemu slouží metoda FMEA?
- a) Jedná se o metodu, kterou ověřujeme spokojenost zákazníků.
  - b) Metoda, pomocí které se řeší problémy během vývoje a výroby.
  - c) Preventivní metoda k zabránění vzniku vad a případně zmírnění nebo odstranění jejich následků.
- 2) Jaké druhy v harmonizované FMEA existují?
- a) Konstrukční a procesní.
  - b) Konstrukční, procesní, monitorování a odezvy systému.
  - c) Jenom konstrukční.
- 3) Jaký byl záměr zavedení harmonizované metodiky FMEA podle VDA/AIAG?
- a) Zjednodušení vedení dokumentace pro všechny dodavatele napříč celým automobilovým segmentem.
  - b) Ztížení situace dodavatelům a firmám.
  - c) Zvětšení rozdílů mezi metodikou AIAG a metodikou VDA.

V tomto modelu kurzu je nutné pro úspěšné absolvování závěrečného testu a tím i celého kurzu je žádoucí mít správně zodpovězených 9 z 10 otázek. Tato hranice úspěšnosti je vzhledem k náročnosti otázek a faktu, že veškeré odpovědi na otázky jsou zmíněny v celém kurzu nastavena v pořádku. Samozřejmě, v případě potřeby je možné hranici nastavit nižší, ale je pracováno se situací, že účastníci kurzu disponují již základní znalostí FMEA, získanou ze základního kurzu nebo ze zkušeností z proběhlého FMEA jednání.

## 9.3 Vývoj kurzu

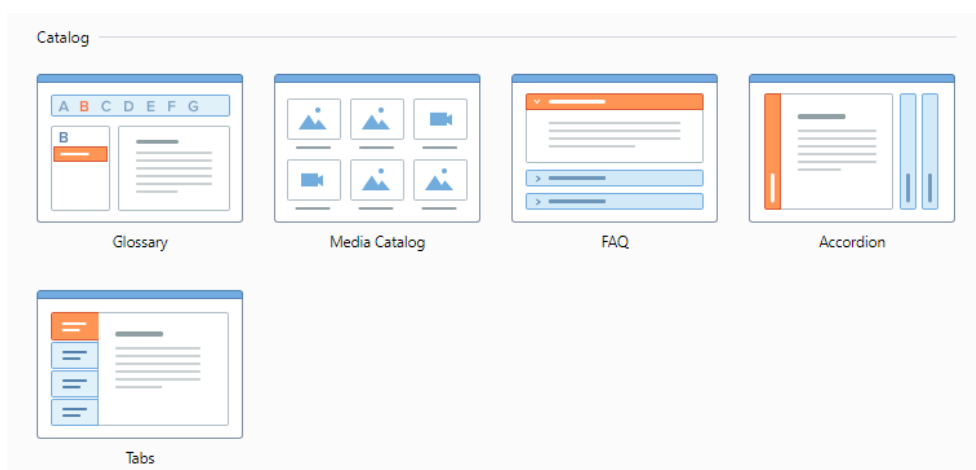
K vývoji kurzu bude využit z části program Microsoft Powerpoint z kancelářského balíku programů Microsoft Office, kterým disponuje každý podnik. K tvorbě e-learningového kurzu bude dále ještě využit rozšiřovací doplněk iSpring Suite od společnosti iSpring Solutions Inc., který umožňuje vytvořit interaktivní části kurzu a následně celý kurz vyexportovat v potřebném formátu pro LMS (SCROM 1.2 nebo SCROM 2004), případně ve formátu videa nebo HTML 5. V následujících řádcích bude tedy popsána tvorba kurzu a jeho částí.

### 9.3.1 Jednotlivé prvky využívané při vývoji kurzu

Pro vývoj kurzu došlo k využití několika nabízených prvků z doplňku iSpring Suite. Mimo to jsou v kurzu využity i možnosti klasických animací, kterými byly doplněny interaktivní prvky.

#### Interakce – iSpring Visuals

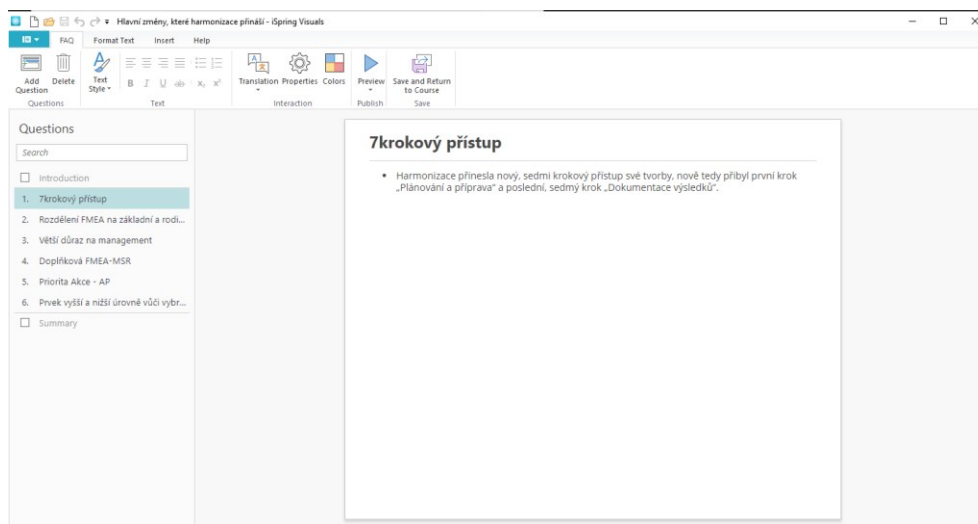
Interaktivní prvky, kterými je možné kurz doplnit a zvýšit jeho atraktivitu a interaktivitu jsou v rámci doplňku rozděleny do několika kategorií, ve kterých jsou připraveny jednotlivé šablony. Jako interaktivní prvek můžeme využít šablony k popsání procesu, anotace, hierarchie nebo katalogu. Pro vybrané snímky v e-learningu byly zvoleny šablony z kategorie katalogu. Přesněji se jednalo jmenovitě o šablony „FAQ“ a „Accordion“. Všechny nabízené šablony jsou viditelné na obrázku č. 19.



Obrázek 19 - Nabízené šablony pro kategorii Katalog v iSpring Visuals

Zdroj: Vlastní zpracování

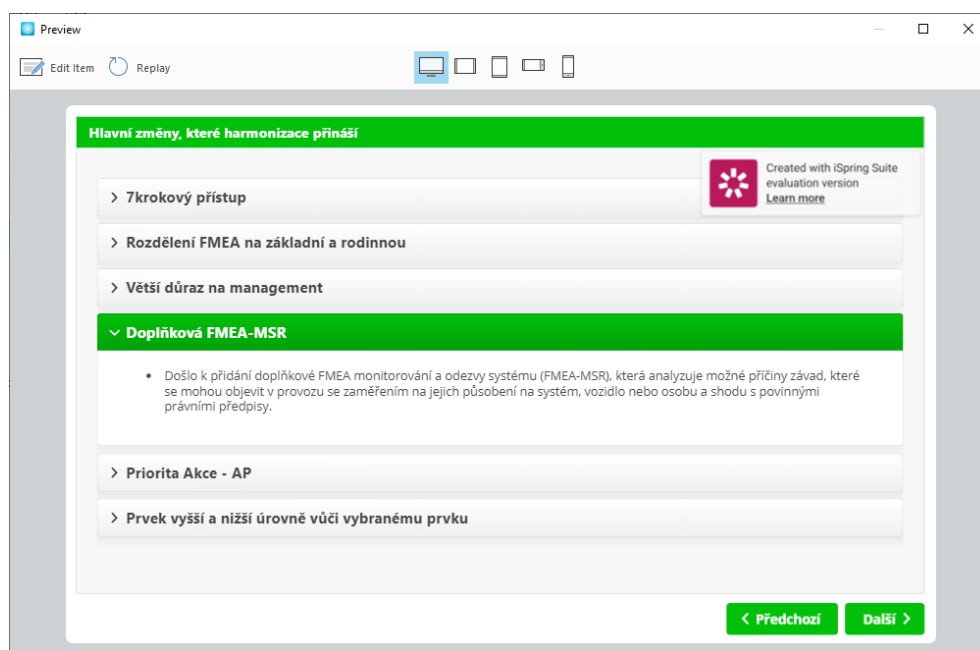
První využití interaktivního prvku je ve čtvrté kapitole, která popisuje hlavní změny, které harmonizace přinesla. Pro tuto kapitolu byla zvolena šablona „FAQ“, která připadala nejvíce vhodná pro interpretaci všech změn, protože jsou všechny témata v horizontálním, rozbalovacím menu schované pod pojmy definující změny.



Obrázek 20- Vyplněná šablona "FAQ" v iSpring Visuals

Zdroj: Vlastní zpracování

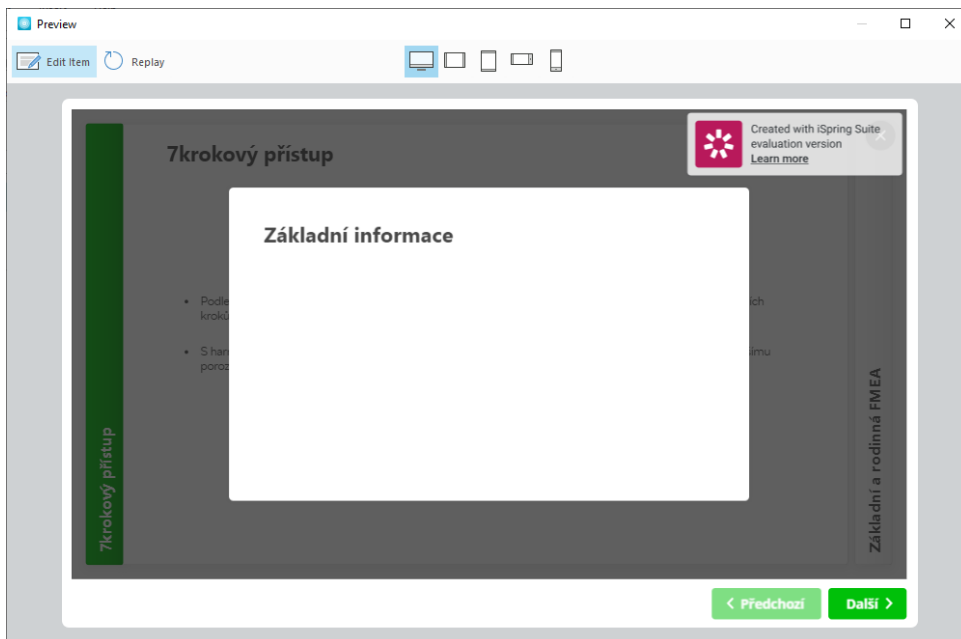
Vyplnění šablony bylo velmi intuitivní, kdy v levém sloupci se přidávají jednotlivé „kategorie“ změn a do nich byl vepsán doplňující text. Pomocí tlačítka „Properties“ byla provedena změna nadpisu a následně po kliknutí na „Text Labels“ bylo nutné upravení jazykové verze do češtiny (přepínací šipky). Změna barevného schématu je možná po kliknutí na ikonu „Colors“, kde jsou předpřipraveny různá barevná schémata nebo si můžeme vytvořit své. Pro kurz bylo vytvořeno vlastní barevné schéma, laděné do odstínů zelené barvy. Pro zobrazení náhledu, jak aktuálně interakce vypadá slouží modrá ikona přehrání. Výsledné zpracování hlavních změn vypadá následovně.



