

Škoda Auto Vysoká škola o.p.s.

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Analýza implementace harmonizované verze metody FMEA v automobilovém průmyslu Diplomová práce

Ekaterina Petrenko

Vedoucí práce: Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING

Ráda bych poděkovala Ing. et Ing. Martinu Foltovi, Ph.D., EUR ING za vstřícný přístup a cenné rady, které mi poskytoval během psaní mé diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat vedoucímu stáže Ing. Janu Láskovi, za jeho podporu během celého procesu.

Obsah

Úvod.....	5
1 Metoda FMEA.....	6
1.1 Historie FMEA.....	6
1.2 Účel FMEA.....	7
1.3 Druhy FMEA.....	9
2 Harmonizovaná FMEA.....	10
2.1 Hlavní změny v harmonizované příručce FMEA.....	10
2.2 Postup při aplikaci harmonizované verze konstrukční metody FMEA....	13
3 Zpracování dotazníkového šetření.....	18
3.1 Charakteristika dotazníkového šetření.....	18
3.2 Struktura dotazníku.....	20
3.3 Principy kvalitního dotazníku.....	21
3.4 Testování statistických hypotéz.....	22
4 Analýza implementace harmonizované FMEA.....	24
4.1 Metodologie dotazníkového šetření.....	24
4.2 Vyhodnocení dotazníku.....	26
4.3 Analýza získaných odpovědí.....	46
5 Návrh dalšího postupu implementace harmonizované FMEA.....	48
5.1 Příprava zaměstnanců na změnu.....	48
5.2 Softwary pro tvorbu harmonizované verze FMEA.....	54
Závěr.....	58
Seznam literatury.....	60
Seznam obrázků a tabulek.....	63
Seznam příloh.....	64

Seznam použitých zkratek a symbolů

AIAG	Automotive Industry Action Group
AP	Action Priority
ECU	Electronic control unit
FC	Failure Cause
FE	Failure Effects
FM	Failure Mode
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FMEA – D	Design FMEA
FMEA – MSR	Monitoring and System Response FMEA
FMEA – P	Process FMEA
FMEA – S	System FMEA
IAM	Independent Aftermarket
NASA	National Aeronautics and Space Administration
QFD	Quality Function Deployment
RPN	Risk Priority Number
SOP	Start of Production
VDA	Verband Der Automobilindustrie

Úvod

Pro každou organizaci, bez ohledu na odvětví, v němž působí, je klíčové poskytovat zákazníkům kvalitní produkty. Proto je management kvality považován za důležitou součást řízení každé firmy, přičemž k podpoře tohoto řízení jsou běžně využívány různé metody kvality. Tyto metody umožňují organizacím provádět efektivní nastavení řízení a brání šíření negativních důsledků, jako jsou nadměrné náklady a chyby. V důsledku aplikace těchto metod může organizace poskytovat produkty (výrobky nebo služby), které splňují požadavky zákazníků či obchodních partnerů a dosahují požadované kvality uspokojující jejich potřeby. Zároveň vytváří vhodné příležitosti pro neustálé zlepšování, což zefektivňuje fungování organizace, snižuje náklady a zvyšuje hodnotu podniku pro vlastníka a zainteresované strany, tedy zaměstnance, investory, dodavatele apod.

Tématem této práce je jedna z takových metod kvality. Jedná se o metodu FMEA, která slouží k analýze možnosti vzniku potenciálních vad a jejich příčin a následků. Diplomová práce se zabývá analýzou implementace harmonizované verze této metody, která byla představena již v roce 2019 a spojila (harmonizovala) původní standardy AIAG a VDA do jednoho komplexního rámce. Cílem diplomové práce je poskytnout popis metody FMEA podle původních příruček VDA 4 a AIAG a porovnat jí s aktuální harmonizovanou verzí, včetně vymezení klíčových změn. Dalším stanoveným cílem je provedení analýzy současného stavu implementace harmonizované metody FMEA u vybraných společností působících v automobilovém průmyslu prostřednictvím dotazníkového šetření a na základě vyhodnocených dat navržení dalších postupů pro praktickou implementaci harmonizované verze metody FMEA.

Struktura práce představuje důležitost zvolené metody z teoretického i praktického pohledu. V teoretické části je představena charakteristika metody FMEA, včetně popisu vybraných druhů a postupu při implementaci harmonizované verze konstrukční metody FMEA. Součástí teoretické rešerše je taktéž popis vybrané výzkumné metody, kterou je dotazníkové šetření. Praktická část práce obsahuje představení vytvořeného dotazníku, jeho vyhodnocení a následnou analýzu získaných dat. Dále jsou v této části prezentovány praktické návrhy autorky pro zlepšení implementace harmonizované metody FMEA v automobilovém průmyslu.

1 Metoda FMEA

První kapitola stručně charakterizuje vybranou metodu kvality. Autorka práce popisuje historii jejího vzniku z pohledu rozličných odborných publikací a představuje jednotlivé druhy metody FMEA, se kterými se lze v praxi nejčastěji setkat.

Pojem FMEA, což je zkratka pro anglický výraz Failure Mode and Effects Analysis, označuje analýzu možnosti vzniku vad a jejich příčin a následků (Blecharz, 2023). FMEA představuje metodu, což je systematický postup používaný k řešení úkolů nebo problémů. S touto metodou se lze setkat v automobilovém průmyslu, především v počátečních fázích vývoje výrobku.

Kromě FMEA se v této fázi aplikuje i jiná metoda, což je metoda QFD (Quality Function Deployment), která hledá závislost mezi požadavky zákazníka a technickými parametry výrobku. Cílem této metody je stanovení hodnot ukazatelů kvality a poskytnutí zákazníkovi výrobku, který zcela vyhoví jeho požadavkům (Blecharz, 2023). Celý proces řízení kvality a aplikace vybraných metod v organizaci se neustále točí kolem zákazníka, což reflektuje i slavná Baťova fráze: „Náš zákazník – náš pán“.

1.1 Historie FMEA

Historie používání metody FMEA sahá do minulého století. Autoři zaměřující se na implementaci dané metody se však neshodují na přesných letech jejího vzniku. Nenadál (2018) se přiklání k verzi, že tato metoda byla vyvinuta v 60. letech 20. století. V jiných zdrojích lze dohledat informace o používání FMEA na konci 40. let ve Spojených státech amerických (VDA, 2005). Údajně byla tato metoda vytvořena americkou armádou za účelem snížení variability procesů a eliminace potenciálních poruch ve výrobě munice. V praxi se ukázalo, že metoda je velice účinná.

V průběhu času, konkrétně v 60. letech, začal tuto metodu používat americký vesmírný projekt NASA. V současné době se NASA věnuje nejen výzkumu vesmíru, ale zaměřuje se i na oblast letectví. Zvolenou metodu používali k plánování různých projektů, jako byly mise Apollo, a postupem času našla uplatnění v civilním letectví, především při hodnocení bezpečnosti letadel (Nenadál, 2018).

Důležitým odvětvím, které nelze v rámci této diplomové práce opomenout, je automobilový průmysl. Prvním výrobním podnikem, který přijal a aplikoval metodu FMEA, byla společnost Ford Motor Company (VDA, 2005). Důraz byl opět kladen na bezpečnost. Ostatní výrobci automobilů působící v USA či Evropě se u Fordu inspirovali a postupně tuto metodu implementovali jako součást zajišťování požadované kvality a bezpečnosti vozidel.

Další etapou, která zanechala významnou stopu v historii a vývoji FMEA, a na kterou bude autorka práce často odkazovat v následujících kapitolách, byla AIAG. Tato zkratka označuje Automotive Industry Action Group. Jedná se o neziskovou organizaci, která byla založena v roce 1982 (AIAG, 2008). Hlavním cílem vzniku AIAG byla snaha amerických automobilových společností o spolupráci mezi sebou a vytvoření jednotných standardů pro používání nástrojů nebo postupů pro zajišťování kvality. AIAG se v rámci standardů věnovala i metodě FMEA, především implementací této metody do praxe. Jejich pohled na metodu FMEA vycházel z perspektivy amerického automobilového průmyslu.

Existoval však i jiný pohled, což byl pohled německého automobilového průmyslu, který byl spojen s organizací VDA. Zkratka VDA představuje Verband Der Automobilindustrie. Tato organizace vznikla v roce 1901 a prosazovala podobné myšlenky a principy jako AIAG (VDA, 2005). V praxi se však často stávalo, že americká strana neuznávala určité postupy, které uplatňovala organizace VDA. Tento princip fungoval i obráceně. Tyto komplikace vedly k harmonizaci metodiky FMEA, což umožnilo sjednocení požadavků obou stran (Blecharz, 2023).

1.2 Účel FMEA

Hlavním účelem metody FMEA je identifikace potenciálních problémů, které by mohly negativně ovlivnit chod společnosti, ba dokonce ohrozit bezpečnost lidí (AIAG a VDA, 2019). Jednou z klíčových chyb, které se může společnost v rámci svého fungování dopustit, je přesvědčení o tom, že se nedopustí žádného omylu. Takový přístup k řízení rizik a odhalování možných nebezpečných problémů může společnosti způsobit mnoho komplikací.

Pokud se problémy objeví u produktu, může dojít k jeho stažení z trhu, nutnosti vynaložení zbytečných nákladů na eliminaci problémů a opravy, soudním sporům nebo dokonce poškození pověsti či dobrého jména podniku. Účelem metody FMEA

je minimalizace těchto potenciálních rizik. Zaměřuje se zejména na rizika technická, která jsou typická pro firmy působící v průmyslových odvětvích a věnující se vývoji nebo výrobě produktů (AIAG a VDA, 2019).

Díky aplikaci této metody, podnik může provést hodnocení potenciálních technických rizik, které se mohou vztahovat ke konkrétnímu produktu nebo výrobnímu procesu. Následně je možné analyzovat možné příčiny vzniku dané vady a odhadnout následky, které by tato vada mohla způsobit podniku (AIAG a VDA, 2019). Důležitým prvkem je možnost tvorby preventivních opatření, které buď zabrání vzniku vady, nebo přispějí k rychlému odhalení vady, než by mohla způsobit vážné komplikace.

Kromě výše uvedených účelů, součástí metody FMEA jsou i jiné funkce, které přispívají k naplnění strategických a operativních cílů podniku (Mikulak et al., 2009). Jedna z těchto funkcí se zaměřuje na zákazníky, jelikož v dnešní době podniky působí v takovém prostředí, kde jsou nuceni měnit své priority týkající se klíčových cílů podniku. Jejich klíčovým cílem již není maximalizace zisku, ale soustředění se na splnění požadavků zákazníka. Respektováním zájmů zákazníka či jiných zainteresovaných stran podnik vytváří a zároveň zvyšuje svoji hodnotu (Havlíček, 2013). Metoda FMEA tak přispívá ke zvyšování spokojenosti zákazníků a uspokojování jejich potřeb. Výsledek této zvýšené spokojenosti se projevuje v posílení pozice podniku na konkurenčním trhu (Čížinská, 2021).

Mezi další funkce patří databáze znalostí, které se vytvářejí na základě získaných poznatků. Metoda FMEA také přispívá k celkovému zlepšování kvality, bezpečnosti a spolehlivosti výrobků (AIAG a VDA, 2019).

U každé metody, ať už jí aplikujeme v rámci kvality nebo v jiných oblastech řízení firmy, se lze setkat s určitým množstvím omezení. Výjimkou není ani metoda FMEA. Omezení této metody spočívá v tom, že představuje kvalitativní analýzu, která je čistě subjektivní (AIAG a VDA, 2019). Úspěšnost této metody závisí na znalostech a zkušenostech jednotlivých členů multidisciplinárního týmu, který se podílí na tvorbě FMEA. Tým je složen z jednotlivých zaměstnanců napříč celou firmou, kteří přímo či nepřímo souvisí se zkoumaným problémem (AIAG, 2008).

1.3 Druhy FMEA

FMEA se primárně dělí na dva základní typy: konstrukční FMEA (FMEA-D) a FMEA procesu (FMEA-P). Každý z těchto dvou typů se specializuje na jinou fázi životního cyklu produktu či procesu (Stamatis, 2020).

Konstrukční FMEA se provádí ve fázi návrhu produktu, s cílem identifikovat potenciální vady ještě před tím, než bude produkt uvolněn do výroby (AIAG a VDA, 2019). Jako alternativní název lze použít označení FMEA návrhu nebo výrobku. Výrobci automobilů mohou tento typ použít v případě návrhu nového modelu automobilu, za účelem identifikace potenciálních poruch kritických dílů jako jsou motor, převodovka a brzdy.

Procesní FMEA, též označovaná jako výrobní FMEA, se uplatňuje ve fázi výrobního procesu. Vady, které můžeme díky této metodě odhalit, se mohou lišit od těch, které byly analyzovány v rámci FMEA-D. Lze se setkat i s třetím typem FMEA, známým jako FMEA systému (FMEA-S). Tento typ se zabývá analýzou vad systému jako celku, ale v praxi se s tímto druhem lze setkat jen velmi zřídka (Blecharz, 2023).

2 Harmonizovaná FMEA

Cílem této kapitoly je představení jednotlivých změn, které odlišují harmonizovanou verzi metody FMEA od dvou předchozích metodik. Také jsou v této kapitole představeny konkrétní kroky, které musí organizace podniknout, v případě, že chce aplikovat konstrukční druh metody FMEA.

V roce 2019 byla publikována česká verze harmonizované příručky FMEA – analýza možnosti vzniku vad a jejich následků. Tato příručka byla vytvořena na základě obchodního vztahu mezi sdružením AIAG a sdružením VDA. Výsledek jejich spolupráce představuje společný rámec pro aplikaci harmonizované verze metody FMEA v automobilovém průmyslu (Bohuš, 2020).