Obrázek 21 - Výsledné zpracování šablony "FAQ"

Zdroj: Vlastní zpracování

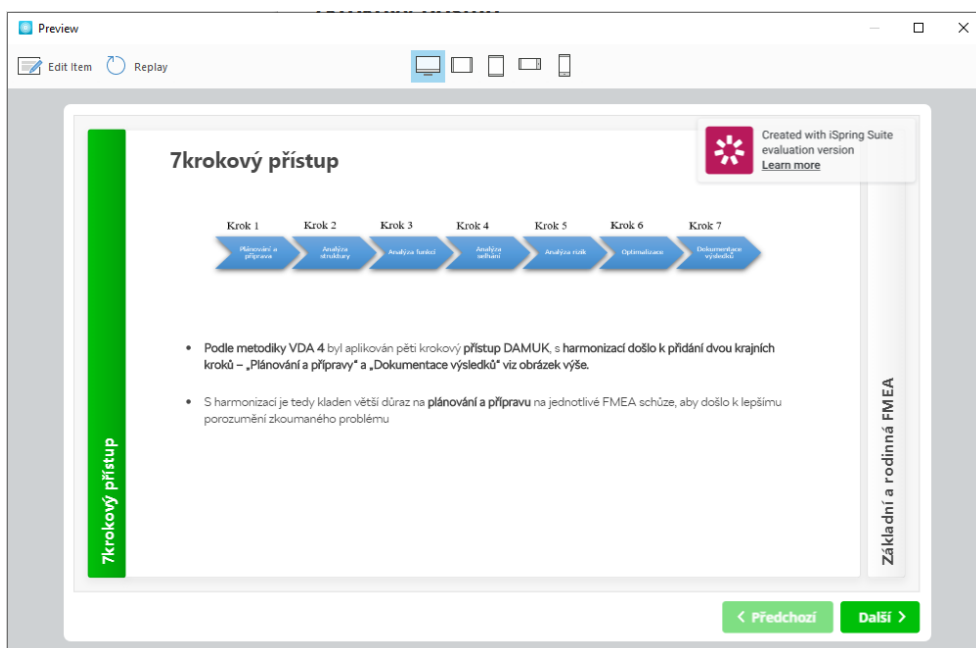
Další zpracování interaktivního prvku je v následující kapitole, pro popsání 7krokového přístupu a rozdílů mezi základní a rodinnou FMEA. Pro tento snímek došlo k využití šablony „Accordion“, která umožňuje vepisovat data do vertikálních listů, mezi kterými je možné přepínat. Jako u předchozí šablony, tak v levé straně jsou nadpisy k jednotlivým vertikálním listům. Po kliknutí, došlo k rozbalení okna pro vepsání dalších informací. Každá šablona poskytuje možnost „Introduction“, která při aktivování zapříčiní pop-up okno se začernalým pozadím, pomocí kterého je možné uživatele po zobrazení této kapitoly jednorázově informovat, jako je ukázáno na obrázku č.22. Ovšem tato možnost nebyla z důvodu nepotřebnosti tohoto prvku v tomto případě využita.



Obrázek 22 - Informační okno v šabloně

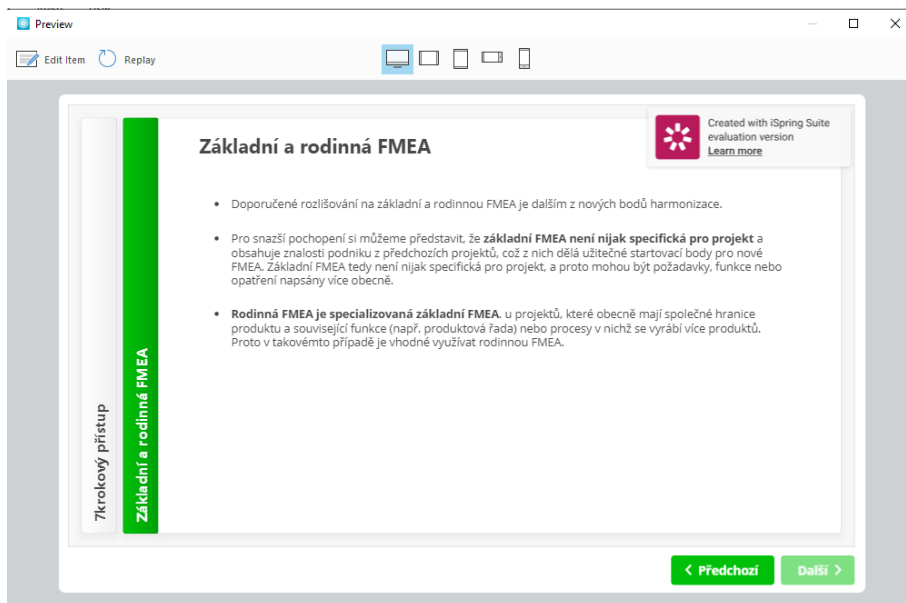
Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledek zpracování čtvrté kapitoly s využitím šablony „According“ představují následující dva snímky. Pomocí vertikálních kapitol, jež se rozbalují do listů umožňují velmi přehledné a srozumitelné zpracování témata. Nedochozí k vměstnání textu obou řešených změn do jednoho snímku v prezentaci, který by mohl působit chaoticky a silně nepřehledně.



Obrázek 23 - Náhled hotového snímku (šablona According, první záložka)

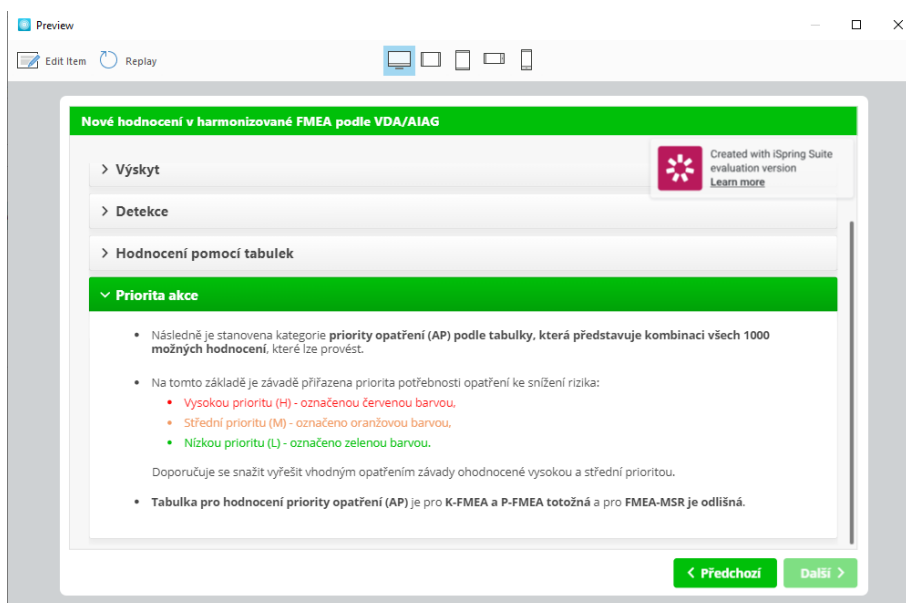
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 24 - Náhled hotového snímku (šablona According, druhá záložka)

Zdroj: Vlastní zpracování

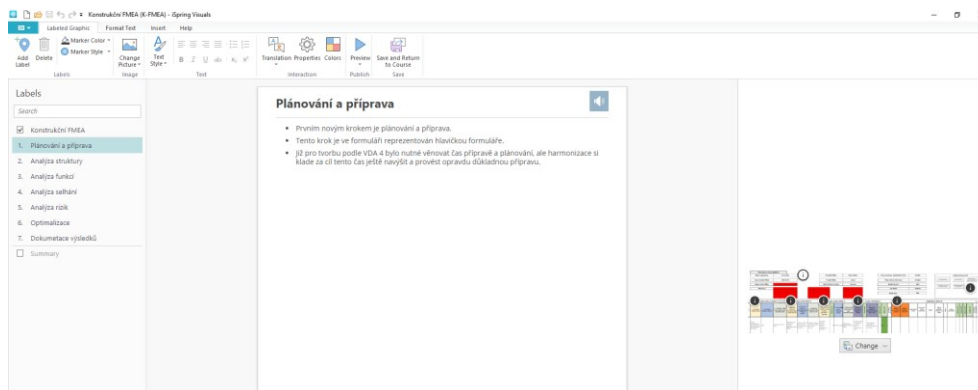
Poslední kapitolou, ve které bylo využito interaktivních částí bylo pro vysvětlení způsobu hodnocení podle nové harmonizované metodice. Jelikož byla znovu využita šablona „FAQ“ nebude již ukázána tvorba snímku, ale pouze výsledná podoba přes režim „Preview“. Výsledná podoba snímku (obrázek č. 25) je tvořena šesti kategoriemi (podle čeho jsou vady hodnoceny, význam, výskyt, detekce, hodnocení pomocí tabulek a priorit akce/opatření), které jsou doplněny textem z kapitoly Model kurzu.



Obrázek 25 - Náhled hotového snímku (šablona FAQ)

Zdroj: Vlastní zpracování

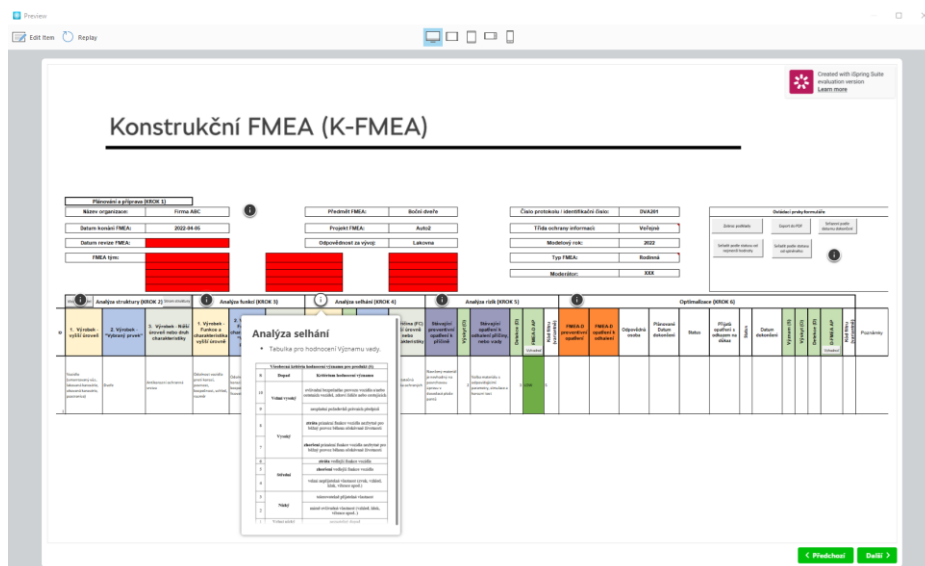
Pro popis jednotlivých druhů FMEA byla využita interaktivní šablona „Labeled Graphics“ z kategorie „Annotation“. Tato šablona poskytuje malé body, které je možné umístit kamkoliv do obrázku a při jejich rozkliknutí se zobrazí vepsaný text.



Obrázek 26 - Tvorba interakce – Labeled Graphics

Zdroj: Vlastní zpracování

Tato varianta byla zvolena z důvodu možného vysvětlení každého kroku ve formuláři samostatně. Navíc pro lepší pochopení je každý bod doplněn ještě mluveným slovem, které obsahuje vysvětlení daného kroku ve formuláři. Právě tímto způsobem je možné velmi efektivně předávat textové poznámky, doplněné mluveným slovem zaměřující se pouze na určitou sekci. Mluvené slovo je automaticky spuštěno po kliknutí na příslušný bod. Finální podoba snímků pro všechny kapitoly obsahující formuláře vypadá následovně.



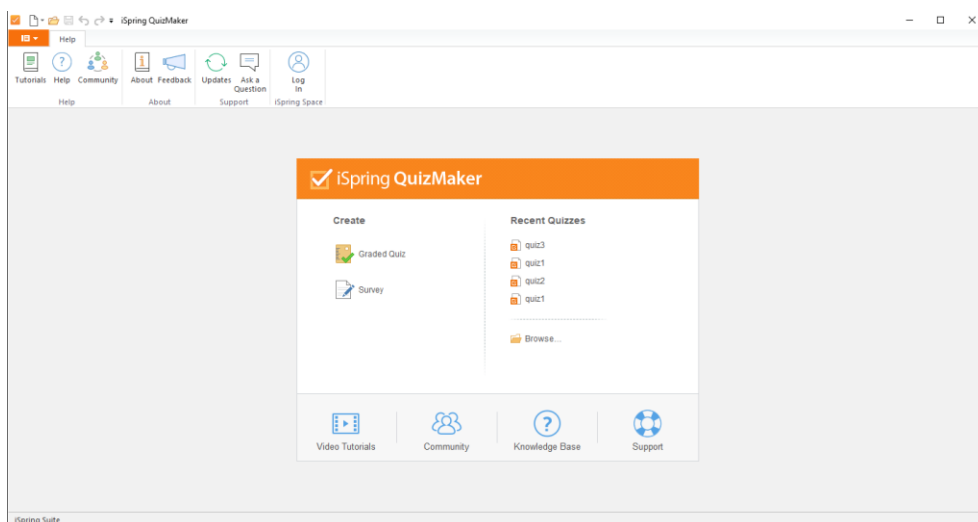
Obrázek 27 - Výsledný snímek s popisnými body v K-FMEA formuláři

Zdroj: Vlastní zpracování

## Kvízy/testy – iSpring QuizMaker

Pro procvičení získaných znalostí a následné ověření závěrečným testem jsou v e-learningu vytvořeny dva kvízy typu „Graded Quiz“. Závěrečný test se skládá z otázek procvičovacích a tří nových otázek. Pro získání zpětné vazby na kurz byl zvolen dotazník o dvou otázkách pomoci, kterých bude možné kurz následně vylepšovat.

Funkce iSpring QuizMaker umožňuje vytvářet kurzy podle typu, zda se jedná o hodnocený kurz nebo dotazník. Právě při spuštění se v prvním okně (obrázek č.28) objeví nabídka, kde si můžeme zvolit jaký typ kvízu/dotazníku chceme vytvořit.



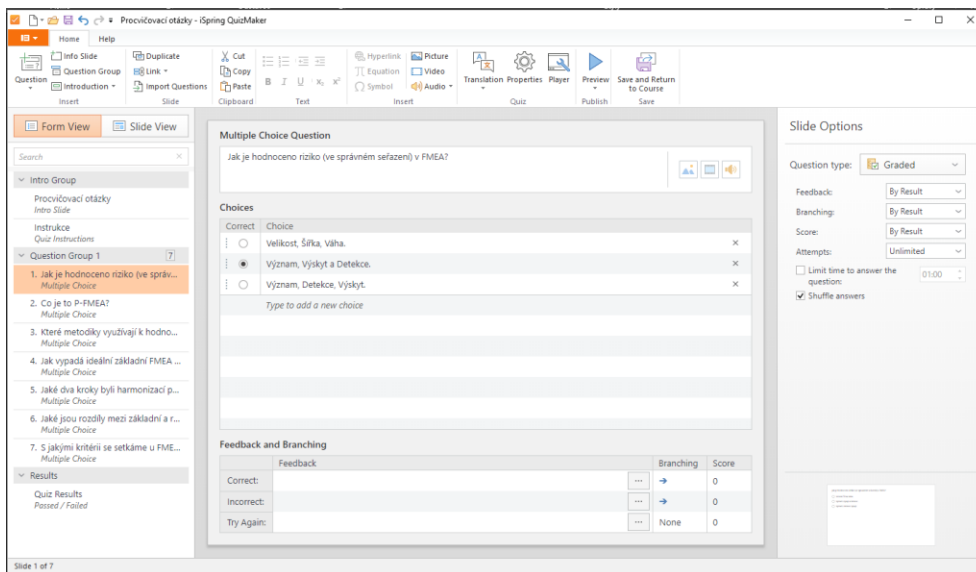
Obrázek 28 - Úvodní obrazovka iSpring QuizMaker

Zdroj: Vlastní zpracování

### První kvíz/test – procvičovací

Pro procvičovací otázky byl zvolen typ kvízu „Graded“, ve kterém následně byly odstraněny body za správnou odpověď, aby bylo docíleno cvičných odpovědí. Souběžně byl odstraněn i počet pokusů, které byly ve výchozím nastavení nastaveny a byla nastavena neomezená možnost pokusů odpovědět na otázky. Test procvičovacích otázek je koncipován do tří skupin. První skupina „Intro Group“ seznamuje uživatele s testem (obsahuje úvodní snímek a snímek s instrukcemi). Druhá, hlavní sekce obsahuje sedm definovaných otázek typu „Multiple Choice“, kde u každé jednotlivé otázky byla zaškrtnutá možnost prohazování odpovědí viz následující obrázek.

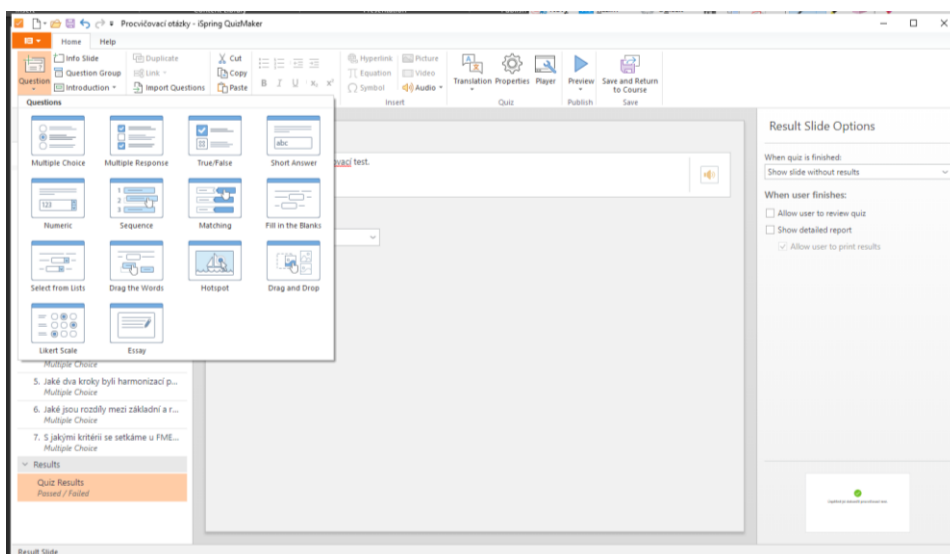




Obrázek 29 - Multiple Choice otázka a její nastavení

Zdroj: Vlastní zpracování

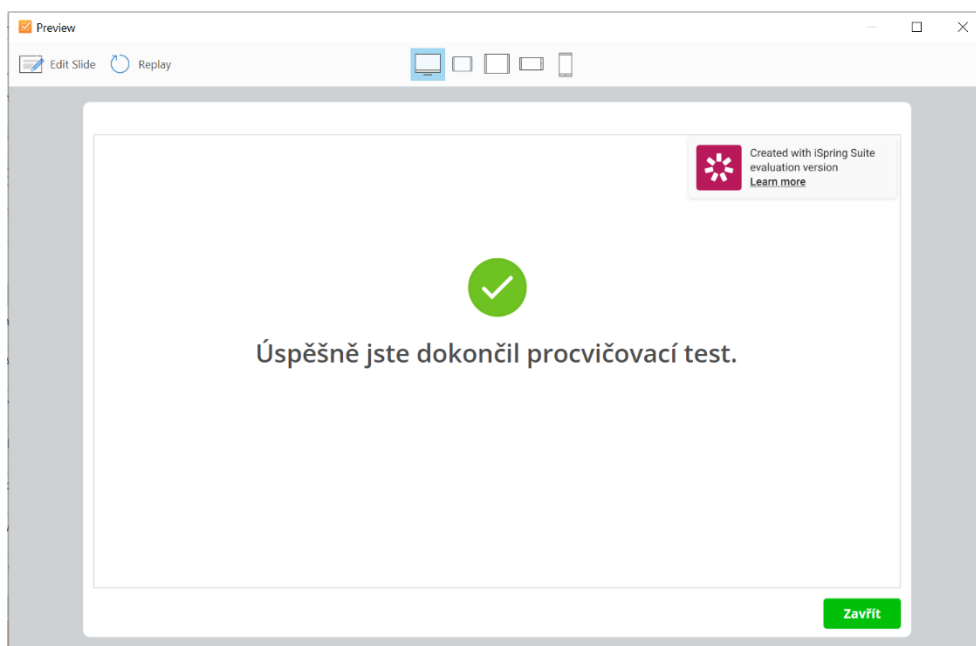
V QuizMakeru je dostupných 14 typů otázek, se kterými lze možné vytvářet dotazníky nebo hodnocené kurzy. Typy otázek se vzhledem jsou na obrázku číslo 30. Můžeme zde vytvořit otázky, na které bude možné odpovědět pouze jednou odpovědí, více správnými odpověďmi, ano/ne nebo krátkou volnou odpovědí nebo číslem. Poněkud více interaktivní způsob odpovídání je v sestavení posloupnosti správných odpovědí nebo přiřazování. V případě doplňování do textu je zde možnost odpovídat volným vepsáním odpovědi, výběrem odpovědi ze seznamu nebo přetažení odpovědi z nabídky odpovědí. Další dvě možnosti tvorby otázek jsou s využitím obrázků u prvního typu hledáte místo na obrázku a v druhé variantě „Drag and Drop“ přetahujete obrázek/objekt na správné místo. Předposlední typ otázky je s využitím Likertovi stupnice a poslední volbou je esej.



Obrázek 30 - Typy otázek

Zdroj: Vlastní zpracování

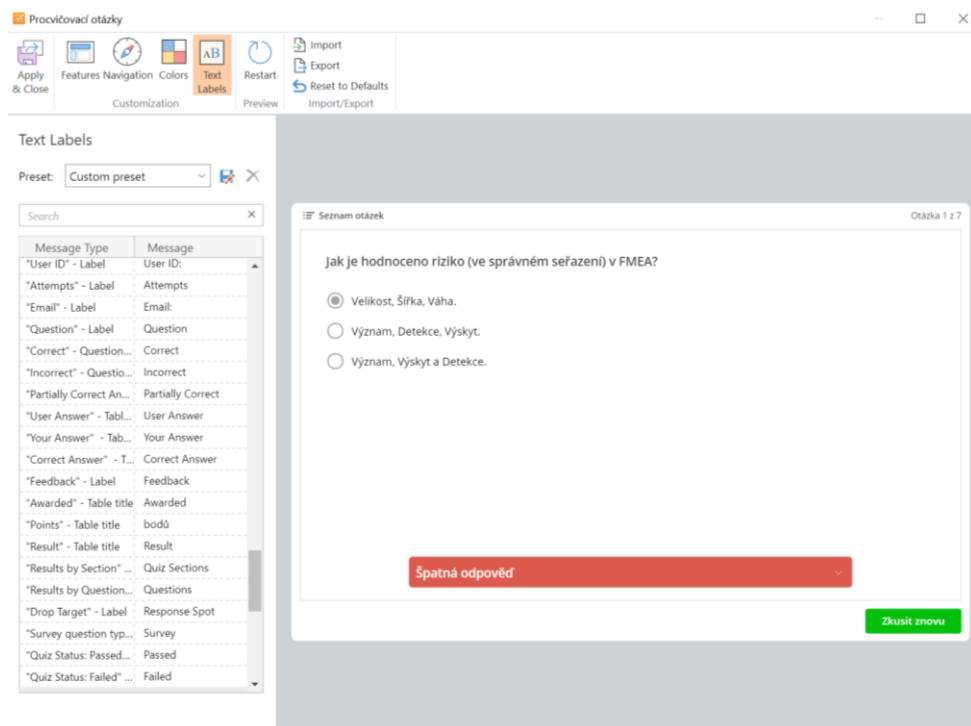
Poslední sekci je zobrazení výsledku kurzu, kde je uživatel pouze informován o absolvování procvičovacího testu v takovéto podobě.



Obrázek 31 - Informace o dokončení cvičného testu

Zdroj: Vlastní zpracování

V procvičovacím testu, a i u následného závěrečného testu bylo nutné upravit jazykovou mutaci ovládacích prvků testu/kvízu, které vidí uživatel. Tato úprava byla pomocí tlačítka „Player“ v hlavním přehledu kvízu a následném zvolení funkce „Text Labels“. Po zvolení funkce dojde k zobrazení všech textů v rámci kvízu, které je možné upravit podle vlastních preferencí viz následující obrázek.



Obrázek 32 - Přepsání jazykové mutace zobrazovaného textu

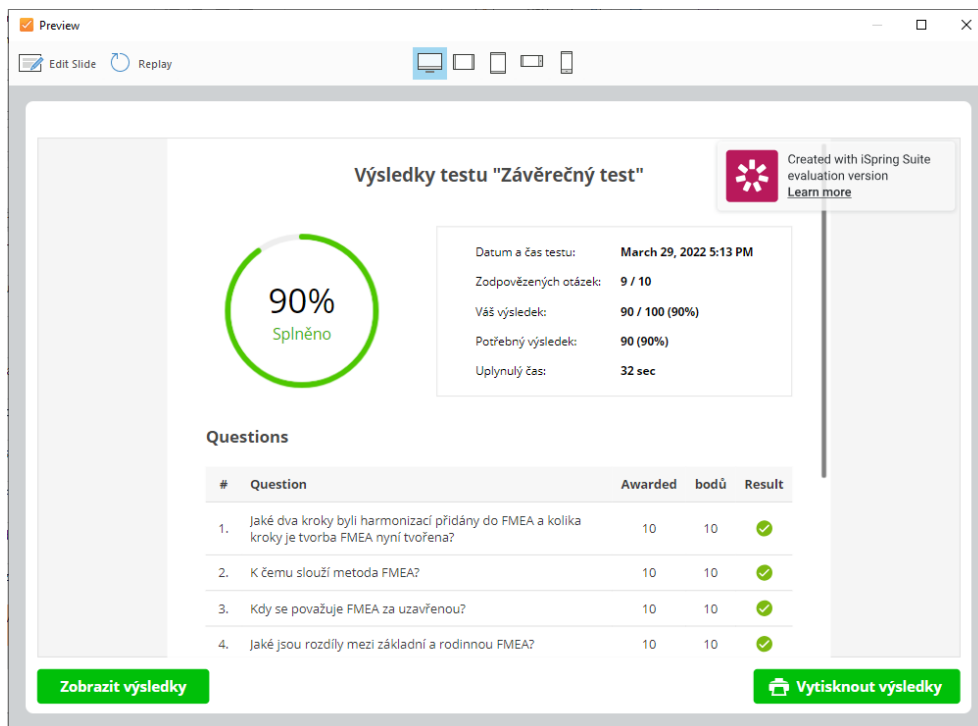
Zdroj: Vlastní zpracování

Dále bylo v „Properties“, záložce „Question List“ nastavené i míchání otázek.