2.1 Hlavní změny v harmonizované příručce FMEA

S harmonizací přišlo propojení metodiky AIAG a VDA, což přineslo určité změny, jež budou v této podkapitole představeny. První klíčovou změnou, která v rámci harmonizace nastala, byl nový přístup k tvorbě metody FMEA. Původní metodika, vytvořená dle organizace VDA se skládala z 5 kroků. Harmonizovaná příručka však přidala další dva kroky. Původní verze VDA zahrnovala následující kroky (VDA, 2005):

1. Analýza struktury: Zaměřovala se na zachycení jednotlivých systémových prvků napříč celým systémem a stanovení vztahů mezi nimi.
2. Analýza funkcí: Pomáhala přiřadit odpovídající funkce jednotlivým systémovým prvkům.
3. Analýza vad: K jednotlivým funkcím se poskytovalo vyjádření ohledně nesplnění požadované funkce.
4. Analýza opatření: Zahrnovala tvorbu preventivních opatření s cílem zamezit vzniku vad.
5. Optimalizace: Usilovala o vyhodnocení změněného stavu a navrhovala další možná opatření.

Harmonizovaný přístup se skládá z celkem 7 kroků, které poskytují přehledný rámec pro dokumentování technických rizik. Obsahuje následující kroky (AIAG a VDA, 2019):

1. Plánování a příprava: Představuje nově přidaný krok, kde definujeme, co bude zahrnuto do analýzy FMEA, včetně vymezení účelu, stanovení termínů a sestavení týmu. V příručce VDA je plánování a řádná příprava také zmíněna, avšak se nejedná o přesně vymezený krok (VDA, 2005).
2. Analýza struktury: Vychází z informací stanovených v prvním kroku a snaží se detailně rozčlenit jednotlivé prvky systému.
3. Analýza funkcí: Vizualizuje jednotlivé funkce prvků pomocí stromu či sítě, případně provádí jejich detailní popis za použití formulářů nebo diagramů parametrů.
4. Analýza selhání: Stanovuje potenciální příčiny a následky pro každou identifikovanou funkci a vadu s ní související. V původní verzi, kterou vytvořila německá asociace automobilového průmyslu, byly uvedeny tři aspekty selhání, začínající od tzv. možných důsledků poruch, přes možnou poruchu až po možnou příčinu poruch (VDA, 2005). V rámci harmonizace došlo k výrazným změnám v označeních. Pojem „možný důsledek poruch“ byl nahrazen termínem „následek na prvku vyšší úrovně“ označovaným zkratkou FE (Failure Effects). Pojem „možná porucha“ byl přejmenován na „vadu prvku“ s označením FM (Failure Mode). Poslední aspekt, původně známý jako „možná příčina poruchy“ získal v harmonizované příručce poměrně dlouhý název – „příčina na prvku nižší úrovně nebo charakteristiky“ s označením FC (Failure Cause).
5. Analýza rizik: Cílem je odhadnout rizika a přiřadit k nim vhodná opatření k odhadnutí či eliminaci příčiny vzniku vad.
6. Optimalizace: Identifikace opatření, která zmírní rizika, a stanovení odpovídajících termínů pro jejich realizaci.
7. Dokumentace: Jedná se o nově přidaný krok, který není součástí samostatné příručky VDA. Tvoří závěrečnou část, kde dochází k prezentaci výsledků uplatněných opatření a sumarizaci celkového projektu.

Další významnou změnou, ke které došlo v rámci harmonizace, bylo přidání nového typu metody FMEA. V kapitole 1.3 byly popsány dva základní typy FMEA: konstrukční a procesní. V původních separovaných příručkách se také objevovala tzv. systémová FMEA, která se zabývala interakcemi mezi systémy, subsystémy a

zákazníky (AIAG, 2008). Harmonizovaná příručka však představila zcela nový typ, který pojmenovala jako doplňková FMEA monitorování a odezvy systému, zkratkou FMEA-MSR. Tato metoda slouží k analýze příčin poruch, které se mohou vyskytovat v provozu. Důraz je kladen na samotný systém, vozidlo, řidiče nebo spolujezdce a dodržování platných právních předpisů. Potenciální porucha může vést k tomu, že nastavený systém nebude fungovat správně (AIAG a VDA, 2018).

V automobilovém průmyslu se doplňková FMEA zaměřuje například na elektronické řídicí jednotky (ECU). Existují ECU airbagu, které přijímají informace ze senzorů nárazů a senzoru sedadel (Nacao et al., 2014). V případě poruchy této řídicí jednotky může dojít k nefunkčnosti airbagů, což může ohrozit bezpečnost, ba dokonce životy osob ve vozidle. Při vyhodnocování možných rizik se FMEA-MSR zaměřuje na následující prvky (AIAG a VDA, 2019):

- Význam (S): Nedodržování právních předpisů, ohrožení bezpečnosti a zdraví, nepřijatelná kvalita.
- Četnost (F): Jak často může dojít k výskytu poruchy v průběhu provozu.
- Monitoring (M): Kombinací diagnostické detekce a lidského dohledu se omezují či zcela eliminují jakékoliv následky poruch.

Doplňková analýza může být v praxi součástí konstrukční metody FMEA, používá se však při ohrožení bezpečnosti nebo nesplnění stanovených právních předpisů.

Další novinkou v rámci harmonizované příručky je doporučení využívat při tvorbě nových analýz základní a rodinné FMEA. Použití těchto metod umožňuje organizaci čerpat informace z předchozích zkušeností a znalostí, což zabraňuje opakovaným chybám a shromažďuje klíčové informace o celém životním cyklu produktu nebo procesu. Zároveň dochází k minimalizaci nákladů a snížení časové a fyzické náročnosti pro členy týmu FMEA (AIAG a VDA, 2019).

Základní FMEA zahrnuje obecné informace z předchozích projektů, které slouží jako výchozí bod pro novou analýzu FMEA. Někdy se také označuje slovy basic, template, core nebo generic. Rodinná FMEA představuje specializovanou verzi základní FMEA a obsahuje informace, které jsou platné pro produktovou řadu nebo řadu operací, v rámci, kterých se vyrábí více produktů nebo dílů (AIAG a VDA, 2019). Typickým příkladem v automobilovém průmyslu může být výroba dveří, které se od sebe odlišují podle modelu vozu, pro který jsou určeny.

Další změnou, o které se v návaznosti na harmonizovanou FMEA je potřeba zmínit, je rizikové číslo. Rizikové číslo se označuje zkratkou RPN a představuje klíčový prvek v původní metodice FMEA (Wang et al., 2021). Počítá se jako součin tří kritérií: Významu x Výskytu x Odhalitelnosti. Výsledné číslo může nabývat hodnot od 1 do 1000 a pomáhá identifikovat potenciální rizika nebo příčiny, které jsou spojené s určitým typem selhání (Nenadál, 2018).

Hlavní nevýhodou RPN je používání stejných vah u všech zkoumaných kritérií, což vede k tomu, že rozdílné kombinace kritérií mají podobné rizikové číslo a tým, který se zabývá metodou FMEA nemůže určit, které nápravné opatření je třeba v první řadě zrealizovat (Kluse, 2017). S příchodem harmonizované verze FMEA došlo ke změnám, které dokázaly eliminovat nevýhody spojené s rizikovým číslem. Harmonizovaná verze metody FMEA zdokonalila analýzu rizik tím, že zavedla pojem „priorita opatření“, který má zkratku AP. Priorita opatření je založena na trojici nových hodnotících kritérií (AIAG a VDA, 2019):

- Význam
- Výskyt
- Detekce

Největší důraz je z hlediska závažnosti kladen na kritérium významu, poté následuje výskyt a pomyslný seznam uzavírá detekce. Kromě toho, AP pomáhá týmu FMEA určit, která opatření vyžadují okamžitou implementaci a která mohou počkat, protože prioritu rozděluje na tři úrovně: vysokou, střední a nízkou (AIAG a VDA, 2019).

2.2 Postup při aplikaci harmonizované verze konstrukční metody FMEA

V kapitole 2.1, kde byly popsány jednotlivé změny v rámci harmonizace příruček AIAG a VDA, byl zmíněn sedmikrokový postup, který se používá při aplikaci metody FMEA v organizaci. V této podkapitole budou jednotlivé kroky podrobně představeny.

Krok 1: Plánování a příprava

První krok se vztahuje k plánování a přípravě. V tomto kroku se utváří multidisciplinární tým FMEA, což je skupina zaměstnanců působících v podniku,

který plánuje uplatnit metodu FMEA. V případě, že tuto metodu provádí výrobní podnik, součástí týmu bývá zástupce oddělení kvality, výroby, logistiky a technického vývoje. Další specialisté z různých odborných oblastí mohou být do týmu zařazeni na základě potřeb identifikovaných během tvorby FMEA (AIAG, 2008). Po celou dobu trvání projektu se jednotlivé kroky pečlivě dokumentují, což je nutné provádět už od začátku. V prvním kroku se vyplňuje záhlaví dokumentu FMEA-D. Konkrétní obsah záhlaví se může lišit podle potřeb a preferencí organizace, nicméně harmonizovaná příručka poskytuje doporučení ohledně informací, které by mohly být zahrnuty do záhlaví. Tato část dokumentu zpravidla obsahuje (AIAG a VDA, 2019):

- Název organizace provádějící FMEA-D
- Předmět nebo název projektu FMEA-D, předmětem může být systém jako celek, subsystém nebo konkrétní komponent
- Datum zahájení
- Tým FMEA-D, uvádí se seznam jednotlivých členů včetně názvu oddělení, které zastupuje
- Identifikační číslo pro snadnou orientaci v dokumentech

Krok 2: Analýza struktury

Ve druhém kroku je důležité vizuálně znázornit celý systém, kterým se bude vybraný tým zaměstnanců zabývat. K vizualizaci je možné použít blokový diagram nebo 3D model. Častěji se však lze setkat se stromem struktury, který člení systém na jednotlivé prvky a seřazuje je podle jejich důležitosti či hodnoty. Každý prvek se v tomto stromu vyskytuje pouze jednou, aby nedocházelo k hromadění nadbytečného množství prvků, tedy tzv. redundanci (AIAG a VDA, 2019).

Výše zmíněnou alternativou je používání blokového diagramu, známého též jako diagram rozhraní. Tento diagram znázorňuje zkoumaný systém a jeho interakci s okolím, zákazníky nebo jinými systémy. Z označení diagramu lze odvodit, že se většinou zobrazuje pomocí bloků, které představují jednotlivé prvky v systému a jsou propojeny čarami. Přičemž některé z nich mohou obsahovat šipky. Běžné čáry znázorňují vztahy mezi komponentami, zatímco čáry s šipkou označují logické toky (AIAG a VDA, 2019).

Krok 3: Analýza funkcí

Třetím krokem při aplikaci metody FMEA je analýza funkcí. Každý prvek má specifickou funkci, která definuje jeho úlohu a činnost. Systémový prvek nemusí mít pouze jednu funkci, může jich mít více. V rámci aplikace FMEA-D je důležité podrobně popsat jednotlivé funkce tak, aby byly srozumitelné. Obvykle jsou funkce vyjádřeny ve tvaru slovesa (infinitivu), např. řídit, kmitat, přenášet, zapojovat. Většina funkcí systému obsahuje vstupy, které se transformují na výstupy za účelem splnění požadované úlohy. Hodnocení a měření funkcí se provádí pomocí funkčních požadavků (Roberts, 2022). Pro vizualizaci funkcí se často používá diagram parametrů, známý též jako P-Diagram (AIAG a VDA, 2019).

Krok 4: Analýza selhání

Čtvrtý krok spočívá v identifikaci následků, vad nebo příčin každé funkce, které mohou být vzájemně propojeny, vytvářejíce tak řetězce nebo sítě selhání. Potenciální selhání funkce lze odvodit z jejího popisu, který byl identifikován v předchozím kroku. Prvek v systému může mít neočekávanou funkci, k selhání této funkce tedy může dojít, pokud je prvek do systému zapojen v nevhodný čas nebo funguje v nesprávném směru. Je nezbytné popsat typ selhání na úrovni systému, subsystému nebo komponentu. V případě selhání komponentu se popis selhání zpravidla skládá z podstatného jména a slovesa nebo přídavného jména. Příkladem vhodného popisu selhání u komponentů používaných v automobilovém průmyslu je např. svár posunutý, těsnění chybí nebo pojistka uvolněná.

Uvedení podstatného jména je klíčové pro přesný a srozumitelný popis selhání. Jedna funkce může obsahovat více typů selhání, úkolem týmu FMEA je identifikace všech možných selhání, které mohou u funkce nastat. Pojmem následek označujeme výsledek vzniklé vady, který především ovlivňuje koncového zákazníka. Ve vozidle se mohou následky vad projevit různým způsobem, může se jednat o hluk, nepříjemný zápach, nebo dokonce vážné bezpečnostní odchylky, které mohou vést ke ztrátě schopnosti řídit nebo brzdit. Každá vada může mít více následků, a opět je zodpovědností jednotlivých členů týmu FMEA identifikovat a vyhodnotit všechny následky pomocí desetibodové stupnice (AIAG a VDA, 2019).

Příčina je důvodem vzniku vady, a stejně jak i u popisu vady a popisu jednotlivých následků je nezbytné přesně popsat potenciální příčiny vzniku vady. Příčinou vady

mohou být změny probíhající v rámci životního cyklu produktu. Jednotlivé komponenty nebo materiály se opotřebovávají a jejich životnost se zhoršuje. Příčinou vzniku vady může být vina koncového zákazníka, tedy uživatele vozidla, který se může dopouštět chyb při ovládání vozidla, např. zbytečné vyšlapování a držení spojkového pedálu nebo časté vyšlapování brzdy.