### Druhý kvíz/test – závěrečný

Tvorba druhého testu, který obsahuje všechny cvičné otázky proběhla pouze v duplikování cvičného testu pro vytvoření nové instance, která byla doplněna o další tři otázky, aby obsahoval celkem deset otázek situovaných na téma FMEA a její harmonizace. Všechny otázky jsou ve formátu „Multiple Choice“. Zbylé tři otázky byly vytvořeny stejným způsobem, jako u procvičovacího testu.

Upravení jazykové mutace mimo úpravu podle cvičného testu, také bylo nutné zejména u závěrečného snímku, kde byla přidána možnost zobrazení podrobného přehledu správných odpovědí, který vypadá následovně.

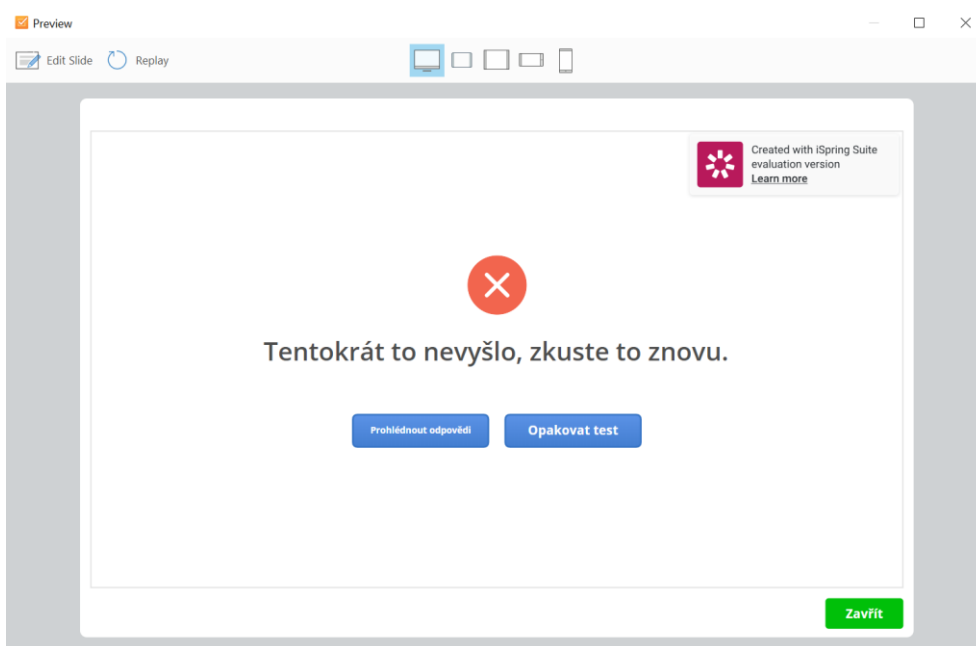


Obrázek 33 - Výsledné hodnocení úspěšnosti závěrečného testu

Zdroj: Vlastní zpracování

V podrobném přehledu, který je uživateli dostupný, vidí základní informace v podobě počtu zodpovězených otázek, dosažený výsledek, jaká je hranice splnění testu a uplynulý čas testu. Následně je vypsaný seznam otázek se statusem správné odpovědi (zelené kolečko s bílou fajfkou) nebo naopak u chybné odpovědi (červené kolečko s bílým křížkem). Tento přehled si může uživatel v případě zájmu i vytisknout.

V případě, kdy studující nedokáže splnit nastavenou hranici pro úspěšné absolvování testu je zobrazena takováto obrazovka viz následující obrázek.



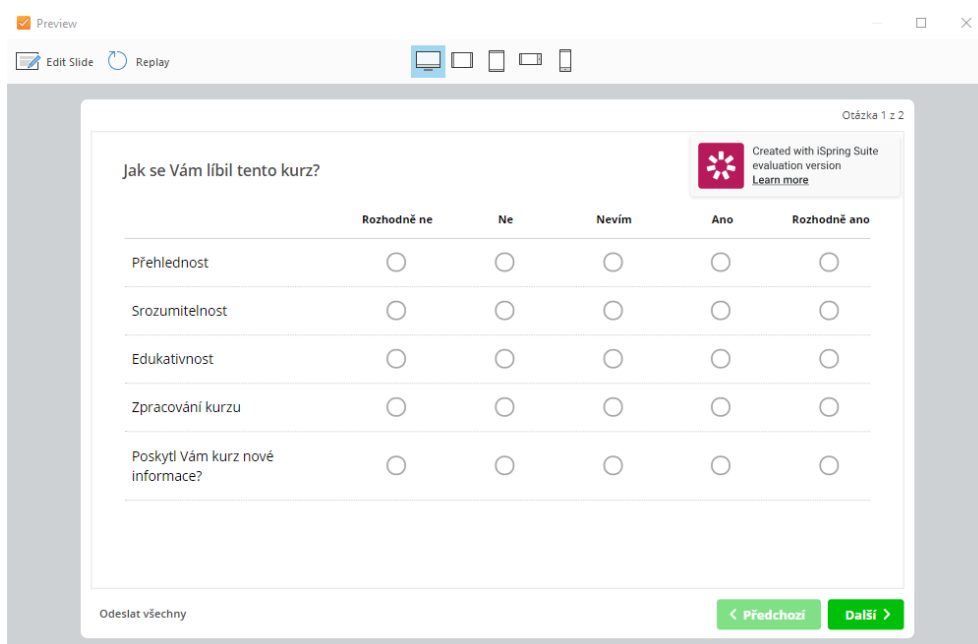
Obrázek 34 - Informace o neúspěšném absolvování závěrečného testu

Zdroj: Vlastní zpracování

Při prokliku na tlačítko „Prohlédnout odpovědi“ je umožněno prolistování všemi otázkami, kde jsou zobrazeny správné odpovědi a odpovědi zvolené uživatelem.

### **Třetí kvíz/dotazník – zpětná vazba**

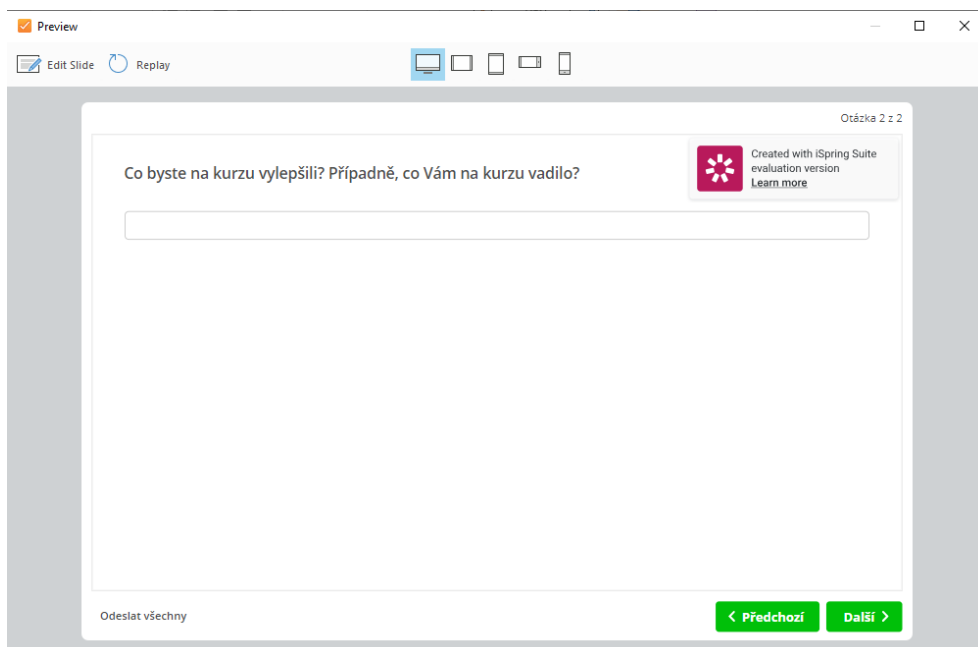
U prezenčního kurzu zpětnou vazbu můžete získat v rámci krátké diskuse, provedené na konci kurzu. Bohužel e-learningový kurz tuto možnost nenabízí a bylo tedy nutné zvolit alespoň nějaký způsob pro získávání zpětné vazby. Pro tento účel došlo k vytvoření krátkého dotazníku, který je situován po závěrečném testu. Mnoho lidí nebaví vyplňovat dlouhé dotazníky spokojenosti, proto pro získání základní zpětné vazby dotazník obsahuje pouze dvě otázky. K první otázce je vytvořena Likertova stupnice, kde uživatel hodnotí na stupnici od „rozhodně ne“ až pod „rozhodně ano“ v pěti kategoriích (přehlednost kurzu, edukativnost, srozumitelnost, zpracování kurzu a zda kurz poskytl uživateli nové informace).



Obrázek 35 - První snímek hodnocení kurzu

Zdroj: Vlastní zpracování

Odpověď na druhou otázku je v podobě volné odpovědi, kde uživatel může napsat, co se mu v kurzu líbilo nebo naopak nelíbilo. Na základě takto posbírané zpětné vazby je možné kurz vylepšovat.



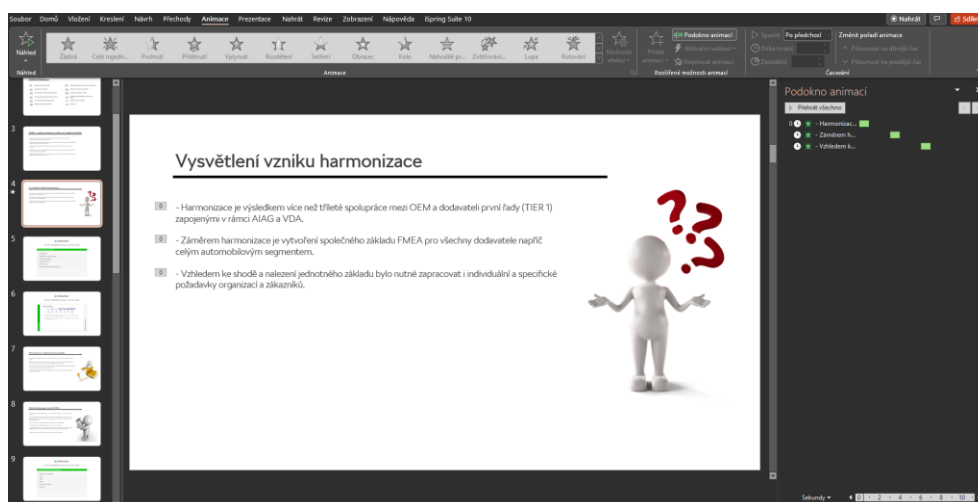
Obrázek 36 - Druhý snímek hodnocení kurzu

Zdroj: Vlastní zpracování

Tímto způsobem jsou tvořeny kvízy/testy v e-learningovém kurzu. V předchozích řádcích byly popsány základní úpravy, díky kterým vznikly jednotlivé testy. Nicméně doplněk iSpring QuizMaker je velmi intuitivní a vytvoření slušného základu pro test nebo dotazníku v něm je otázka několika málo minut. Opačnou stranou jsou jednotlivé drobné úpravy v podobě nastavení u otázek a dalších drobností jako jazykové mutace, překlady otázek apod., které mohou být časově náročnější.

## **Animace – Microsoft PowerPoint**

Pro snímky, které neobsahovaly žádnou interakci z programu iSpring bylo pro zobrazování textu využito animací, které jsou standardně dostupné v programu Microsoft PowerPoint. Animace na snímky byly načasovány tak, aby zobrazovali jednotlivé odstavce po sobě a uživatel se soustředil vždy na nový text. Animování textu bylo nastaveno na délku trvání jednu vteřinu a zobrazení nového textu má zpoždění 2 vteřiny po zobrazení textu předchozího. Výsledná animace u jednoho snímku může vypadat následovně.



*Obrázek 37 – Animace*

Zdroj: Vlastní zpracování

Smyslem této kapitoly bylo ukázat vývoj tohoto kurzu. O textovou podporu se postarala již kapitola předcházející a nyní bylo nutné kurz vytvořit a graficky zpracovat. Základní věci, jako vytvoření nového snímku, vložení nadpisu a textu nebyly záměrně popsány, protože vzhledem k dnešní době jsou tyto základy používání PowerPointu v podvědomí téměř každého. Nicméně další prvky tohoto e-learningu, jako interakce, kvízy/testy mohou být nové, proto došlo k vysvětlení jejich tvorby v rámci jednotlivých snímků interakce nebo případně testu či dotazníku pro zpětnou vazbu. Funkcionalit, které doplněk iSpring Suite nabízí a při tvorbě kurzu nedošlo k jejich využití je mnoho, jako například simulace

konverzace nebo nahrávání zvuku, videa nebo záznamu obrazovky. Pokud si podnik pořídí licenci iSpring Suite bude schopen tvořit poutavé a edukativní e-learningové kurzy, které ve výsledku může nahrávat do svého LMS systému nebo umístit jako video do své vzdělávací mediatéky. Když je kurz vytvořen a připraven ve správném formátu je nutné ho nějak implementovat do podniku a zároveň čtvrtým bodem při tvorbě e-learningu podle modelu ADDIE je právě následující kapitola – implementace.

## **9.4 Implementace kurzu**

Implementace kurzu závisí na možnostech podniku. Kurz bude nejdříve spuštěn v pilotní formě, do kterého bude umožněn vstup vybraným zaměstnancům firmy. Po odsouhlasení s vybranými zaměstnanci bude kurz spuštěn do ostrého provozu a implementován do vzdělávací platformy podniku. Díky využití doplňku iSpring Suite je možné kurz vyexportovat v několika formátech, které umožní nahrání kurzu do různých LMS systémů a je tím docíleno kompatibility s LMS systémem podniku. Pro představení kurzu vytvořeného v této diplomové práci bude využit export ve formátu HTML 5 a následně umístěn na webovou stránku (<http://e-learningdp.tode.cz/e-learning>).

## **9.5 Hodnocení kurzu**

Zpětná vazba je v dnešní době velmi mocný nástroj ke zlepšování, používaný ve všech oblastech. Samozřejmě za přínosného pomocníka lze zpětná vazba považovat pouze v případě, kdy obsahuje konstruktivní poznatky. I pro tento kurz bude zpětná vazba znamenat mnoho v případě konstruktivních připomínek ke zlepšení srozumitelnosti a pochopení.

Vzhledem k tomu, že se jedná o e-learningový kurz nebude možné osobní dotazování. Proto je zvolena zpětná vazba ve stylu krátkého dotazníku, která se zobrazí uživateli hned po dokončení závěrečného testu. Tímto způsobem by mohlo být získáno dostatečně poznatků, které budou přínosné a případně pomohou vylepšit kurz pro toto téma.

V celé této kapitole a v jejích několika podkapitolách byla popsána a ukázána tvorba e-learningového školení na téma harmonizovaná metodika FMEA podle VDA/AIAG. V první podkapitole byla stanovena časová náročnost kurzu a v té následující byla



stanovena osnova kurzu a tvorba textových podkladů do kurzu, Ve třetí podkapitole byly tyto podklady zpracovány do grafického podoby. Implementace kurzu byla tématem čtvrté podkapitoly a v té páté bylo řešeno hodnocení kurzu a získávání zpětné vazby od účastníků. Ve výsledku bylo vytvořeno ukázkové e-learningového školení, které je dostupné na webové adrese. Následující kapitola se bude již přímo věnovat tvorbě nových formulářů.

## 10. Nová podoba formuláře

Smyslem této kapitoly bude vyřešit novou, harmonizovanou podobu formuláře, do kterého se zaznamenává průběh jednání. Podoba formuláře je závislá na způsobu, jakým podnik s metodikou FMEA pracuje. Metodika FMEA nenařizuje, že pro tvorbu musí být využit specializovaný software, pouze doporučuje, jak by měl formulář vypadat, a proto poskytuje určitou volnost. V souvislosti s touto situací se můžeme setkat s variantou, kdy podniky využívají k analýze formuláře vyrobené například v programu Microsoft Excel. Přesně s tímto případem se tedy setkáme i v této kapitole. Řešení s využitím programu Microsoft Excel je pro mnoho podniků finančně nenáročné, protože licencí na něj již disponují z důvodu jiných činností, ke kterým ho využívají. Oproti tomu jsou specializované programy, kde jejich pořízení může být finančně nákladné (licence, školení zaměstnanců, podpora) a cílem každého podniku je co nejvíce ušetřit.

### 10.1. Aktuální podoba formuláře

Jak bylo zvoleno v kapitole pojednávající o dvou hlavních aspektech, tak podnik již FMEA analýzu provádí podle metodiky VDA 4 a proto podle této metodiky je situována i aktuální podoba formuláře na obrázku níže. Formulář je vytvořen v programu Microsoft Excel a pro funkčnost jsou ve formuláři naprogramovány moduly a makra v jazyce VBA, které na pozadí provádějí automatizované úlohy pro zjednodušení užívání formuláře. Například pomocí makra je možné dopočítat automaticky RPZ a při kliknutí na „Možné riziko“ se buňka RPZ vady zařazuje do barevné kategorie podle důležitosti (červená, žlutá, zelená).

Název FMEA			Moderátor	Datum konání FMEA			Projekt	FMEA-Typ	Číslo protokolu							
Name der FMEA			Moderator	Datum der Umsetzung			Projekt	FMEA-Typ	Protokolnummer							
Předmět FMEA			Zodpovědná oblast	FMEA-Stav			Datum kontroly protokolu									
Gegenstand der FMEA			Verantwortlicher Bereich	FMEA-Status			Datum der Protokoll-Kontrolle									
FMEA Tým / FMEA Team																
Funkce	Možná vada	Možný důsledek	S	Příčina	Kont. prev opatření	Vznik	Možné riziko	Doporučená opatření	Řešitel	Termín	Provedená opatření	Vznik	Možné riziko	Stav		
Schritt / Zeichnen Blau						Vyřazení	o			Propadlé		Vyřazení	o			
Funktion	Potentielle Fehler	Potentielle Fehlerfolge	Ursache	Kontrollmaßnahmen	A	B	RPZ odzn	Empfohlene Abstellmaßnahme	zu erledigen durch	Termin odznač	Getroffene Maßnahmen	A	B	E	RPZ odzn	Stand
FMEA vychází ze zkušenosti s předchozími modely. Projednány zvláštní znaky jednotlivých funkcí a zohledněny ve sloupci "S".																

Obrázek 38 - Formulář FMEA podle VDA 4 v programu Microsoft Excel

Zdroj: výstřižek z aktuálního formuláře v MS Excel

Formulář byl zobrazen pro všechny tři typy FMEA (konstrukční, procesní a systémovou), které podnik řešil. Nicméně, bohužel takovéto zobecnění nebude již podle harmonizace

možné, maximální zobecnění by mohlo být mezi konstrukčním a procesním typem FMEA. Vedle formuláře v dalších záložkách jsou k dispozici tabulky k hodnocení kritérií vzniku, významu a odhalení vady, matici rizik, pracovní návodku, která obsahuje informace pro jednotlivé členy FMEA týmu a také stránku obsahující popis jednotlivých verzí formuláře a provedené úpravy.

## **10.2 Nová podoba FMEA formuláře podle harmonizace**

V rámci harmonizace došlo k doplnění doplňkové FMA pro monitoring a odezvu systému (FMEA-MSR) a pro ni bude nutné vytvořit další formulář. Mimo jiné i pro konstrukční a procesní typ bude nutné vytvořit novou podobu formuláře. Určitě prvky budou mít všechny formuláře stejné, těmi prvky jsou například hlavička formuláře, sloupec Action Priority atd. Po vzoru stávající podoby formuláře, kdy na dalších listech excelového souboru jsou k dispozici hodnotící tabulky a další doplňující informace k formuláři je vhodné tento smysl aplikovat i na novou podobu. Pro každý jednotlivý typ FMEA bude vytvořen samostatný formulář, který bude součástí jednoho excelového souboru.

### **10.2.1 Provedené úpravy pro harmonizovaný formulář**

Pojetí zpracování formuláře pro harmonizovanou FMEA není v příručce nijak specifikováno. Proto pro splnění cíle této diplomové práce a následně využití již získaných zkušeností z využívání starého excelového formuláře byla zvolena právě tato cesta vytvoření nových formulářů s využitím Excelu. V předchozím odstavci jsou definovány hlavní změny, které je nutné vytvořit, aby formulář byl v souladu s harmonizací. Soupis všech provedených úprav, které byly provedeny pro demonstraci vzorového řešení, jak je možné tento přechod pojmout jsou následující. Hlavní prvky, které formuláře musejí mít je nový 7krokový přístup a změněný způsob vypočítání míry rizika, respektive kategorizaci podle prioritizace opatření. Dále doplněné informace do hlavičky formuláře, zda se jedná o rodinnou nebo základní FMEA a kategorizaci třídy informací, které formulář obsahuje. Všechny tyto prvky jsou stejné pro všechny tři typy FMEA formulářů, které jsou harmonizací vyžadovány, a proto z důvodu vyhnutí se opakování budou tyto změny popsány pouze jednou.

## Hlavička formuláře

Nová podoba hlavičky formuláře (viz obrázek níže) přináší několik novinek. Do hlavičky formuláře byly přidány informace pro kategorizaci FMEA, zda se jedná o rodinnou nebo základní. Pro tento výběr je využita možnost rozbalovacího seznamu s nabídkou pro možnost zvolení aktuálně řešeného typu FMEA.

The image shows a screenshot of the FMEA form header. It consists of several sections:

- Plánování a příprava (KROK 1)**:
  - Název organizace: [redacted]
  - Datum konání FMEA: 2022-04-05
  - Datum revize FMEA: [redacted]
  - FMEA typ: [redacted]
- Předmět FMEA:**
  - Předmět FMEA: [redacted]
  - Projekt FMEA: [redacted]
  - Odpovědnost za výstup: [redacted]
- Číslo protokolu / identifikační číslo:**
  - Třída ochrany informací: Veřejná
  - Modelový rok: [redacted]
  - Typ FMEA: [redacted]
  - Základní: [redacted]
  - Moderátor: XXX
- Detailní prvky formuláře**:
  - Detailní prvky formuláře: [redacted]
  - Detailní prvky formuláře: [redacted]

Obrázek 39 - Nová podoba hlavičky formulářů

Zdroj: Vlastní zpracování

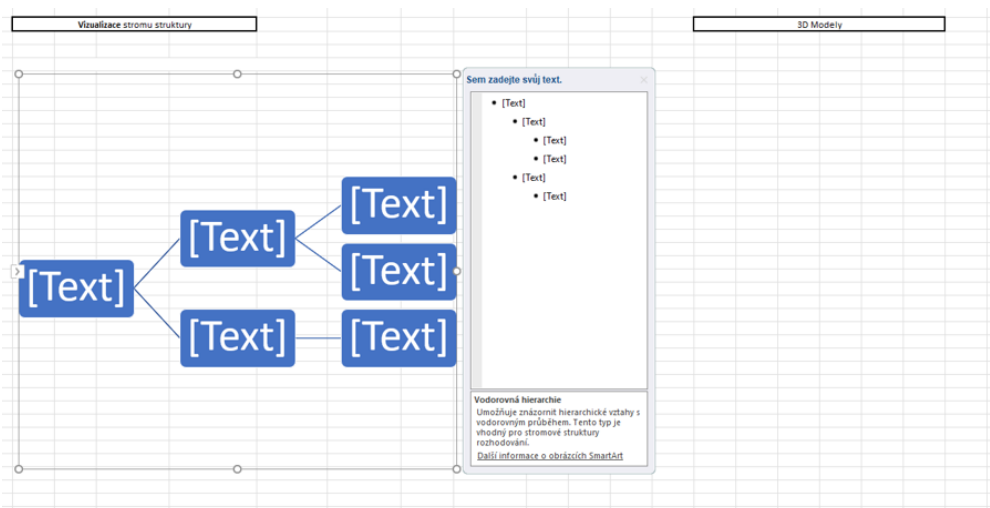
Pro zobrazení seznamu s nabídkou třídy ochrany informací byla zvolena stejná možnost rozbalovacího seznamu, který je mimo jiné využit i pro volbu FMEA moderátora. Dále jsou ve formuláři využity malé nápovědy pro jednotlivá pole v hlavičce, které jsou vytvořeny formou poznámky k jednotlivým buňkám. Existenci poznámky je označena malým červeně zbarveným trojúhelníkem v pravém horním rohu každé buňky. Zároveň každé políčko, do kterého je nutné něco napsat je označené červenou barvou, která následně po vepsání textu zmizí. Tato funkce byla vytvořena pomocí podmíněného formátování. Vedle hlavičky je připraveno okno s ovládacími prvky formuláře, kde jsou připraveny tlačítka, pomocí kterých je možné zobrazit list s daty, exportovat formulář do PDF nebo seřadit podle termínu dokončení či statusu opatření.