Krok 5: Analýza rizik

Pátý krok vychází z informací získaných v předchozích krocích, protože právě získané poznatky slouží k odhadu možných rizik a stanovení příslušných opatření. V předchozím kroku bylo úkolem týmu FMEA identifikovat samotnou vadu, její následky, příčiny jejího vzniku a propojit jejich vzájemné souvislosti. V tomto kroku jsou tyto souvislosti hodnoceny z hlediska rizik, která by mohla vzniknout. Hodnocení rizik probíhá s využitím 3 kritérií, o kterých se autorka práce zmiňovala v předchozí podkapitole. Jedná se o význam, výskyt a detekci.

Význam (S) reprezentuje nejzávažnější následek, který může nastat v důsledku vzniku vady. Hodnocení se provádí pomocí bodovací tabulky od 1 do 10, kde se stanovuje výše dopadu následků na koncového zákazníka a výrobce (Borsalli, 2021). Hodnota 9 nebo 10 signalizuje velmi vysoký dopad vady, což značí vážné ohrožení bezpečnosti vozidla, řidiče a ostatních účastníků provozu. Naopak, hodnocení blízké 1 reprezentuje minimální vliv vad na funkčnost produktu. Prakticky tyto vady nemají významný dopad a nijak zásadně neovlivňují finální produkt (AIAG a VDA, 2019).

Výskyt (O) měří účinnost preventivních opatření. Hodnocení probíhá obdobným způsobem jako u kritéria významu, avšak součástí hodnotící tabulky je sloupec určený k uvedení příkladů, které jsou určené pro konkrétní organizaci nebo produkt (AIAG a VDA, 2019).

Detekce (D) stanovuje odhad, zda zavedená opatření budou účinná či nikoliv. Tento odhad se stanovuje před uvolněním výrobku do výroby. Hodnocení probíhá pomocí bodovací tabulky od 1 do 10, kde se stanovuje pravděpodobnost výskytu vady na základě odhadu (AIAG a VDA, 2019).

Poté, co tým identifikuje samotnou vadu, její následky, důsledky jejího vzniku a provede hodnocení jednotlivých kritérií pro odhad rizik, zvažuje nutnost dalších opatření ke snížení rizika. Organizace provádějící analýzu FMEA je však omezena

určitými zdrojovými kapacitami (lidskými, informačními, finančními a materiálovými) proto musí stanovit, která rizika jsou pro podnik v danou chvíli nejpodstatnější (Blecharz, 2023). Využívají k tomu metodiku AP, jejíž charakteristika byla představena v předchozí podkapitole.

Krok 6: Optimalizace

Dalším krokem v rámci aplikace metody FMEA je optimalizace. Každému opatření je přiřazena odpovědná osoba a stanoven termín dokončení. Odpovědná osoba dohlíží na proces realizace opatření, přičemž každému opatření je přiřazen určitý status (otevřeno, v realizaci, uzavřeno, nezavedeno). Projekt FMEA nelze uzavřít, dokud každé opatření není zdokumentováno se správným statusem (AIAG a VDA, 2019).

Krok 7: Dokumentace

Sedmý, a tedy poslední krok představuje zdokumentování dosažených výsledků a sumarizaci získaných informací, které je nutné transformovat do zprávy FMEA (Stamatis, 2020). Obsah zprávy závisí na požadavcích konkrétní organizace, ale obvykle by měla obsahovat prohlášení o konečném stavu a jeho porovnání se stanovenými cíli z prvního kroku. Zpráva by měla rovněž zahrnovat souhrn selhání a opatření, která byla přijata nebo se nachází ve fázi plánování (AIAG a VDA, 2019).

3 Zpracování dotazníkového šetření

Tato kapitola se zaměřuje na charakteristiku dotazníkového šetření a představení vhodných pravidel pro tvorbu kvalitního dotazníku, jelikož tuto metodu autorka práce uplatňuje v praktické části. Díky správnému postupu při vytváření dotazníku může tazatel získat co nejpřesnější informace od respondentů, které následně uplatní při vyhodnocení šetření.

Hlavní pozornost je v této kapitole věnována výběru vhodné formy a struktury otázek, které budou motivovat respondenty k odpovědi. Cílem je nejen zajistit, aby respondent dotazník otevřel, ale také jej vyplnil, což statisticky není vždy samozřejmostí (Robinson, 2018). Součástí kapitoly je taktéž stručný popis statistického testování hypotéz, neboť toto testování je provedeno v praktické části u vybraných otázek dotazníkového šetření.

3.1 Charakteristika dotazníkového šetření

Dotazník je jednou z nejrozšířenějších metod kvantitativního sběru dat. Na rozdíl od kvalitativních metod, které se zaměřují na hlubší porozumění řešené problematice, kvantitativní metody se soustředí na systematický sběr a analýzu dat (Creswell, Creswell, 2022). V Tab.1 jsou představeny klíčové rozdíly, na které se musí brát ohled při volbě vhodné metody.

Tab. 1 Rozdíly mezi metodami

Výzkumné metody	
KVALITATIVNÍ METODY	KVANTITATIVNÍ METODY
Proč?	Kolik?
Malý počet respondentů	Velký počet respondentů
Zkoumají podstatu problému	Zkoumají výskyt problému
Převažují otevřené otázky	Otevřené a uzavřené otázky

Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

Jarett (2021) ve své publikaci uvádí nejjednodušší způsob, jak zvolit vhodnou metodu pro výzkum. Tvrdí, že je potřeba si položit otázku, zda chceme vědět odpověď na otázku „Proč“ nebo „Kolik“. Pokud je pro tazatele klíčové zjistit názor

velkého počtu lidí na výskyt určitého problému, je nezbytné zvolit kvantitativní metodu, např. dotazníkové šetření. Naopak, pokud cílem tazatele je zkoumání názorů menšího počtu lidí a hluboké pochopení podstaty problému, přiklání se ke kvalitativním metodám, mezi něž patří osobní rozhovor (Robinson, 2018). V této práci se však autorka bude podrobněji věnovat pouze dotazníku.

Jednotliví autoři definují pojem dotazník různě. Eichhorn (2022) označuje dotazník za nástroj umožňující analýzu společenských otázek ve vztahu k velkým skupinám lidí. Počet respondentů se může blížit k tisícům či milionům. Podobný pohled na dotazníkové šetření sdílí i Saldaña (2021), který dotazník definuje jako metodu napomáhající porozumění společenského života prostřednictvím hromadného sběru dat. Taherdoost (2016) vnímá dotazník jako způsob sběru strukturovaných i nestruturovaných dat od velkého počtu respondentů, a to buď prostřednictvím strukturovaného rozhovoru nebo samovyplňováním.

Každý dotazník má řadu výhod i nevýhod. Klíčovou nevýhodou dotazníku je úspora času a finančních prostředků, jelikož vzhledem k výše uvedeným definicím dotazníku od jednotlivých autorů je známo, že je určen pro větší počet lidí. Pokud bychom se rozhodli pro použití jiné metody, např. rozhovoru, bylo by fyzicky nemožné dotazovat každého jednotlivce ve stejném rozsahu jako u dotazníku.

Další výhodou je fakt, že při uplatnění dané metody nedochází k přímé interakci mezi autorem a respondentem. Absence osobního kontaktu umožňuje eliminaci nedostatků, které by mohli vzniknout při osobní komunikaci (Jones et al., 2013). Mezi tyto nedostatky lze zařadit zkreslení odpovědí, pokládání nevhodných otázek nebo přirozená nervozita, která se může projevit u obou stran.

Poslední výhodou je možnost tvorby anonymního šetření, které zvýší ochotu a upřímnost respondentů při odpovídání na předložené otázky.

Paradoxně lze všechny výhody dotazníkového šetření vnímat i jako nevýhody. V první řadě se to týká rizika zkreslování informací, protože každý respondent může položenou otázku interpretovat rozličným způsobem, což se může lišit od původního záměru autora (Creswell, Creswell, 2022). Při vyhodnocování výsledků může dojít ke komplikacím, které budou vyvolány kontraproduktivitou daných odpovědí.

Za nevýhodu se také označuje nedostatek osobní komunikace, jelikož bez této možnosti, nelze v plné míře motivovat potenciálního respondenta k vyplnění dotazníku, ani nelze zkontrolovat jakým způsobem respondent dotazník vyplňuje.

3.2 Struktura dotazníku

Každý dotazník je tvořen otázkami, ačkoli v některých publikacích nebo odborných člancích se lze setkat i s pojmem „položka“, což ve své podstatě představuje ekvivalent otázky (Chráška, 2007). Většina dotazníků obsahuje otázky, které mají tradiční tázací formu, lze se však setkat i s formou oznamovací. Oznamovací forma se ve většině případů používá v případě hodnotící stupnice nebo u otázek vyžadujících souhlas či nesouhlas respondenta (Robinson, 2018).

Otázky můžeme kategorizovat dle formy požadované odpovědi na:

- Otevřené otázky
- Uzavřené otázky
- Polouzavřené otázky

V rámci dotazníkového šetření se lze nejčastěji setkat s uzavřenými otázkami, které se někdy označují jako strukturované (Švarcová, 2005). Tyto otázky respondentovi nabízí předem připravené možnosti odpovědi, a jeho úkolem je pouze zakliknutí varianty, kterou považuje za nejvhodnější. Uzavřené otázky jsou oblíbené nejen u tazatelů vytvářejících dotazníkové šetření, ale i u respondentů, protože odpověď je snadná a časově nenáročná.

Nicméně, uzavřené otázky mají i celou řadu nevýhod, např. nedostatečnou konkretizaci, při které autor může přehlédnout určité drobnosti v rámci řešené problematiky. Pokud je dotazník z velké části tvořen uzavřenými otázkami, může to vést k nepřesným a málo informativním výsledkům.

Kromě uzavřených otázek, existují i otázky otevřené, které jsou považované za nestrukturované. Jak již vyplývá z názvu, jedná se o opak uzavřených otázek. Nepředstavují přesně stanovený výběr možností, ale umožňují respondentovi volně vyjádřit svůj názor v textové formě. Tento typ otázek je komplikovaný nejen z hlediska správné formulace, ale i při následném vyhodnocování dotazníku, protože každá individuální odpověď se musí hodnotit zvlášť (Švarcová, 2005).

Poslední typ představují polouzavřené otázky, které se nacházejí na pomezí otevřených a uzavřených otázek. Autor šetření nabízí přesně stanovený výběr možností, ale zároveň přidává možnost „jiné“. Tímto způsobem respondentovi umožňuje vyjádřit svůj vlastní postoj, případně doplnit variantu, kterou autor nezahrnul do možností odpovědí (Švarcová, 2005).

3.3 Principy kvalitního dotazníku

S kvalitou se setkáváme na denní bázi téměř ve všech životních aspektech. Představuje jednu z rozhodujících vlastností výrobků a služeb, která rozhoduje o ochotě zákazníků představené produkty koupit nebo používat. Kvalita se proto nesmí opomíjet ani v rámci tvorby dotazníkového šetření.

Před vytvářením dotazníkového šetření je třeba v první řadě stanovit cíl dotazníku. Tento krok tvoří základní kámen, který udává směr následujícímu postupu. Jarett (2021) dotazník přirovnává k chobotnici, kde každé chapadlo představuje jednotlivý prvek, který musí být v souladu se strukturou dotazníku. Cíl pomáhá určit vhodné respondenty a otázky, které budou odpovídat stanovenému cíli (Robinson, 2018).

Je třeba rozlišovat mezi primárním a sekundárním cílem. Primární cíl slouží jako navigační bod, díky kterému může tazatel určit, co konkrétně ho zajímá, jaké informace chce zjistit a k jakému výsledku dospět. Sekundární cíle jsou tvořeny ve formě výzkumných otázek a představují specifické dotazy tazatele, na které chce najít odpověď.

Jedním z klíčových principů kvalitního dotazníku je správná identifikace cílové skupiny respondentů. Na první pohled se jedná o triviální věc, avšak chybně zvolená skupina může vést k tomu, že tazatel obdrží odpovědi od lidí, kteří nedokážou poskytnout relevantní a užitečné odpovědi z důvodu nedostatečné znalosti zkoumaného tématu (Eichhorn, 2022).

Dalším důležitým principem kvalitního dotazníku je vytvoření vhodných otázek, které by měly splňovat požadavky obou zúčastněných stran, tedy tazatele i respondenta. Pro respondenta je důležitá atraktivita a pohodlnost otázek, což v něm vyvolá ochotu k vyplnění dotazníku. Pro tazatele je nutné vytvořit otázky takovým způsobem, aby byly přínosné pro vyhodnocení výzkumu.

Ideální dotazník by měl obsahovat kombinaci otevřených, uzavřených a polootevřených otázek. Každá otázka by měla být srozumitelná a jednoznačná. Taktéž je důležité přizpůsobit jazykový styl zvolené skupině respondentů. V případě, že se jedná o zaměstnance firmy, kteří zastávají odborné pozice, je vhodné používat odborný jazyk s příslušnými termíny a jazykovými obraty.

Při tvorbě otázek je třeba se vyvarovat použití záporů, ba dokonce dvojitých záporů, které mohou být pro respondenty matoucí. V případě, že charakter otázky neumožňuje formulaci bez použití záporu, měl by být zápor zvýrazněn tiskacími písmeny. Případně je možné pod otázku přidat odstavec s upozorněním na nejasnosti nebo jiná potenciální úskalí (Taherdoost, 2016).