Po vyřešení společné hlavičky pro všechny formuláře přicházejí změny hlavně v druhé části formuláře, které budou popsány v dalších řádcích.

## Tělo formuláře

V těle formuláře došlo k těm největším změnám, které harmonizace přinesla. Došlo zde k doplnění potřebných sloupců k lepšímu porozumění zkoumaného prvku tzv. „Focus Elementu“, kde jsou do formuláře zapisovány i prvky nadřazené zkoumanému prvku a následně i prvky nižší úrovně vůči prvku zkoumanému. Tento princip zkoumání se dotýká celkem tří kroků, kde se jednotlivé kroky věnují nejprve analýze struktury, analýze funkcí a analýze selhání. Pro analýzu struktury a analýzu funkcí je možné využít k vizualizaci zkoumaného systému například vypsání stromu struktury nebo importu 3D modelu zkoumaného systému. Pro tyto funkce jsou ve formuláři přidány dvě tlačítka, kde po





Obrázek 43 - Zobrazení stromu struktury a 3D modelů v listu DATA

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším funkčním tlačítkem, které ve formuláři je připraveno ve sloupci, kde probíhá kategorizace priority opatření do tří úrovní „High, Medium a Low“ je tlačítko „Vyhodnot“. Tato činnost je prováděna pomocí makra na pozadí, kde jsou vytvořeny podmínky pro jednotlivé kombinace hodnocení Priority opatření (AP), které se skládají z různých hodnot ohodnocení kritérií pro Význam (S), Výskyt (O) a Detekci (D). Na základě jednotlivých hodnot, pro které se najde správná podmínka bude ve sloupci „AP“ vybarvena buňka podle barevného zařazení a následně zobrazen i text podle závažnosti vady, pro které bude následně (pokud je zobrazená červená buňka s nápisem „High“ nebo oranžově zbarvená s nápisem „Medium“) nalezeno opatření ke snížení úrovně. Zeleně ohodnocená priorita opatření velmi často nepotřebuje řešení ke snížení úrovně, vše ale záleží na nastavení podniku.

### 10.2.2 Další funkce formulářů

Ke snazšímu užívání bylo do formuláře doplněno několik dalších funkcionalit. Například u každého formuláře u hlavičky je přidáno tlačítko „Zobrazit podklady“, které moderátora následně přeměruje na list „DATA“. Dále pro jednoduchý přechod zpátky do formuláře jsou právě na datovém listě vytvořeny tlačítka na přeměrování zpět do jednotlivých formulářů.

Posledním krokem z celého nového přístupu je dokumentace výsledků. Dokumentování výsledků není pevně určeno, v jakém formátu a jak má vypadat. Uživatel může například dokumentovat výsledky FMEA jednání pomocí extra vytvořené, bodové prezentace

s výsledky. Případně může celý FMEA formulář exportovat do formátu PDF. V rámci tohoto formuláře byla zvolena pro dokumentaci výsledků právě forma exportu do PDF souboru. V Excelu je možné tento export provést standardní cestou přes „Soubor – Exportovat – Vytvořit dokument PDF/XPS“. Pro zjednodušení a zvýšení komfortu bylo přidáno tlačítko, které spouští makro pro export aktuálního listu. Zavolané makro zobrazí okno s prohlížením souborů, díky kterému si uživatel zvolí místo a název souboru, kam chce daný export uložit.

Po kliknutí na uložit je následně vygenerován dokument ve formátu PDF. Makra pracují s metodami ExportAsFixedFormat a GetSaveAsFilename.

V celém excelovém souboru jsou k dispozici pro správné ohodnocení kritérií i hodnotící tabulky, které jsou taktéž převzaty z harmonizace a nejsou nijak upravovány, aby byla zachována maximální univerzálnost. Nicméně pokud si podnik sám pro sebe upraví jednotlivé hodnotící tabulky musí upravit i následnou hodnotící tabulku pro prioritu opatření.

Díky všem výše popsaným změnám je docíleno vytvoření funkčního základního harmonizovaného formuláře bez využití specializovaného softwaru, kde s využitím různých maker je možné docílit přidání dalších funkcionalit, jež budou usnadňovat práci moderátorům jednání FMEA schůzek.

Dalším důležitým bodem, který je nutné zmínit u takto vytvořeného formuláře je jeho bezpečnost. Přes makra je možné s využitím tzv. marko virů napadnout počítač a dokumenty nebo případně s makry psanými v jazyce VBA je možné přistupovat k některým systémovým funkcím operačního systému. Nicméně, tím že celý formulář je vyvíjen uvnitř firmy předpokládá se, že tvůrce nebude vytvářet kód s makro viry. Pro zamezení různých úprav v makrech formuláře je doporučeno VBA část zamknout heslem, bez kterého nebude možné jednotlivé kódy upravit.

Finální vzhled nových formulářů s jednotlivými formuláři bude součástí příloh (příloha C–E) na konci této diplomové práce. Tato kapitola měla přiblížit tvorbu nového vizuálu jednotlivých formulářů, které budou s hodnotícími tabulkami v souladu s harmonizovanou FMEA podle VDA/AIAG. V této kapitole byla nejdříve popsána aktuální situace v námi zvoleném podniku a následně i zmíněna nová podoba harmonizovaného formuláře, který

pro různé druhy FMEA disponuje společnou hlavičkou. Tělo formuláře bylo následně upraveno podle specifik daného druhu FMEA aby zohledňovalo všechny potřebné prvky k zvolenému typu. Formuláře byly následně doplněny o jednotlivé funkční prvky, které mají za cíl zvýšit komfort a efektivitu práce. Jedná se například o přidání vizualizace analýzy funkcí pomocí stromu struktury anebo importování 3D modelu zkoumaného dílu u konstrukční FMEA. Dalším krokem, aby došlo k usnadnění práce a splnění posledního kroku z nového 7krokového přístupu je vytvoření funkčního tlačítka, které z FMEA formuláře udělá PDF dokument se všemi vytvořenými vizualizacemi a statickým obrázkem 3D objektů, aby bylo možné dokument následně poslat například managementu pro reportování výsledků. Vývojovou část formuláře je možné zabezpečit pomocí hesla a tím zabránit případným nežádoucím úpravám VBA kódu, které by mohly ohrozit nejen utajení informací uvedených ve formuláři, ale i bezpečnost celého počítače.



## 11. Návrh způsobu vyhodnocení a úspěšnosti vzdělávání při zavádění FMEA

Vyhodnocení úspěšnosti vzdělávání při zavádění FMEA lze ověřit již při prvních FMEA jednáních, kdy účastníci kurzu budou aplikovat získané znalosti z e-learningové kurzu v praxi. Při FMEA schůzkách je nutné, aby jednotlivý členové týmu znali základní principy FMEA a způsob tvorby FMEA formuláře, ale stále tu největší znalost a zkušenost by měl mít moderátor schůzky. E-learningový kurz, který byl v rámci této diplomové práce vytvořen se zaměřuje spíše na členy týmu, protože pro moderátora je nutné absolvovat prezenční kurz zakončený certifikací. Z toho důvodu je úspěšnost tohoto kurzu možné vyhodnocovat pomocí závěrečného testu (který je součástí kurzu). Závěrečný test obsažený ve vytvořeném e-learningu v rámci této diplomové práce byl otestován celkem deseti lidmi. Výběr testujících byl rozdělen v poměru 7:3, kdy sedm účastníků nedisponovalo žádnou znalostí FMEA a způsobů její tvorby a ostatní tři disponují naopak znalostí FMEA podle VDA 4 a nově i znalostí harmonizované verze – v tabulce označení jako odborníci.

*Tabulka 4 - Hodnocení úspěšnosti v závěrečném testu vytvořeného e-learningu*

Účastník	Počet špatných odpovědí	Úspěšnost %
1	8/10	80 %
2	10/10	100 %
3	10/10	100 %
4	9/10	90 %
5	6/10	60 %
6	9/10	90 %
7	10/10	100 %
8 (odborník)	10/10	100 %
9 (odborník)	9/10	90 %
10 (odborník)	10/10	100 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Vzhledem k výše uvedené tabulce lze zhodnotit úspěšnost kurzu kladně, protože osm zúčastněných kurzem prošlo. Ačkoliv tři z nich dokončili závěrečný test na minimální hranici potřebné k úspěšnému absolvování testu. Dva neúspěšní účastníci nebyli schopni test dokončit napoprvé a museli ho opakovat. Neúspěšnost byla zapříčiněna nedostatečnou pozorností v průběhu e-learningu a zbrklostí v označení správné odpovědi. Celkovou

úspěšnost je možné vyjádřit 80 procenty, a tím prohlásit, že kurz byl sestaven úspěšně a funkčně. Dalším způsobem pro hodnocení úspěšnosti vzdělání ve změnách harmonizace je posouzení moderátorem schůzky.

Pro měření spokojenosti ze strany uživatele vůči kurzu může být využito dotazníkové šetření v podobě krátkého dotazníku, který je zobrazen po absolvování kurzu.

Naopak pro ověření, že účastníci pochopili smysl kurzu a umějí tyto znalosti použít v praxi mohou sloužit právě FMEA schůzky, kdy vyškolený moderátor je schopen poznat, zda účastníci týmu mají znalosti o nových harmonizovaných změnách nebo nikoliv. Druhou možností pro ověření znalostí může být například simulace určité vady, kterou musejí účastníci pomocí nabytých znalostí z kurzu vyřešit FMEA metodikou. Bohužel možnost hodnocení pomocí dotazníkového šetření a závěrečného testu jsou sice rychlé a poměrně snadné, ale například v případě, kdy se účastník kurzu zúčastní FMEA schůzky do několika dní po absolvování kurzu je jasné, že si všechny nabyté znalosti pamatuje. Pokud ale tento stejný účastník se následně dalšího půl roku až rok nezúčastní žádného FMEA jednání dochází zde k vysoké pravděpodobnosti, že si již nebude nic pamatovat, a proto bude nutné uživatele odkázat ke znovu prostudování tohoto e-learningu nebo k vyřešení případové studie, která by o to přesněji dokázala identifikovat účastníkovi nedostatky a úspěšnost předání informací z kurzu.

## 12. Závěr

V rámci procesu zajišťování kvality nová harmonizovaná metodika FMEA podle VDA/AIAG přináší značné zjednodušení v podobě jednotného základu, který mohou používat dodavatelé i výrobci nezávazně na geografickém zařazení trhů. Cílem této diplomové práce bylo zavedení harmonizované FMEA do podniku, kdy zavádění neřešilo přímo kompletní proces v podobě harmonogramu a dalších nezbytných detailů, ale řešil primárně vzdělávání zaměstnanců o této změně a vytvoření šablonových formulářů, aby podnik mohl zavést a používat harmonizovanou FMEA.

V rešeršní části této diplomové práce došlo k vysvětlení pojmu kvalita a následných pohledů různých autorů na téma jakosti. V další kapitole, která lze označit za jednu z hlavních této práce je věnována metodice analýze možnosti vzniku vad a jejich následků neboli FMEA. Kapitola předává základní informace o této metodice, její historický vývoj, důvody k harmonizaci FMEA a jaké jednotlivé změny přinesla. V dalších řádcích jsou detailně popsány postupy tvorby konstrukční FMEA (K-FMEA) a FMEA-MSR pro monitorování a odezvy systému, která je doplňkovou metodikou ke konstrukční FMEA. Procesní FMEA je vysvětlena také, ale z důvodu pouze textové odlišnosti se zaměřením na proces od konstrukční nebyla více detailně vysvětlována. Následující kapitoly jsou věnovány již druhému velkému tématu této diplomové práce, a to kontinuálnímu vzdělávání zaměstnanců zejména s využitím platformy e-learningu. Další podkapitoly představují informace o historii e-learningu, o jeho druzích, výhodách a nevýhodách, které přináší z pohledu účastníka a podniku. S e-learningem je vždy spojován i pojem LMS, představující systém pro řízení vzdělávání, kdy se jedná komplexní e-learningovou platformu. V další rešeršní kapitole dochází ke zvážení dvou aspektů – výchozích situací podniku, kdy první variantou je podnik již provozující FMEA, disponuje tedy základní znalostí a zavádění harmonizace do této situace tedy znamená vytvoření kurzu představující harmonizovanou metodiku a vytvoření nových formulářů. Opakem je podnik, kde žádná znalost FMEA neexistuje a je tedy nutné je kompletně proškolit všechny účastníky FMEA jednání, moderátor musí úspěšně absolvovat certifikační kurz pro vedení FMEA a následně vyřešit otázku tvorby FMEA z hlediska formulářů, zda podnik půjde cestou specializovaného softwarového řešení nebo si formulář vytvoří s pomocí programu MS Excel sám. V obou situacích je řešena pouze forma vzdělávání a tvorba nových formulářů. Případné další prvky, které jsou nutné k zavedení provést jako sepsání nové

směrnice nebo navržení harmonogramu přechodu nejsou předmětem řešení v této diplomové práci, protože jsou již navrženy v mé bakalářské práci. Pro praktickou část došlo k výběru situace prvního podniku, který již FMEA tvoří a disponuje určitými znalostmi. Poslední rešeršní kapitolou jsou programy, které mohou být při zavádění harmonizace do podniku. V této kapitole je popsána kancelářská sada Microsoft Office, zejména tedy Microsoft Word, Microsoft Excel využívaný v této práci právě k tvorbě FMEA formuláře a následně i Microsoft PowerPoint se kterým s využitím popsaného doplňku iSpring Suite je možné vytváření e-learningového školení.