Důležitou roli také hraje velikost dotazníku, která je vázaná na téma zkoumání, avšak autoři různých odborných publikací se shodují na tom, že optimální délka by neměla přesahovat 30 otázek (Sharma, 2022). Autorka práce však předpokládá, že v dnešním světě se již ideální počet otázek snižuje na přibližně 20. V rámci současného trendu krátkých textů a videí, lidé nedokážou dlouho udržovat pozornost a koncentrovat se na konkrétní věci. Příliš dlouhý dotazník může u respondentů vyvolat únavu, kdy se budou snažit dotazník co nejrychleji dokončit, aniž by se soustředili na svoje odpovědi. Může to způsobit vznik nekvalitních odpovědí a zkreslit konečné výsledky.

3.4 Testování statistických hypotéz

Statistická hypotéza formuluje předpoklad o rozložení náhodných veličin. Účelem testování je zjistit, zda základní statistický soubor nebo náhodné veličiny vykazují určitou vlastnost, jejíž platnost se určuje pomocí stanovené hypotézy. Při provádění testování je nutné splnit následující kroky (Janáček, 2022):

1. Specifikace problému
2. Určení nulové a alternativní hypotézy
3. Určení hladiny významnosti α
4. Volba vhodného testu
5. Provedení testu
6. Interpretace výsledků

V první řadě je nutné jasně vymežit problém, na základě kterého, se bude testování provádět. Následně se formuluje nulová a alternativní hypotéza. Nulová hypotéza se značí jako H_0 a tvrdí, že mezi stanoveným předpokladem a skutečností buď neexistuje žádný rozdíl nebo se jedná o tolerovaný rozdíl, který není statisticky významný. V rámci testování se stanovuje, zda se nulová hypotéza zamítne či nikoliv. Opakem neboli negací nulové hypotézy je alternativní hypotéza, která se značí H_1 . Alternativní hypotéza se přijímá v případě, že se nulová hypotéza zamítá (Cyhelský, Souček, 2011).

Při testování statistické hypotézy mohou nastat dva druhy chyb. Chyba 1.druhu nastává v případě, kdy se nulová hypotéza zamítá, i přesto že je pravdivá. K této chybě může dojít při malém rozsahu výběru nebo velké variabilitě hodnot. Pravděpodobnost, že k této chybě dojde se označuje jako hladina významnosti α . V praxi se nejčastěji stanovuje pětiprocentní hladina významnosti. Chyba 2.druhu znamená, že nulová hypotéza se nezamítla, i když nebyla pravdivá. Pravděpodobnost vzniku této chyby se označuje jako β (Budíková a kol., 2010).

V následujícím kroku je třeba rozhodnout, jaký typ testu použít. Statistické testy se dělí na parametrické a neparametrické. Parametrické testy vyžadují normální rozdělení dat, zatímco neparametrické testy mohou být prováděny bez těchto omezujících podmínek (Janáček, 2022). Pro účely praktické části této práce bude použit parametrický test, konkrétně test hypotézy o relativní četnosti. Pro provedení daného testu se používá následující vzorec (Cyhelský, Souček, 2011):

$$U = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}} \quad (1)$$

p – výběrová relativní četnost

π_0 – alternativní rozdělení

n – rozsah výběru

Pro interpretaci získaných výsledků je třeba stanovit kritickou hodnotu, na základě, které se rozhoduje, zda se nulová hypotéza přijímá nebo zamítá. Tato kritická hodnota je odvozena z předem stanovené hladiny významnosti. V případě, že výsledek statistického testu překročil kritickou hodnotu, nulová hypotéza se zamítá. Platí tedy alternativní hypotéza. V opačném případě se nulová hypotéza nezamítá.

4 Analýza implementace harmonizované FMEA

Praktická část diplomové práce se zabývá analýzou implementace harmonizované verze metody FMEA u vybraných společností, které působí v automobilovém průmyslu. Hlavním cílem kapitoly je představení dotazníku, vyhodnocení získaných odpovědí a jejich následná analýza.

4.1 Metodologie dotazníkového šetření

Pro analýzu implementace harmonizované verze metody FMEA byla zvolena metoda dotazníkového šetření. Dotazník byl vytvořen s ohledem na principy tvorby kvalitního dotazníku, které byly popsány v teoretické části práce. Obsahuje dostatečné množství uzavřených, otevřených a polouzavřených otázek, díky čemuž vyhovuje potřebám respondentů a zároveň získává širokou škálu potřebných informací pro autora.

Dotazník je anonymní a skládá se z celkem 18 otázek, které lze rozdělit na následující tři části:

- Úvodní část
- Výzkumná část
- Závěrečná část

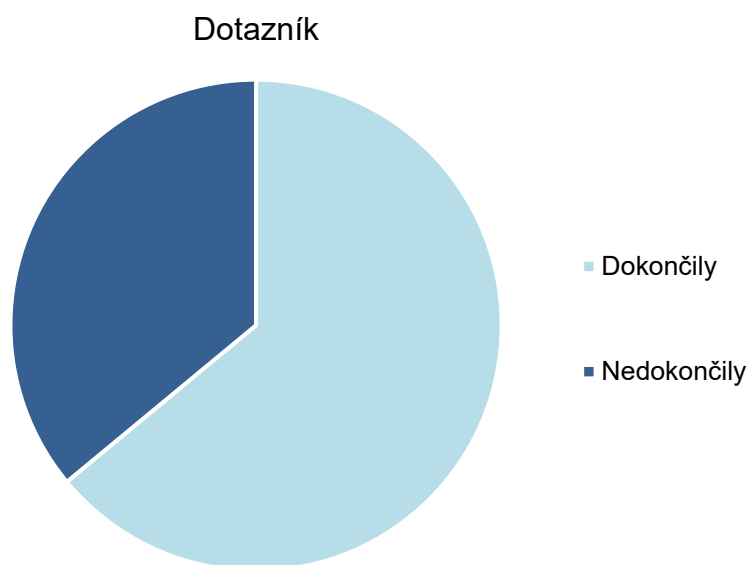
Úvodní část dotazníku obsahuje 3 otázky, které s ohledem na anonymitu respondentů neobsahují údaje, které mohou odhalit identitu firem. Otázky se zaměřují na velikost firmy, délku působení na trhu a postavení v odběratelsko-dodavatelském řetězci.

Výzkumná část je tvořena 13 otázkami, které se přímo věnují tématu analýzy. Zkoumají důvody zavedení harmonizované verze metody FMEA, překážky, se kterými se firmy setkaly při jejím používání a detailnější otázky zaměřující se na samotnou implementaci této metody. Dotazník se zaměřuje nejen na firmy, které již zavedly harmonizovanou verzi, ale také na organizace, které implementaci harmonizované FMEA teprve zvažují nebo trvale odmítají.

Závěrečná část obsahuje 2 otázky, které respondentům umožňují sdělit svůj vlastní názor na budoucí přínos harmonizované verze metody FMEA a poskytnout vlastní

doporučení nebo návrhy pro firmy, které nemají zavedenou harmonizovanou FMEA. Dotazníkové šetření je součástí příloh diplomové práce.

Dotazníkové šetření bylo zasláno 50 firmám působícím v České republice v odvětví automobilového průmyslu prostřednictvím e-mailu. Dotazník otevřelo všech 50 firem, z nichž 32 dotazník dokončily, zatímco 18 firem si dotazník buď jen zobrazila nebo nedokončila viz Obr. 1.



Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

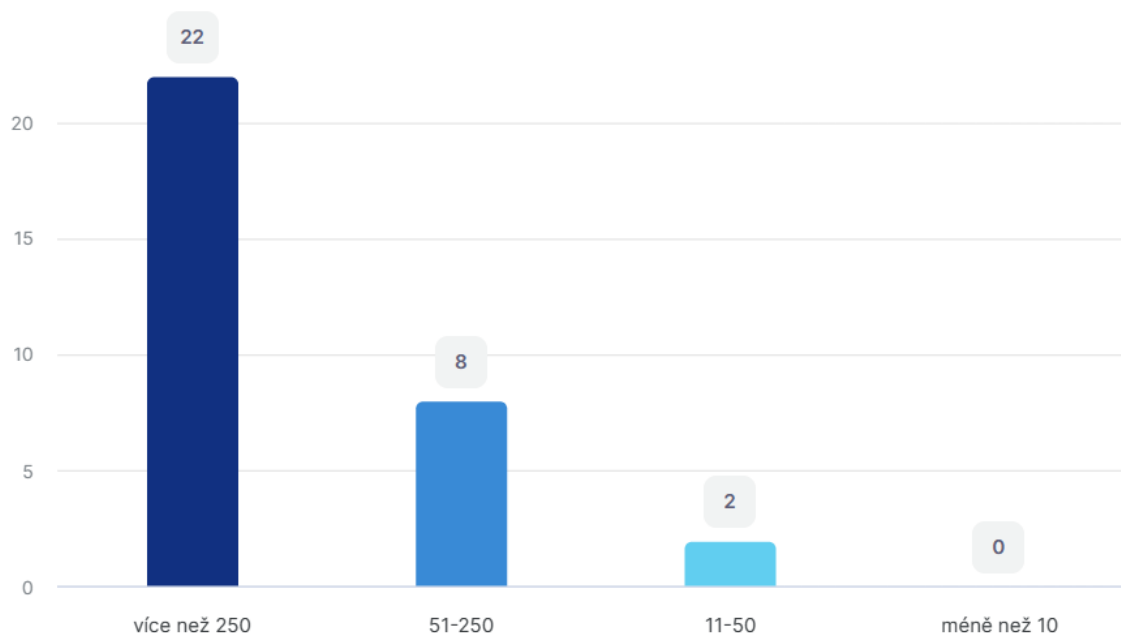
Obr. 1 Dokončení dotazníku

Dotazník byl firmám zaslán v období od února do března 2024. Firmy byly předem informovány o tématu dotazníku a zajištění anonymity.

4.2 Vyhodnocení dotazníku

V dotazníkovém šetření provedeném prostřednictvím služby Survio byla získána a následně vyhodnocena následující data:

Otázka č.1: Počet zaměstnanců ve vaší firmě

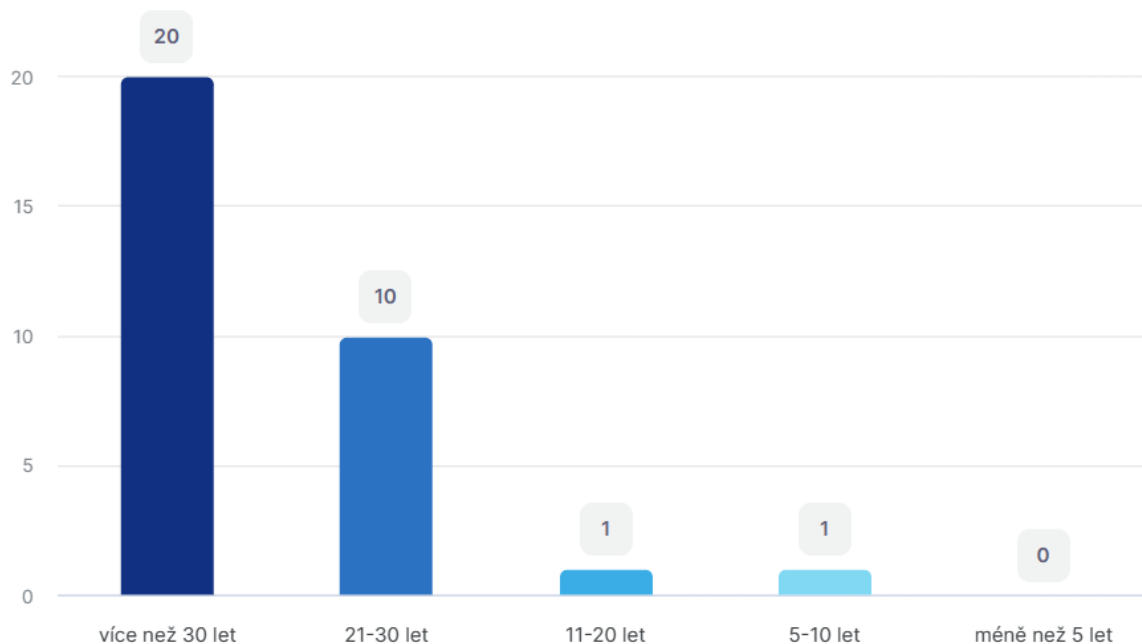


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 2 Otázka č.1

Na první otázku v úvodní části dotazníku 22 firmy odpověděly, že zaměstnávají více než 250 zaměstnanců, což je kategorizuje jako velké podniky. Dále 8 firem zvolilo odpověď 51-250 zaměstnanců, což odpovídá podnikům střední velikosti a 2 firmy označily svoji velikost jako malou, jelikož zvolily variantu 11-50 zaměstnanců. Drobné podniky, jejichž počet zaměstnanců je menší než 10, se na výzkumu nepodílely.

Otázka č.2: Jak dlouho vaše firma působí na trhu?

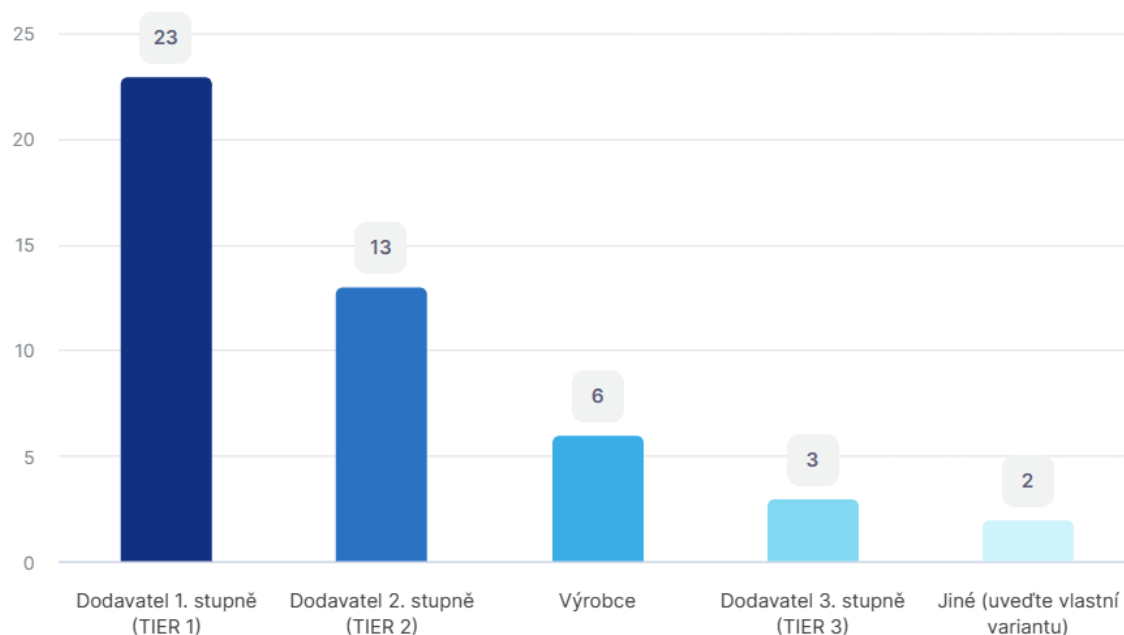


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 3 Otázka č.2

Na další otázku v rámci úvodní části dotazníku odpovědělo 20 firem, že na trhu působí více než 30 let. Deset firem uvedlo dobu působení 21-30 let. Jedna firma se pohybuje v rozmezí 11-20 let a další firma uvedla dobu 5-10 let. Žádný z respondentů na trhu nepůsobí méně než 5 let.

Otázka č.3: Jaký článek tvoří vaše firma v rámci dodavatelského řetězce?

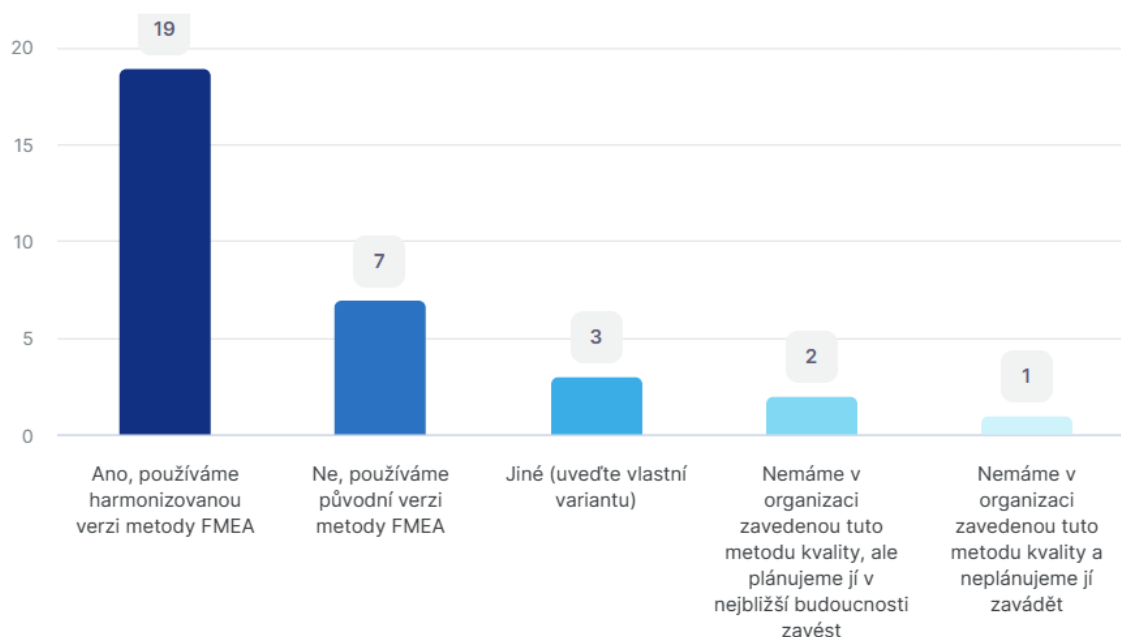


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 4 Otázka č.3

U poslední úvodní otázky dotazníku se 23 firmy označily za dodavatele 1.stupně v dodavatelském řetězci. Jako dodavatele 2.stupně se identifikovalo 13 firem. Výrobce je 6 firem a jako dodavatelé 3.stupně se označily 3 firmy. Zbývající 2 firmy uvedly vlastní odpověď. První firma uvedla, že současně zastává pozici dodavatele 1.stupně a IAM (Independent Aftermarket), zatímco druhá firma upřesnila, že se specializuje na výrobu nástrojů a přípravků.

Otázka č.4: Máte ve firmě uplatněnou harmonizovanou verzi metody FMEA?



Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 5 Otázka č.4

U této otázky 19 firem potvrdilo, že v současné době používají harmonizovanou verzi metody FMEA. Sedm firem se stále přiklání k původní verzi FMEA. Tři firmy uvedly vlastní odpověď. Jedna z nich se stále nachází ve fázi zavádění, zbylé dvě firmy používají původní metodu FMEA u starších projektů, harmonizovanou verzi aplikují na nové projekty na základě zákaznických požadavků, např. projekty spojené se SOP (Start of Production). Dvě firmy zatím metodu FMEA nepoužívají, ale uvažují o její implementaci v nejbližší budoucnosti. Jedna firma metodu FMEA nepoužívá a ani neplánuje její zavedení.

Před tím, než autorka zaslala dotazník vybraným firmám, stanovila předpoklad, že více než 50 % respondentů mají v podniku implementovanou harmonizovanou verzi metody FMEA, ať už částečně nebo plnohodnotně, nebo jí plánují v budoucnosti zavést. Na základě daného předpokladu byly stanoveny následující dvě hypotézy:

- $H_0: \pi \leq 0,5$
- $H_1: \pi > 0,5$

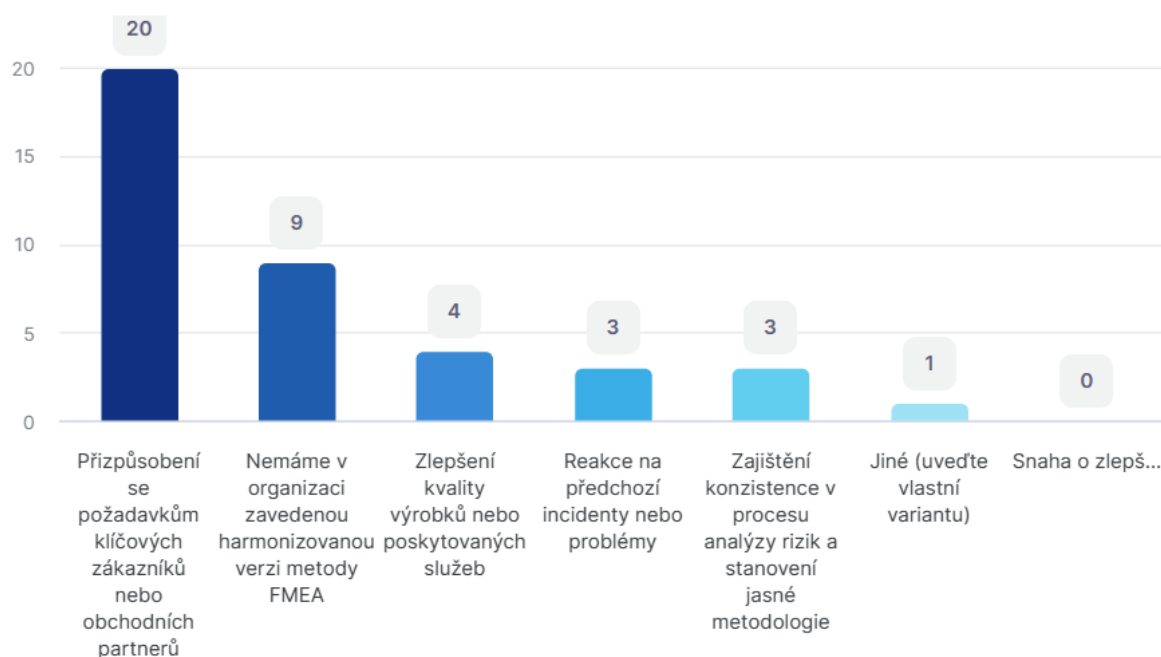
Rozsah výběru byl tvořen 32 firmami, z nichž výběrová relativní četnost byla 0,750 (75,0 %). Hladina významnosti byla stanovena na 0,05 (5 %) a kritická hodnota byla

stanovena na 1,645. Hypotéza byla statisticky ověřena pomocí testu o relativní četnosti. K výpočtu byl použit vzorec (1):

$$U = \frac{0,750 - 0,5}{\sqrt{\frac{0,5(1 - 0,5)}{32}}} = 2,828 \quad (2)$$

Výsledek je větší než kritická hodnota 1,645, tudíž nulová hypotéza se zamítá a lze tvrdit, že více než 50 % respondentů mají v podniku implementovanou harmonizovanou verzi metody FMEA, částečně nebo plnohodnotně, nebo jí plánují v budoucnosti zavést.

Otázka č.5: Pokud používáte harmonizovanou verzi metody FMEA, odpovězte, prosím, jaký byl hlavní důvod zavedení metody do vaší firmy?



Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 6 Otázka č.5

Jako hlavní důvod pro zavedení harmonizované verze metody FMEA uvedlo 20 firem snahu přizpůsobit se požadavkům svých klíčových zákazníků nebo obchodních partnerů. Čtyři firmy zavedením harmonizované verze usilovaly o zlepšení kvality výrobků nebo poskytovaných služeb. Tři firmy implementovaly FMEA kvůli předchozím incidentům nebo problémům. Další 3 firmy chtěly zajistit konzistenci v procesu analýzy rizik a stanovit jasně vymezenou metodologii. Žádná z firem nevybrala jako důvod zlepšení konkurenceschopnosti na trhu.

U této otázky, autorka před zasíláním dotazníku předpokládala, že více než 50 % respondentů, kteří implementovali harmonizovanou verzi metody FMEA, vyberou jako důvod implementace přizpůsobení se požadavkům klíčových zákazníků nebo obchodních partnerů. Na základě daného předpokladu byly stanoveny následující dvě hypotézy:

- $H_0: \pi \leq 0,5$
- $H_1: \pi > 0,5$

Rozsah výběru byl opět tvořen 32 firmami, z nichž výběrová relativní četnost byla 0,625 (62,5 %). Hladina významnosti byla stanovena na 0,05 (5 %) a kritická hodnota byla stanovena na 1,645.

Pro výpočet byl použit vzorec (1), do kterého byli dosazeny následující čísla:

$$U = \frac{0,625 - 0,5}{\sqrt{\frac{0,5(1 - 0,5)}{32}}} = 1,414 \quad (3)$$

Výsledek je menší než kritická hodnota 1,645, tudíž nulová hypotéza se nezamítá a platí, že méně než 50 % respondentů, kteří implementovali harmonizovanou verzi metody FMEA, vyberou jako důvod implementace přizpůsobení se požadavkům klíčových zákazníků nebo obchodních partnerů. Lze tvrdit, že u daného výpočtu došlo k přijetí nulové hypotézy, i přesto, že ve skutečnosti není správná. Důvodem je malý rozsah výběru.

Otázka č.6: Pokud používáte harmonizovanou verzi metody FMEA, popište, prosím, jaký byl postup zavádění nebo přechod z předchozí verze metody ve vaší organizaci?