Kapitolou pojednávající o zavádění e-learningu a tvorbě e-learningového kurzu v podniku je zahájena první část praktické části. Smyslem této kapitoly bylo popsání dvou možných způsobů zavedení e-learningu do podniku a sdělení postupu, jak se optimálně tvoří e-learningový kurz pomocí metodiky ADDIE. Druhá kapitola praktické části je již plně věnována tvorbě kurzu v podniku, kdy její jednotlivé podkapitoly reprezentují fáze tvorby e-learningů podle modelu ADDIE (analýza, návrh, vývoj, implementace a hodnocení). V analýze je zhodnocena aktuální situace v podniku, požadovaná situace po zavedení e-learningového školení, finanční náročnost kurzu, jenž v důsledku tvorby kurzu interním zaměstnancem a maximálně jedním stážistou je pouze v podobě koupě licence k programu iSpring Suite. Je předpokládáno, že podnik disponuje licencí ke kancelářskému balíčku a tvorba kurzu bude zadána formou úkolu v souvislosti s pracovní náplní. Posledním bodem analýzy je případné omezení kurzu, které se může vyskytnout v podobě nezodpovězených otázek během studia. Řešením je následná konzultace s odpovědnou osobou za FMEA v podniku. Druhou fází je návrh kurzu, kde je vytvořen obsah kurzu a následně i textový přepis jednotlivých snímků kurzu. V souvislosti s vývojovou fází je popsán pouze postup tvorby a možnosti interaktivních prvků z doplňku iSpring Suite a animace v programu Microsoft PowerPoint. Implementování kurzu do vzdělávání podniku je pomocí nahrání do LMS systému nebo případně vytvořením interaktivní webové stránky či videa. Pro poslední fázi hodnocení kurzu je v kurzu využit dotazník v rozsahu dvou stránek, který zjišťuje spokojenost s kurzem a poskytuje možnost napsání s čím byl studující spokojen nebo naopak, co se mu nelíbilo. Třetí kapitolou praktické části je tvorba nové podoby formuláře, který je velmi důležitým faktorem při tvorbě FMEA. V první ze dvou podkapitol je čtenář informován o aktuálním stavu formuláře a v druhé podkapitole se je již věnováno tvorbě nové podoby formuláře. Popisuje společné prvky pro všechny tři typy FMEA formulářů, tvorbu hlavičky a vysvětlení několika funkcí, které jsou v hlavičce

implementovány. Další část řeší tělo formuláře, které je vytvořena v souladu s požadavky harmonizované FMEA metodiky podle příručky a následně jsou popsány i interaktivní prvky, kterými je formulář obohacen. Mezi prvky můžeme nalézt například možnost vkládání vizualizace struktury a funkcí pomocí stromu struktury, importování 3D modelu do formuláře, aby veškerá přípravná data byly k dispozici nebo vyhodnocování priority opatření podle zadaných kritérií pro Význam, Výskyt a Detekci vady. Další přidanou funkcionalitou je možnost vytvoření reportu do PDF souboru, který obsahuje celý FMEA formulář i s jednotlivými vizualizacemi a umožňuje tak snazší splnění sedmého kroku z harmonizovaného přístupu – „Dokumentace výsledků“.

Poslední kapitola v praktické části řeší způsob vyhodnocování úspěšnosti vzdělávání zaměstnanců při zavádění harmonizace do podniku. Pro hodnocení úspěšnosti kurzu je možné využít jednotlivé FMEA schůze, kdy účastníci jednání by se měli aktivně zapojovat a znát již nový harmonizovaný přístup. Vyhodnocení úspěšnosti může tedy provést z tohoto úhlu pohledu přímo moderátor schůzky. Druhým ověřením úspěšnosti předání znalostí je úspěšně absolvovaný závěrečný test, který je nezbytný pro zakončení kurzu. Vytvořený e-learningový kurz obsahující závěrečný test byl v rámci ověření edukativnosti a srozumitelnosti otestován deseti lidmi, kteří byli v poměru sedm nezkušených účastníků a tři zkušených účastníků, jež disponují znalostmi o původní metodice VDA 4 a znalostí harmonizace. Výsledkem testování všech zúčastněných byla úspěšnost 80 %, kdy pouze dva účastníci v testu neuspěli napoprvé. Vzhledem k procentuální úspěšnosti lze říci, že kurz byl sestaven správně a funkčně. Ohodnocení kurzu ze strany studujícího vůči tvůrci kurzu je docíleno pomocí dotazníkového šetření, které je dostupné v kurzu okamžitě po dokončení závěrečného testu. V souvislosti s kurzem a aplikováním znalostí na FMEA schůzkách je zde řešena i jedna potencionální situace, kdy uživatel delší dobu není účastníkem žádného FMEA jednání a s vysokou pravděpodobností může informace o harmonizace nebo o celé FMEA zapomenout. Právě i k tomuto případu lze využít vytvořený e-learningový kurz, pomocí kterého si může pracovník znalosti kdykoliv a kdekoliv připomenout.

Výsledkem mé diplomové práce bylo zavedení harmonizované analýzy možnosti vzniku vad a jejich následků podle VDA/AIAG do podniku se zaměřením zejména na otázku vzdělávání zaměstnanců pomocí e-learningového kurzu a následných nutných úprav FMEA formulářů potřebných pro tvorbu analýz.

## Seznam použité literatury

### Citace:

EUROPEAN, Commission, 2003. *eLearning – Better eLearning for Europe* [online]. 2003. B.m.: European, Commission. Dostupné z: <https://www.lu.lv/materiali/biblioteka/es/pilnieteksti/izglitiba/eLearning%20-%20Better%20eLearning%20for%20Europe.pdf>

PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ, 2003. *Pedagogický slovník*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7178-772-3.

ČSN EN ISO 9000:2016 – *Systémy managementu kvality – základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČASTORÁL, Zdenek, 2015. *Management kvality a výkonnosti*. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského. ISBN 978-80-7452-101-0.

MACHAN, Jaroslav, 2012. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu*. V Praze; V Liberci; Mladá Boleslav: české vysoké učení technické, Fakulta dopravní; Technická univerzita, Fakulta mechatroniky; Škoda Auto Mladá Boleslav. ISBN 978-80-87042-50-2.

NENADÁL, Jaroslav a kol., Jiří PLURA, Darja NOSKIEVIČOVÁ, David VYKYDAL, Zdenka HOFBRUCKEROVÁ, Filip TOŠENOVSKÝ a Pavel KLAPUT, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

### Bibliografie:

AIAG a VDA, 2019. *Příručka FMEA – analýza možností vzniku vad a jejich následků*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-02885-7.

ALEXANDRIA, Va., 2021. iSpring Is a Two Time TMN Choice Award Winner. *PR Newswire* [online]. [vid. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2572800631/citation/BE4440D732BC4469PQ/75>

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP a VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE, ed., 2019. *Failure mode and effects analysis – FMEA handbook: design FMEA, process FMEA, supplemental FMEA for monitoring & system response*. First edition. Southfield, Michigan: Automotive Industry Action Group. ISBN 978-1-60534-367-9.

BAREŠOVÁ, Andrea, ed., 2011. *E-learning ve vzdělávání dospělých*. Praha: 1. VOX. ISBN 978-80-87480-00-7.

BOZP.CZ, 2022. *Služby BOZP, školení a kurzy na míru* | BOZP.cz [online] [vid. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.skolenibozp.cz/kurzy-testy/>

CARLSON, Carl S., 2009. Preventing Problems. *Appliance Design*. **57**(5), 26–29.

ČASTORÁL, Zdenek, 2015. *Management kvality a výkonnosti*. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského. ISBN 978-80-7452-101-0.

EGEROVÁ, Dana, 2012. *E-learning jako možný nástroj vzdělávání a rozvoje pracovníků*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0139-0.

EUROPEAN, Commission, 2003. *eLearning – Better eLearning for Europe* [online]. 2003. B.m.: European, Commission. Dostupné z: <https://www.lu.lv/materiali/biblioteka/es/pilnieteksti/izglitiba/eLearning%20-%20Better%20eLearning%20for%20Europe.pdf>

FRANKE, Wolf D, 1993. *FMEA analýza možnosti vzniku vad a jejich následků*. B.m.: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-00968-9.

*Interní dokumentace.*

ISPRING, 2022. *Fast eLearning Authoring Tool* | *iSpring Suite* [online] [vid. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-suite>

KVĚTOŇ, Karel, 2004. *Základy e-learningu 2003*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 978-80-7042-986-0.

LITTLEJOHN, Allison a Chris PEGLER, 2007. *Preparing for blended e-learning* [online]. London; New York: Routledge. Connecting with e-learning series. ISBN 978-0-415-40360-3. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Nguyen\\_Trung\\_Hiep3/post/Can\\_anyone\\_suggest\\_to\\_me\\_any\\_good\\_Research\\_Papers\\_Articles\\_etc\\_on\\_Blended\\_Learning/attachment/59d63e4679197b807799aeb0/AS%3A423352914452480%401477946608114/download/%5Blittlejohn\\_pegler%5D\\_Preparing\\_for\\_Blended\\_e-Learning%28Book4You%29.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Trung_Hiep3/post/Can_anyone_suggest_to_me_any_good_Research_Papers_Articles_etc_on_Blended_Learning/attachment/59d63e4679197b807799aeb0/AS%3A423352914452480%401477946608114/download/%5Blittlejohn_pegler%5D_Preparing_for_Blended_e-Learning%28Book4You%29.pdf)

LLC, Translated by Content Engine, 2022. Distance Education two years into the pandemic. *CE Noticias Financieras, English ed.* [online]. [vid. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2640549128/citation/BE4440D732BC4469PQ/4>

MACHAN, Jaroslav, 2012. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu*. V Praze; V Liberci; Mladá Boleslav: České vysoké učení technické, Fakulta dopravní; Technická univerzita, Fakulta mechatroniky; Škoda Auto Mladá Boleslav. ISBN 978-80-87042-50-2.

MCDERMOTT, Robin E., Raymond J. MIKULAK a Michael R. BEAUREGARD, 2009. *The basics of FMEA*. 2nd ed. New York: Productivity Press. ISBN 978-1-56327-377-3.

MICROSOFT, 2022. *Porovnání všech plánů Microsoftu 365* | *Microsoft* [online] [vid. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products>

NENADÁL, Jaroslav a kol., Jiří PLURA, Darja NOSKIEVIČOVÁ, David VYKYDAL, Zdenka HOFBRUCKEROVÁ, Filip TOŠENOVSKÝ a Pavel KLAPUT, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

NOCAR, David, I. HOBLÍKOVÁ, L. SNÁŠELOVÁ a M. VŠETULOVÁ, 2004. *E-learning v distančním vzdělávání* [online]. 2004. B.m.: Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/228952864\\_E-learning\\_v\\_distancnim\\_vzdelavani](https://www.researchgate.net/publication/228952864_E-learning_v_distancnim_vzdelavani)

Ivana PETRÁŠOVÁ (přel.), 2008. *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-02101-8.

SOUBORY.INFO, 2022. *Soubor XLSX. Programy, které otevírají .xlsx* [online] [vid. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://soubory.info/extension/xlsx>

VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ, 2006. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-146-1.

VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE, VDA, 2005. *Zajišťování kvality před sériovou výrobou: zajišťování kvality během realizace produktu: metody a postupy*. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-01682-3.

ZOUNEK, Jiří, 2009. *E-learning – jedna z podob učení v moderní společnosti*. Vyd. 1. Brno: Masarykova Univ. 386. ISBN 978-80-210-5123-2.