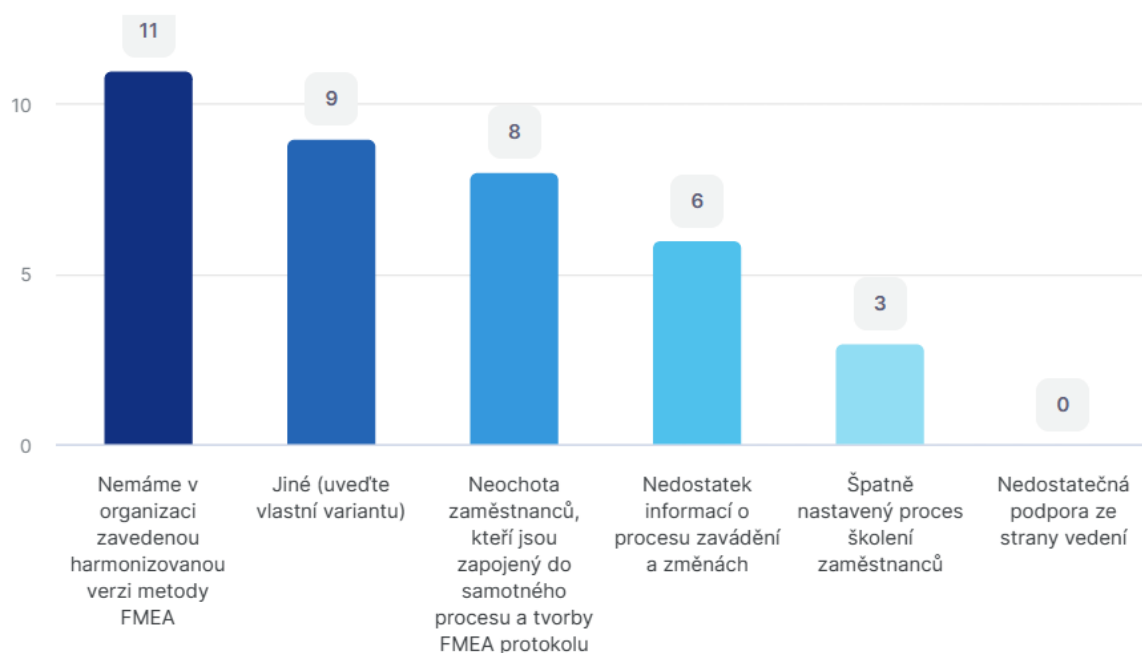
1) Proškolení zaměstnanců na harmonizovanou FMEA 2) Sestavení tzv. Foundation FMEAs dle jednotlivých produktů a procesů, které jsou ve firmě napříč divizemi 3) Původní FMEA byla zpracovávána v Excelu, nově s přechodem na harmonizovanou FMEA nasazení SW od společnosti CAQ Přechod nám trval cca 2 roky	1	3.1%
Zavádění proběhlo přes naší centrálu a dále přes řadu školení. Certifikovaný interní pracovník implementoval harmonizovanou FMEA na nové projekty pod dohledem pracovníků Technologie a Kvality. Ti se postupně proškolovali, aby mohli dále pracovat samostatně.	1	3.1%
Zaváděli jsme na nových a významných běžících projektech v období cca 2 let. Velký objem P-FMEA máme ještě v původní verzi (projekty vybíhající, malosériové atp.)	1	3.1%
x	1	3.1%

Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 7 Otázka č.6

Jak lze vidět na Obr.7, nejsou zde zobrazeny všechny odpovědi respondentů, jelikož šlo o otevřenou otázku. Pět firem nevedlo žádnou odpověď. Sedm firem uvedlo, že nemají zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA a zbytek firem popsaly svůj vlastní postup zavádění. Většina firem uvedla, že harmonizovanou verzi začaly aplikovat na nové projekty, zatímco na většinu starých projektů stále používají původní verzi. Před zaváděním harmonizované verze provádějí školení zaměstnanců, avšak jedna z firem uvedla, že i po provedeném školení plně neporozuměli metodice.

Otázka č.7: S jakými překážkami jste se při zavádění harmonizované verze setkali?



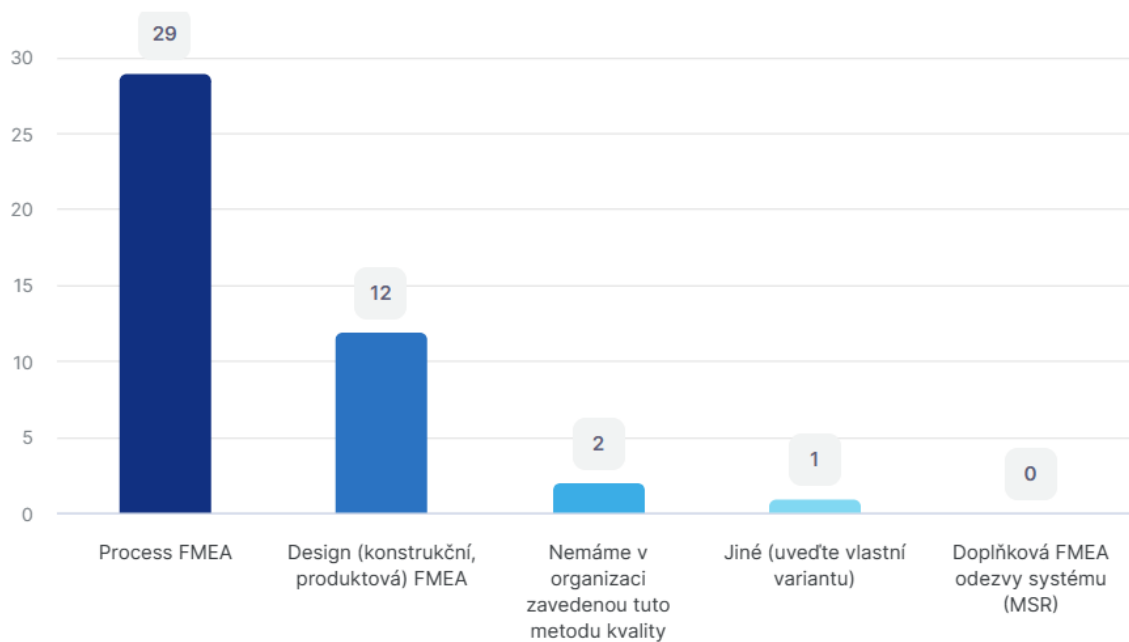
Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 8 Otázka č.7

Část z firem, které se zúčastnili daného dotazníkového šetření se ve fázi zavádění harmonizované verze metody FMEA setkaly s určitými komplikacemi či problémy. Devět firem uvedly vlastní variantu. Nejčastěji uváděly, že proces zavádění probíhal bez výrazných překážek, které by bylo potřeba zmiňovat. Mezi další odpovědi patřilo, že pracovníci, kteří byli za proces zavádění zodpovědní, nevěnovali procesu dostatečné množství času, protože měli jinak nastavení priority a samotný proces pro ně byl časově náročný. Jedna firma upozornila, že při zavádění neměla dostatek zaměstnanců, kteří by se této metodě naplno věnovali, zároveň také měli špatně nastavený proces školení zaměstnanců a chyběli jim informace o procesu zavádění nebo změnách, které by měli při implementaci harmonizované verze nastat.

Osm firem se při zavádění setkala s neochotou zaměstnanců, kteří byli zapojeni do procesu nebo tvorby FMEA protokolu. Šest firem označilo jako hlavní překážku nedostatek informací o procesu zavádění a očekávaných změnách mezi původní a harmonizovanou verzí. Tři firmy zmínily, že klíčový problém tkvěl ve špatně nastaveném procesu školení zaměstnanců. Žádná z firem se při aplikaci harmonizované verze nesečkala s tím, že by nebyla podporována vedením firmy.

Otázka č.8: Jaký druh FMEA nejčastěji používáte ve vaší firmě?

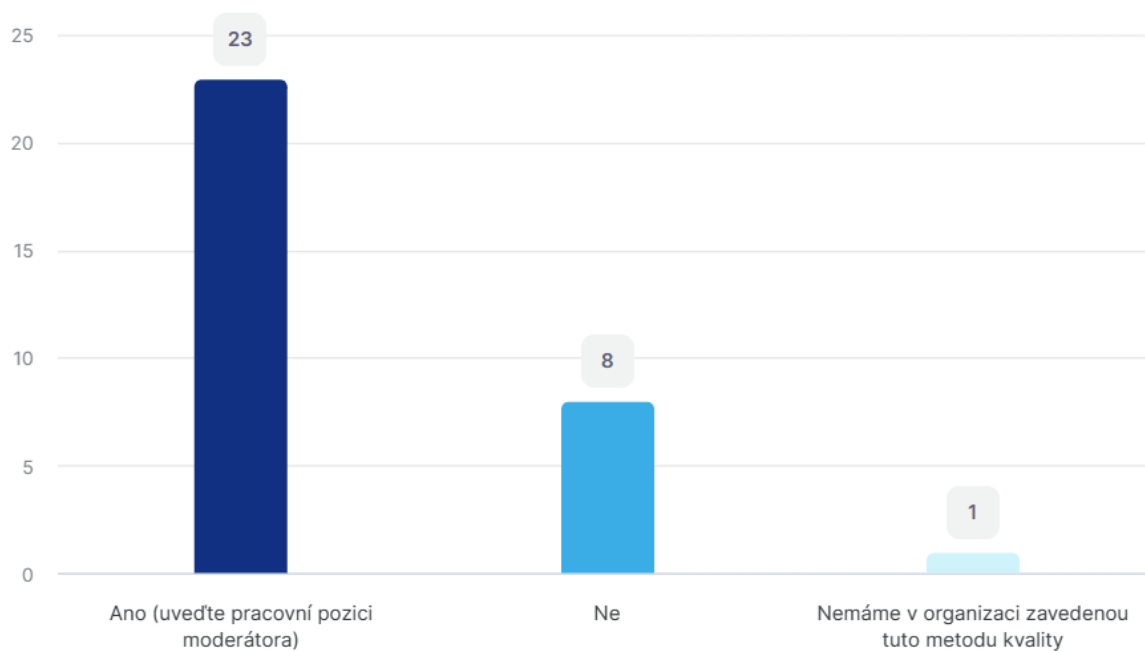


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 9 Otázka č.8

Firmy působící v automobilovém průmyslu a používající původní nebo harmonizovanou verzi metody FMEA, nejčastěji používají procesní druh FMEA. Tuto variantu zvolila drtivá většina všech firem, která se šetření zúčastnila. Celkem 29 firem. Zároveň 12 firem používá konstrukční druh FMEA. Žádná z firem nepoužívá doplňkovou FMEA. Jedna z firem zmínila, že ve své praxi uplatňuje reverzní metodu FMEA.

Otázka č.9: Máte ve firmě stanoveného FMEA moderátora?

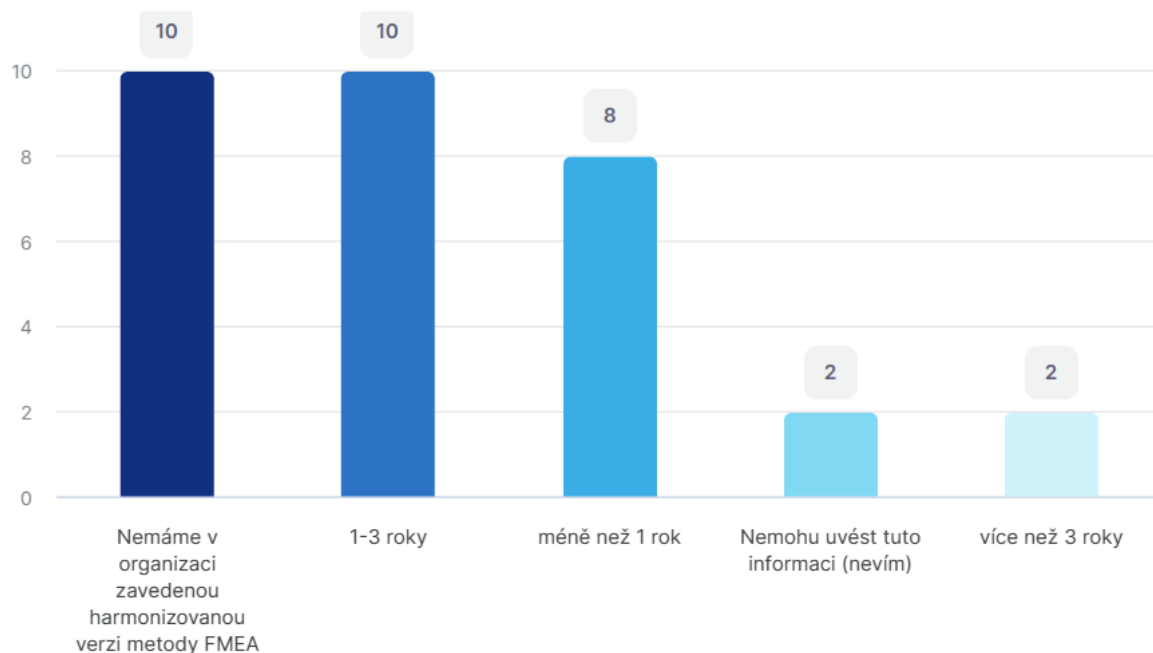


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 10 Otázka č.9

V odpovědích na tuto otázku 23 firmy uvedlo, že mají ve firmě stanoveného FMEA moderátora. Jedná se o zaměstnance z oblasti kvality, který zastává pozici technika kvality, inženýra kvality nebo manažera kvality. V některých případech se také jedná o zmocněnce pro kvalitu nebo projektového vedoucího. Zbýlých 8 firem uvedlo, že nemají ve firmě stanoveného FMEA moderátora.

Otázka č.10: Jak dlouho vaše firma aplikuje harmonizovanou verzi metody FMEA?



Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 11 Otázka č.10

Vzhledem k tomu, že harmonizovaná verze byla představena až v roce 2019, nemohly odpovědi přesahovat období uvedené v dotazníku. Deset firem uvedlo, že harmonizovanou verzi používají 1-3 roky. Osm firem harmonizovanou verzi uplatňují méně než 1 rok. Pouze 2 firmy pracují s harmonizovanou verzí déle než 3 roky. Dvě firmy nemohou specifikovat dobu používání harmonizované verze FMEA.

Otázka č.11: Jakým způsobem harmonizovaná verze FMEA přispěla ke zlepšení výrobních procesů nebo kvality poskytovaných produktů či služeb ve vaší firmě?

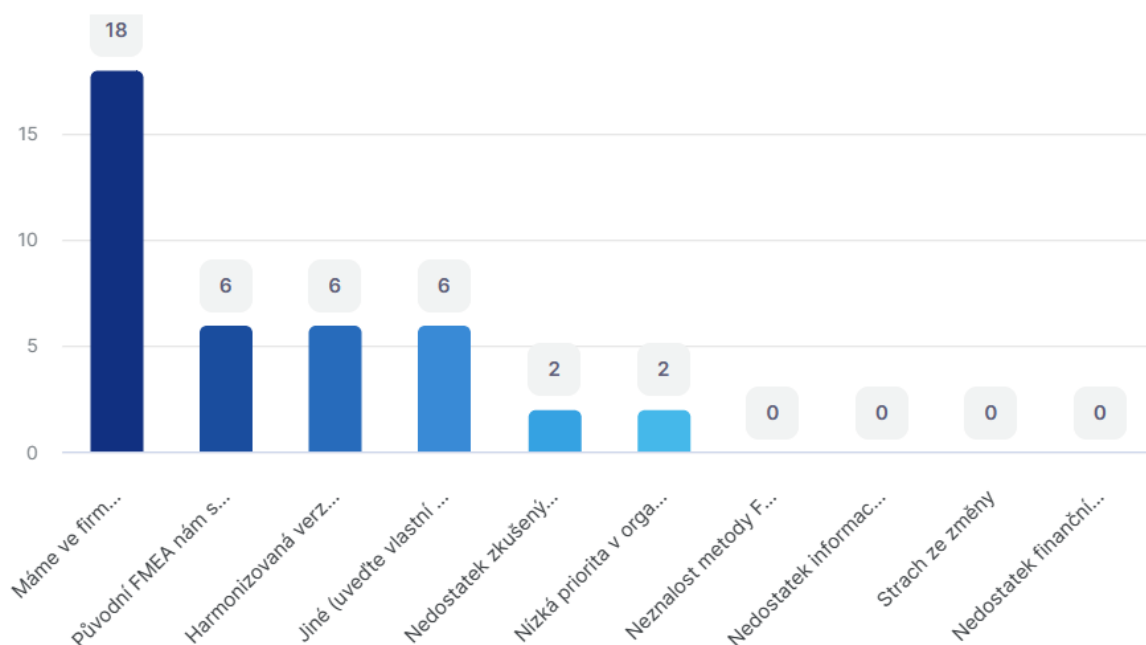
určení výrobních klíčových parametrů a jejich kontrola a dodržování při výrobě	1	3.1%
Spíše naopak, metodika snižuje nutnost vytvářet nápravná opatření. Má benevolentnější hodnocení význam, výskyt a odhalitelnost...	1	3.1%
snížení počtu reklamací	1	3.1%
Sjednocení postupů a přístupu k tvorbě FMEA Kalibrace tvůrců FMEA napříč firmou Upevnění schopností FMEA prezentovat zákazníkovi Kvalitnější výstup ve směru ke zvláštních charakteristikám	1	3.1%
Především spojení dvou metodik v jednu.	1	3.1%
Osobně nevnímám zlepšení výrobních procesů nebo kvality produktů.	1	3.1%
Nevidím žádný přínos	1	3.1%

Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 12 Otázka č.11

Jednalo se o otevřený typ otázky, tudíž na Obr.12 je možné vidět pouze část poskytnutých odpovědí. Dvanáct firem nezareagovala na tuto otázku, většinou z důvodu, že nemají zavedenou harmonizovanou verzi FMEA. Deset firem uvedlo, že v harmonizované FMEA nevnímají žádný přínos, hlavně z důvodu, že ji mají zavedenou jen krátkou dobu, a ještě se neprojevila významným způsobem. Jedna firma vnímá jako hlavní přínos to, že harmonizovaná verze umožnila lepší propojení všech potřebných informací a zjednodušila tvorbu FMEA pro nové projekty.

Otázka č.12: Jaké jsou hlavní důvody, pokud ve firmě nepoužíváte harmonizovanou verzi metody FMEA?

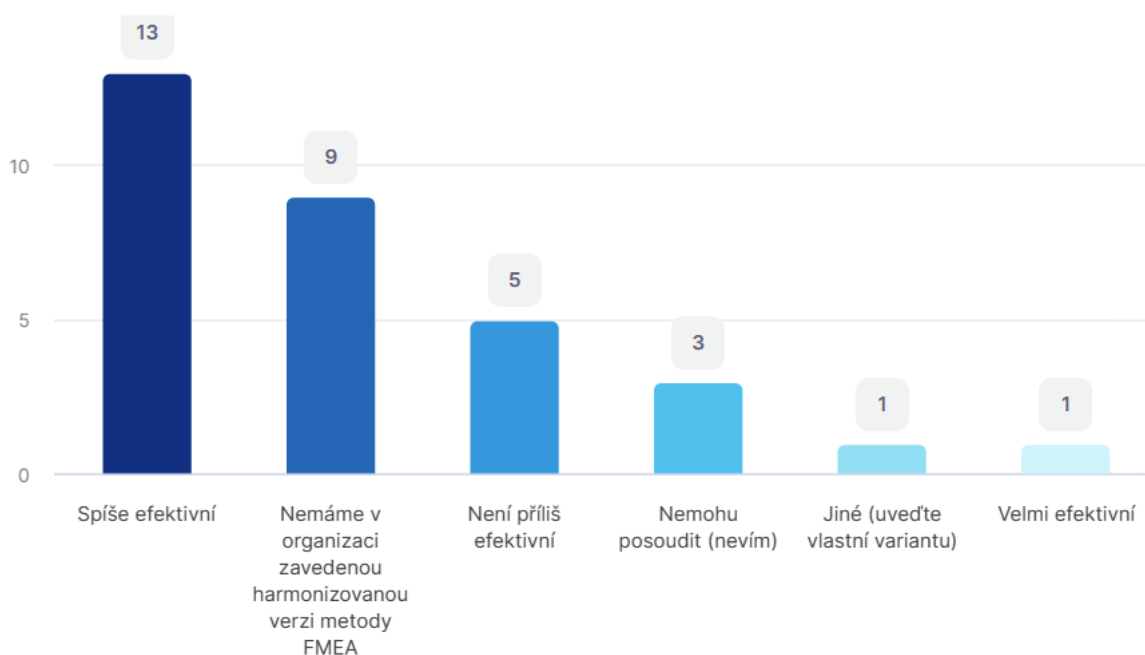


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 13 Otázka č.12

Pro většinu respondentů tato otázka nebyla relevantní, protože používají harmonizovanou verzi metody FMEA, jak je zobrazeno na Obr.13. Šest firem nezavádí harmonizovanou verzi FMEA, protože jim v současné době stačí původní verze. Dalších 6 firem považuje harmonizovanou FMEA za příliš složitou, což je od zavádění odrazuje. Šest firem uvádí vlastní důvody, např. že jsou dohodnutý se zákazníkem, který preferuje původní verzi, nebo že proces zavádění je pro ně časově náročný a zbytečně zdlouhavý. Dvě firmy zmiňují nedostatek zkušených zaměstnanců, kteří by celý proces implementace mohli vést, a další dvě firmy o zavádění harmonizované verze FMEA vůbec neuvažují, protože pro ně tato metoda kvality není momentálně prioritní.

Otázka č.13: Jak hodnotíte efektivitu vašeho stávajícího systému pro analýzu rizik, v případě, že máte zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA?

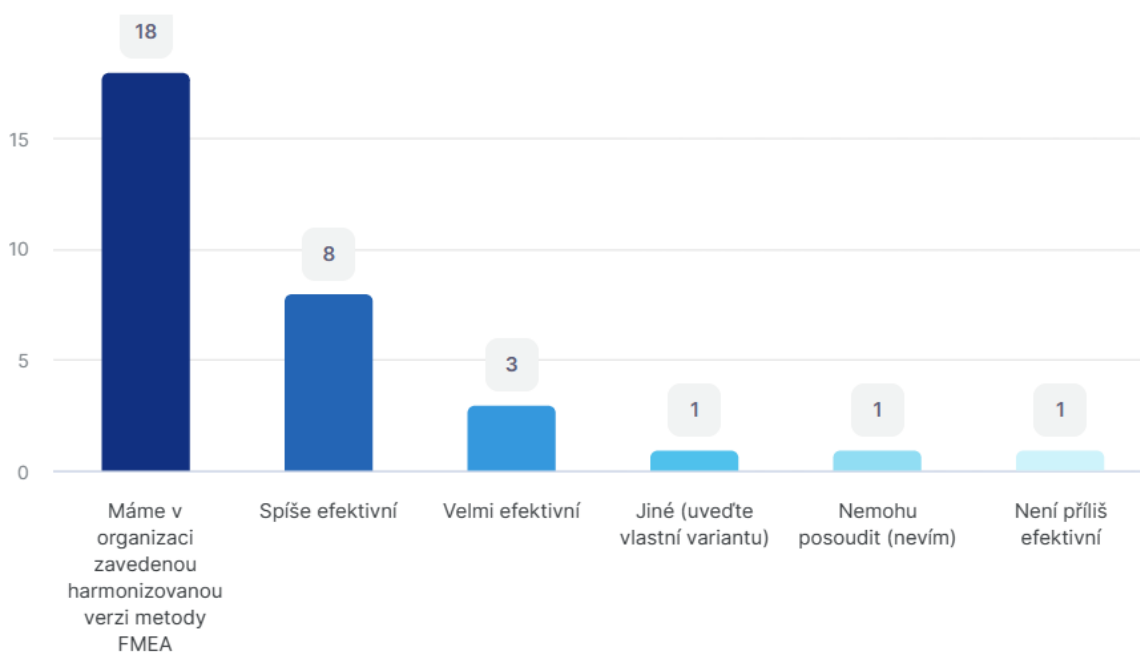


Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 14 Otázka č.13

Třináct firem označilo svůj současný systém pro analýzu rizik střední hodnotou, tedy jako spíše efektivní. Pět firem svůj systém nepovažuje za příliš efektivní, a tři firmy se k hodnocení nevyjádřily, protože nemohou ohodnotit svůj stávající systém. Pouze 1 firma charakterizovala svůj systém jako velmi efektivní.

Otázka č.14: Jak hodnotíte efektivitu stávajícího systému pro analýzu rizik, v případě, že nemáte zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA?



Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 15 Otázka č.14

Pro většinu respondentů, což je 18 firem, tato otázka nebyla relevantní, jelikož mají v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA. Osm firem považuje svůj systém za spíše efektivní, bez ohledu na to, zda stále používají původní verzi metody nebo ji nepoužívají vůbec. Tři firmy označily svůj současný systém analýzy rizik za velmi efektivní a pouze 1 firma předpokládá, že jejich systém rizik není příliš efektivní.

Otázka č.15: Zdůvodněte, prosím, svoji odpověď na jednu ze dvou předchozích otázek týkajících se efektivity systému pro analýzu rizik ve vaší firmě.

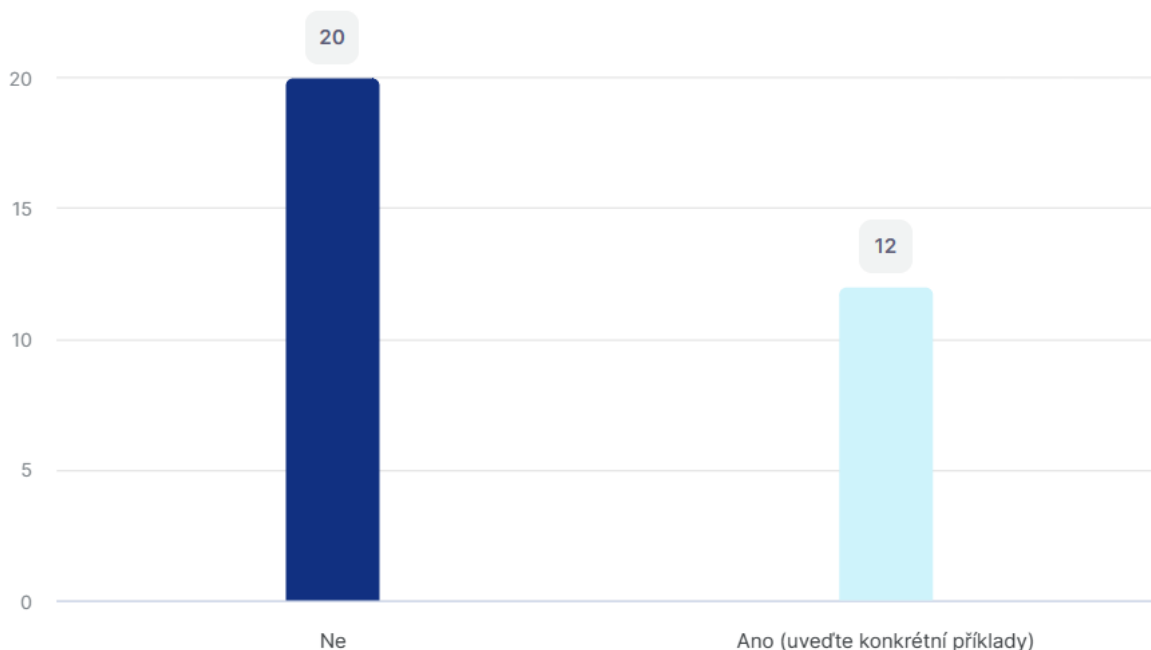
spíše efektivní, pro každý projekt = vždy musíme dělat analýzu rizik "jako poprvé" protože nejsme sériová výroba, ale individuální (každý projekt je jedinečný). U standardní části projektu (se zkušenostmi) jsme velmi efektivní, ale nové části projektu se ne vždy podaří 100%ně ošetřit od stolu	1	3.1%
Současný systém pro analýzu rizik je funkční a splňuje očekávání	1	3.1%
Současný systém nám plně vyhovuje a z pohledu analýzy rizik je dostačující	1	3.1%
Sjednocení postupů a přístupu k tvorbě FMEA Kvalitnější výstup ve směru ke zvláštních charakteristikám	1	3.1%
S dokumentem FMEA se nepracuje dostatečně aktivně, tak aby dokázal ovlivnit případná rizika.	1	3.1%
Rizika řešíme ve všech fázích vzniku i procesu výroby produktů a služeb a vzhledem ke spokojenosti zákazníků a minimu reklamací si myslím, že rizika neodceňujeme	1	3.1%

Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 16 Otázka č.15

Tato otázka byla vytvořena v podobě otevřené otázky proto na Obr.16 nejsou zobrazeny všechny odpovědi. Čtyři firmy na tuto otázku neodpověděly. Jedna firma uvedla, že jejich současný systém pro analýzu rizik nepovažuje za příliš efektivní, z důvodu nedostatečné významnosti a důležitosti, kterou organizace přikládá metodě FMEA. To vede k nedostatečné pozornosti, která by se měla metodě věnovat. Zaměstnanci, jak už to obecně v podnicích chodí, se nechtějí potýkat s žádnými změnami, ani na úkor toho, že tyto změny pozitivně ovlivní systém analýzy rizik.