ZOUNEK, Jiří, Libor JUHAŇÁK, Hana STAUDKOVÁ a Jiří POLÁČEK, 2016. *E-learning: učení (se) s digitálními technologiemi: kniha s online podporou*. Praha: Wolters Kluwer ČR, a.s. ISBN 978-80-7552-217-7.



## Seznam příloh

Příloha A - Tabulka 5 - Tabulka pro hodnocení AP (priority opatření)	114
Příloha B - Zjednodušený diagram pro zobrazení přechodu na harmonizovanou FMEA.	116
Příloha C - Formulář pro procesní FMEA.....	117
Příloha D - Formulář pro konstrukční FMEA .....	118
Příloha E - Formulář pro FMEA monitoring a odezvy systému (FMEA-MSR).....	119

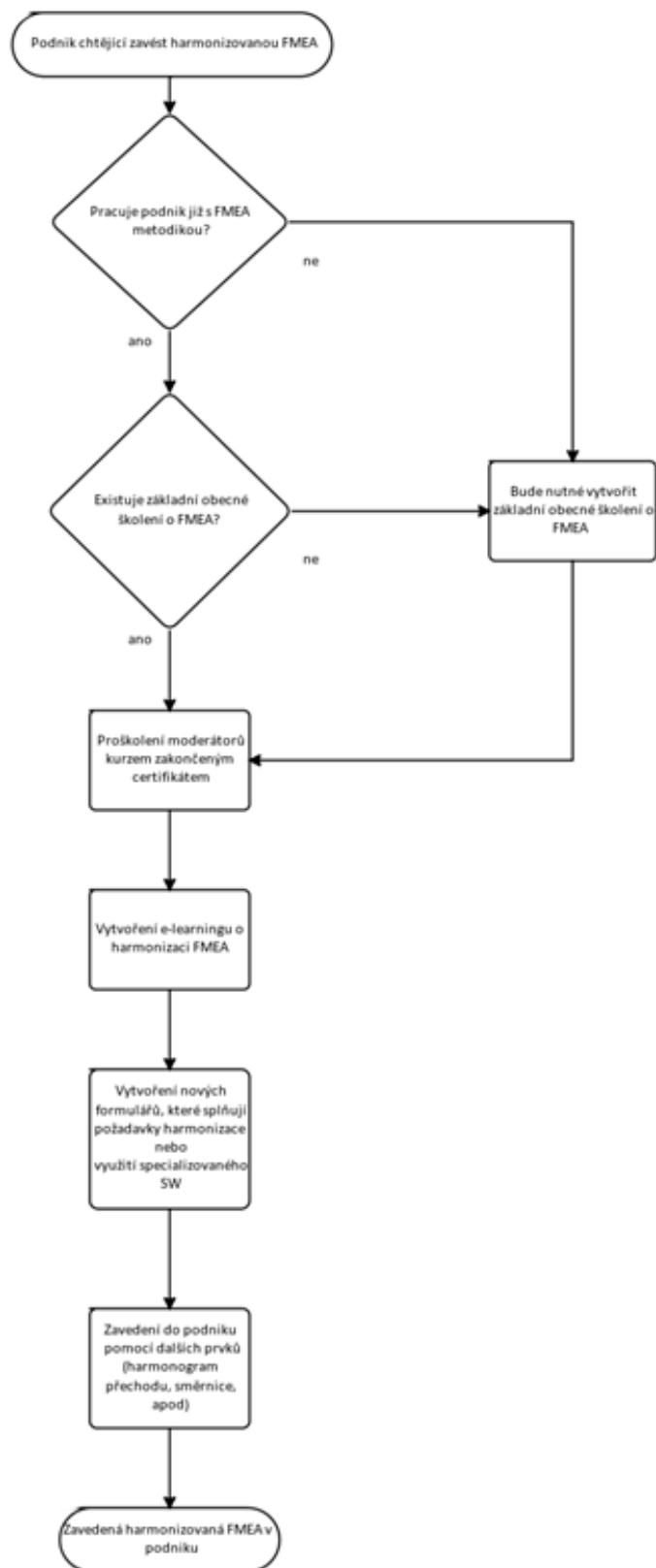
Příloha A - Tabulka 5 - Tabulka pro hodnocení AP (priority opatření)

Dopad	S	Předpoklad výskytu příčiny vad	O	D	Priorita opatření AP
Dopad na produkt <b>Velmi vysoký</b>	9-10	Extrémně vysoký – velmi vysoký	8-10	7-10	H
				5-6	H
				2-4	H
				1	H
		Vysoký	6-7	7-10	H
				5-6	H
				2-4	H
				1	H
		Střední	4-5	7-10	H
				5-6	H
				2-4	H
				1	M
		Nízký – velmi nízký	2-3	7-10	H
				5-6	M
				2-4	L
				1	L
Extrémně nízký	1	1-10	L		
Dopad na produkt <b>Vysoký</b>	7-8	Extrémně vysoký – velmi vysoký	8-10	7-10	H
				5-6	H
				2-4	H
				1	H
		Vysoký	6-7	7-10	H
				5-6	H
				2-4	H
				1	M
		Střední	4-5	7-10	H
				5-6	M
				2-4	M
				1	M
		Nízký – velmi nízký	2-3	7-10	M
				5-6	M
				2-4	L
				1	L
Extrémně nízký	1	1-10	L		
Dopad na produkt <b>Střední</b>	4-6	Extrémně vysoký – velmi vysoký	8-10	7-10	H
				5-6	H
				2-4	M
				1	M
		Vysoký	6-7	7-10	M
				5-6	M
				2-4	M

				1	L
		Střední	4-5	7-10	M
				5-6	L
				2-4	L
				1	L
		Nízký – Velmi nízký	2-3	7-10	L
				5-6	L
				2-4	L
				1	L
		Extrémně nízký	1	1-10	L
Dopad na produkt Nízký	2-3	Extrémně vysoký – velmi vysoký	8-10	7-10	M
				5-6	M
				2-4	L
				1	L
		Vysoký	6-7	7-10	L
				5-6	L
				2-4	L
				1	L
		Střední	4-5	7-10	L
				5-6	L
				2-4	L
				1	L
		Nízký – velmi nízký	2-3	7-10	L
				5-6	L
				2-4	L
				1	L
		Extrémně nízký – velmi nízký	1	1-10	L
žádný znatelný dopad	1	Extrémně vysoký extrémně Nízký – velmi nízký	1-10	1-10	L

Zdroj: Upraveno dle: (Automotive Industry Action Group a Verband der Automobilindustrie 2019)

Příloha B - Zjednodušený diagram pro zobrazení přechodu na harmonizovanou FMEA.



Zdroj: Vlastní zpracování

# Příloha C - Formulář pro procesní FMEA

Plánování a příprava (KROK 1)		Analýza struktury (KROK 2)		Analýza funkcí (KROK 3)		Analýza seřazení (KROK 4)		Analýza rizik (KROK 5)			Optimalizace (KROK 6)																		
Název organizace: <b>Firma ABC</b> Datum Kroků FMEA: <b>2022-04-10</b> Datum revize FMEA: <b>[redacted]</b> FMEA tým: <b>[redacted]</b>		Projekt FMEA: <b>Bobek dV4E</b> Odpovědnost za vývoj: <b>[redacted]</b>		Číslo produktu / identifikace dílu: <b>DV68M7-21</b> Třída covering informací: <b>Vaň/šiš</b> Modelový rok: <b>2022</b> Typ FMEA: <b>ZÁKLADNÍ</b> Modifikátor: <b>XXX</b>		Ověření provedl: <b>[redacted]</b> Ověřeno: <b>[redacted]</b> Datum: <b>[redacted]</b> Verze: <b>[redacted]</b>			Zadáno pracovníkem: <b>[redacted]</b> Schvázeno: <b>[redacted]</b> Export do PDF: <b>[redacted]</b> Schvázeno: <b>[redacted]</b> Schvázeno: <b>[redacted]</b> Schvázeno: <b>[redacted]</b>																				
ID	1. Vytváření a vzhled produktu	2. Krok procesu	3. Fyzič. popis funkce produktu	1. Funkce produktu	2. Fyzič. popis funkce produktu	3. Fyzič. popis provedení funkce produktu	1. Měření (P, C)	2. Měření (R)	3. Měření (S)	4. Měření (D)	5. Měření (V)	6. Měření (M)	7. Měření (N)	8. Měření (O)	9. Měření (P)	10. Měření (R)	11. Měření (S)	12. Měření (V)	13. Měření (M)	14. Měření (N)	15. Měření (O)	16. Měření (P)	17. Měření (R)	18. Měření (S)	19. Měření (V)	20. Měření (M)	21. Měření (N)	22. Měření (O)	

Zdroj: Vlastní zpracování

# Priloha D - Formulář pro konstrukční FMEA

<p><b>Planování a příprava (KROK 1)</b></p> <p>Název organizace: Firma ABC</p> <p>Datum konání FMEA: 2022-04-05</p> <p>Datum revize FMEA: [redacted]</p> <p>FMEA vnm: [redacted]</p>																														
<p><b>Analýza struktury (KROK 2)</b> <small>Strukturální</small></p>																														
<p><b>Analýza funkcí (KROK 3)</b></p>																														
<p><b>Analýza selhání (KROK 4)</b></p>																														
<p><b>Analýza rizik (KROK 5)</b></p>																														
<p><b>Optimalizace (KROK 6)</b></p>																														
№	1. Vyrozek - vyšší úroveň	2. Vyrozek - "Výbraný prvek"	3. Vyrozek - úroveň nebo další charakteristika	1. Vyrozek - Funkce a charakteristika vyšší úroveň	2. Vyrozek - Charakteristika "Výbraný prvek"	3. Vyrozek - Charakteristika nižší úroveň	1. Následek (FE) na prvu vyšší úroveň už nebo u prvku	Význam (S)	2. Vada (FM) prvu "Výbraný prvek"	3. Příčina (FC) nižší úroveň charakteristiky	Stavající opatření k prevenci příčiny	Výskyt (D)	Stavující opatření k odhalení příčiny nebo vady	Detekce (D)	Vyrozek FMEA-D AP	Kód filtru (variantně)	FMEA-D prevence opatření	FMEA-D opatření k odhalení	Odpovědná osoba	Planované Datum dokončení	Status	Příjato opatření s označením stavu	Status	Datum dokončení	Význam (S)	Výskyt (D)	Detekce (D)	D-FMEA AP (variantně)	Průběh	

Předmět FMEA:	Bosní dveře
Projekt FMEA:	Auto2
Odpovědnost za vývoj:	Lakovna

Číslo protokolu / Identifikační číslo:	DVA201
Třída ochrany informací:	Všeřine
Modelový rok:	2022
Typ FMEA:	Rodinná
Moderátor:	XXX

Ověření prvků formuláře		
Zadejte problémy	Empiric do PDF	Seřadit podle
Seřadit podle stavu od nejvyšší hodnoty	Seřadit podle stavu od nejnižšího	Seřadit podle datumu dokončení

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha E - Formulář pro FMEA monitoring a odezvy systému (FMEA-MSR)

Plánování a příprava (KROK 1) Název organizace: Fima ABC Datum konání FMEA: 2022-04-10 Datum revize FMEA: FMEA Vm:		Předání FMEA: Program FMEA: Analýza: Odpovědnost za vyvoj:		Číslo produktu / identifikací číslo: Titla ochrany informací: Modelový rok: Typ FMEA: Modifikace:		Ověřovací prvky formuláře Zdraví produktů: Informace o celkové dostupnosti: Informace o celkové dostupnosti:	
Kód výrobku 1. Vrství úroveň	2. Vrství úroveň 3. Vrství úroveň nebo další odvozené prvky	1. Funkce a požadavek vzhledem k výrobě 2. Funkce a požadavek vzhledem k výrobě 3. Funkce a požadavek vzhledem k výrobě	1. Následek (F/E) na prvku vzhledem k výrobě Význam (S) 2. Kvalita (P/A) 3. Přítlač (F/C) 4. Další odvozené prvky	Ověřovací prvky Četnost (F) Stávající způsob monitorování Monitoring (M) Nejzávažnější následek po odezvě systému Význam (S) následku z odezvy MSR Původní hodnota Významu (S) následku z analýzy selhání (krok 4) MSR AP Kod fitru (variantně)	Opatření Preventivní opatření MSR Diagnostická monitorovací opatření Odezva systému Nejzávažnější následek po odezvě systému Význam (S) následku po Odpovědná osoba Plánované datum dokončení Status Přijata opatření s odkazem na důkaz Datum dokončení Četnost (F) Monitoring (M) Hodnota významu (S) následku z analýzy selhání (krok 4) MSR AP Poznámky	Opatření (KROK 6)	Opatření (KROK 6)

Zdroj: Vlastní zpracování