Otázka č.16: Uplatňujete při analýze rizik i jiné postupy, metody či nástroje?



Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 17 Otázka č.16

Dvacet firem uvedlo, že k analýze rizik používají pouze metodu FMEA a neuplatňují žádné další metody či nástroje. Zbývajících 12 firem používá kromě FMEA také další metody, např. SWOT analýzu, 5x proč, Ishikawa diagram, brainstorming, PESTLE analýzu nebo 8D reporty.

Otázka č.17: Pokud vaše firma implementovala harmonizovanou verzi metody FMEA, jaká doporučení, případně zkušenosti, byste chtěli sdílet ohledně zavádění a následného používání této metody?

Zvážit jestli není lepší původní FMEU ponechat, a pouze aktualizovat aby byla podle nové metodiky ale i podle i té staré. Vytváření akcí (opatření) bych ale nechal podle starého číselného hodnocení RPN.	1	3.1%
Základ určit si postup a rozdělení činností	1	3.1%
využívat systém pro tvorbu Fmea a kontrolních plánů jako Palstat,...	1	3.1%
vyčlenění dostatečného množství lidských zdrojů na převod na HAFMEA	1	3.1%
Věnovat zavádění dostatek čas	1	3.1%
Určitě jednodušší řešení při zákaznických reklamaci, implementaci 8D	1	3.1%
Spolupráce napříč odděleními při tvorbě. Technologie, Kvalita, Vedení projektu.	1	3.1%

Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 18 Otázka č.17

Většina respondentů na tuto otázku nereagovala, jelikož byla dobrovolná a sloužila jako volný prostor pro vyjádření vlastního názoru firem. Rady, které zbylé firmy uvedly, se týkaly přípravné fáze před zavedením harmonizované verze metody FMEA. Uvedly, že by se firmy měly zaměřit na tvorbu podrobného plánu a stanovit konkrétní kroky jejich postupu. Také upozornily na důležitost vyčlenění dostatečného množství času, protože zavádění této metody může trvat několik let.

Otázka č.18: Jak vnímáte budoucnost používání metody FMEA ve vašem odvětví?

Z mého pohledu je to určitě důležitý krok celého procesu, který by měl být plně využíván.	1	3.1%
Význam hlavně pro "neznámé" projekty, např. nové technologie, procesy.	1	3.1%
Určitě je to šikovný nástroj, který může dopředu vyřešit problémy, které mohou nastat.	1	3.1%
spíš negativně	1	3.1%
předpokládám, že nástroj v rámci automove bude vždy vyžadován ze strany odběratelů, nicméně z mého pohledu je tento nástroj zbytečně komplikovaný a pracovníci mají tendenci hledat/zesložitovat/překonbinovat problém a jejich řešení	1	3.1%
pozitivní	1	3.1%
pozitivně, určitě je důležitá	1	3.1%

Zdroj: (vlastní šetření, 2024)

Obr. 19 Otázka č.18

Většina firem se staví k metodě FMEA neutrálně, jelikož původní verze FMEA je považována za standard v oblasti automobilového průmyslu podle IATF 16949. Některé firmy budoucnost zkoumané metody kvality vnímají pozitivně, avšak doporučují, aby firmy nadále používaly i původní verzi metody FMEA. Harmonizovanou verzi doporučují používat pro nové projekty související s novými technologiemi nebo procesy.

4.3 Analýza získaných odpovědí

Na základě vyhodnoceného dotazníku lze konstatovat, že více než polovina respondentů působících v České republice a podnikajících v oblasti automobilového průmyslu přešla na harmonizovanou verzi metody FMEA. Zajímavé je však i to, že i mezi firmami, které stále používají původní verzi, je vidět otevřenost a zájem o přechod na novou verzi v budoucnu.

Přechod na harmonizovanou verzi však ve většině případů není motivován vlastním záměrem firmy zlepšit svoji tržní pozici nebo kvalitu poskytovaných produktů. Často za tím rozhodnutím stojí požadavky klíčových odběratelů či obchodních partnerů, kteří harmonizovanou verzi FMEA vyžadují. Tento fakt odráží skutečnost, že v rámci automobilového průmyslu mají klíčoví hráči, kteří působí v odběratelsko-dodavatelském řetězci sílu a vliv, díky kterým můžou přimět organizace ke změnám, které nejsou vždy žádané.

Jedním z pozitivních aspektů, který lze pozorovat při implementaci harmonizované verze metody FMEA, je výhoda nové verze v kontextu globalizace. Většina organizací, které působí v odběratelsko-dodavatelském řetězci totiž spolupracují s podniky po celém světě. Původní verze, která byla rozdělena na standardy AIAG a VDA, vytvářela komplikace pro dodavatele či výrobce, kteří pracovali pro různé zákazníky z celého světa. Dodavatelé se potýkali s problematikou rozdílných požadavků, jako např. měli VW Group a Stellantis.

Většina respondentů se také shodla na tom, že harmonizovaná verze je ideální pro nové projekty, které souvisejí s implementací nových technologií nebo procesů. Naopak u starších projektů je stále preferována původní verze metody FMEA.

Bez ohledu na to, zda firmy zavedly harmonizovanou verzi metody FMEA či nikoliv, využívají i další metody, avšak některé z nich se nepoužívají pro sledování a analýzu rizik, nýbrž pro analýzu hledání kořenových příčin problému, jak lze pozorovat v Tab.2. Firmy nejčastěji používají metodu 5x proč a Ishikawa diagram.

Metoda 5x proč se zaměřuje na pět klíčových otázek: Co, Proč, Kde, Kdy a Kdo. Tato metoda poskytuje strukturovaný rámec pro identifikaci a následnou analýzu rizik tím, že se zaměřuje na základní aspekty problému. Ishikawa diagram, který je znám jako diagram příčin a následků nebo diagram rybí kosti představuje grafický nástroj, který pomáhá identifikovat příčiny problémů s kvalitou. Ishikawa diagram

umožňuje vizualizovat veškeré faktory, které mohou zásadně ovlivňovat vznik problémů. Doporučuje se, aby se na tvorbě daného diagramu podílel tým pracovníků a používali při tom i další nástroj, kterým je brainstorming (Nenadál, 2018).

Tab. 2 Metody zlepšování kvality

Metody	Popis
SWOT analýza	Identifikace silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb
PESTLE analýza	Hodnocení vnějšího prostředí (faktory politické, ekonomické, sociální, legislativní a environmentální)
5x proč	5 klíčových otázek pro identifikaci rizik
Brainstorming	Generování myšlenek a řešení problémů kolektivním rozumem
Ishikawa diagram	Grafická identifikace problému znázorněním příčin a následků
8D reporty	Řešení problémů pomocí osmikrokového postupu
Lessons learned	Získávání poznatků z předchozích projektů
Feasibility study	Analýza proveditelnosti navrhovaného projektu
Risk assessment matrix	Tabulka zobrazující pravděpodobnost výskytu rizika a jeho dopadu

Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

Nehledě na všechny překážky a bariéry, se kterými se firmy v rámci implementace harmonizované verze potýkají, většina z nich se na budoucí rozvoj této metody kouká pozitivně, avšak doporučují, aby se firmy nesoustředili pouze na aplikaci harmonizované metody FMEA, ale využívali i další metody, o kterých se autorka zmínila v tomto textu.

5 Návrh dalšího postupu implementace harmonizované FMEA

Tato kapitola představuje návrhy autorky práce, jejichž cílem je poskytnutí doporučení firmám, které čelí obtížím při implementaci harmonizované verze metody FMEA, a motivace firem, které se této metodě brání. Návrhy vycházejí z odpovědí respondentů v rámci dotazníkového šetření.

5.1 Příprava zaměstnanců na změnu

Firmy, které usilují o implementaci harmonizované metody FMEA, se v praxi často setkávají s tím, že zaměstnanci nejsou ochotní přistupovat ke změnám, tudíž proces implementace trvá déle nebo dokonce v některých případech může selhat. Důvodem může být nejen problém s adaptací změn, ale i nedostatek klíčových zaměstnanců, kteří by byli do procesu implementace zapálení a aktivně hnali proces vpřed.

Autorka práce se na základě daného problému rozhodla nabídnout takovým firmám řešení v podobě osmikrokového postupu, vytvořeného Johnem Kotterem. Tento postup autorka aplikovala do takové podoby, aby byli zaměstnanci přesvědčení o nutnosti zavedení harmonizované metody a organizace dokázala zaměstnance vhodným způsobem připravit na tuto změnu. Přehled jednotlivých kroků je znázorněn v Tab.3.

Tab. 3 Osmikrokový postup aplikace změny

Krok 1: Vznik incidentu, prezentace dopadů incidentu na celkovou kvalitu	Krok 5: Provedení školení zaměstnanců a zavedení příslušného softwaru
Krok 2: Vytvoření FMEA týmu a přidělení odpovědností členům týmu	Krok 6: Implementace harmonizované verze na několik nových projektů
Krok 3: Vytvoření strategie pro implementaci harmonizované verze FMEA	Krok 7: Rozšíření implementace harmonizované verze na více projektů
Krok 4: Prezentace strategie zaměstnancům podniku	Krok 8: Zakotvení harmonizované verze do celého podniku

Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

Krok 1: Vznik incidentu, prezentace dopadů incidentu na celkovou kvalitu

Prvním krokem pro efektivní zavedení změny je vytvoření naléhavé situace, která přiměje zaměstnance firmy zvážit důležitost potřeby změny. Tato situace

znázorňuje tzv. hořící plošinu, kterou je nutné uhasit, což lze provést pomocí aplikace vhodné změny, v konkrétním případě tedy implementací harmonizované verze FMEA. V rámci vhodné přípravy zaměstnanců na zavedení harmonizované verze metody FMEA, úkolem odpovědných pracovníků vedení firmy je informovat zaměstnance o vzniku incidentů, které implementaci harmonizované FMEA vyžadují. Vznik takových incidentů může být způsoben celou řadou různých faktorů. Může se jednat o opakující se nárůst počtu reklamací a stížností od odběratelů nebo koncových zákazníků, vznik nečekaných událostí ve výrobním procesu nebo porucha dílu, který může ohrozit zdraví a bezpečnost zákazníků.

Důvodem reklamace ze strany zákazníka může být např. špatné těsnění nebo lícování dveří, nefunkční palubní počítač, únik kapalin nebo komplikace spojené s korigováním vozidla. Vzniklé problémy mohou být způsobené nedostatečným řízením rizik konkrétních komponentů při tvorbě FMEA. Reklamace ze strany odběratele směřují přímo na dodavatele jednotlivých komponentů nebo dílů a závisí na specifikách dodávaných výrobků nebo služeb. V případě, že je firma dodavatelem autosedaček, reklamace může např. nastat z důvodu, že sedačky neodpovídají technickému zadání, které stanovila kupující strana.

Za závažný incident se považují nečekané události, které mohou nastat v případě dodávky vadného dílu nebo komponentu, který pozastaví výrobu konkrétního modelu vozu. Pokud se část vadných vozů dostane ke koncovým zákazníkům, může to výrazným způsobem poškodit dobrou pověst podniku, snížit jeho tržby a ohrozit bezpečnost zákazníka vůči silničnímu provozu. Existuje však jen malá pravděpodobnost, že dojde k takovému typu incidentu a může být vyvolán tím, že firma neprovede analýzu daného komponentu nebo dílu při provádění FMEA. Nicméně firma by měla na tento incident reagovat přehodnocením, posílením a provedením vhodných změn u metody FMEA.

Za incident se také považuje porucha konkrétního dílu nebo dokonce stroje, který může ohrozit život zákazníka a vést k tragickým následkům. Jako příklad lze uvést poruchy, které se mohou vyskytnout u motoru. Blok motoru může být poškozen v důsledku špatně zvolené velikosti pístového kroužku nebo v případě, že na vstřikovacím ventilu chybí těsnící kroužek.

Autorka práce doporučuje, aby vedení firmy zaměstnance o incidentech informovalo prostřednictvím prezentace dat, které přesně ukážou počet vad a jejich dopad na celkovou kvalitu výrobků. K prezentaci dat je možné použít nástroj PowerBI, který dokáže přehledně znázornit všechna potřebná data.

Krok 2: Vytvoření FMEA týmu a přidělení odpovědností členům týmu

Druhým krokem v procesu zavádění změny ve firmě je sestavení týmu zaměstnanců z různých oddělení podniku. Podstatou tohoto týmu bude řízení celého procesu zavádění harmonizované verze metody FMEA a její propagace napříč celým podnikem. Sestavení správného a rozmanitého týmu je opět úkolem příslušných pracovníků vedení organizace. Musí se zaměřit na všechna oddělení v podniku a vybrat vhodné zaměstnance pracující v různých oblastech, aby se zapojili do procesu implementace FMEA.

Při výběru zaměstnanců by se pracovníci měli soustředit na volbu technických inženýrů, zkušených manažerů a specialistů z oblasti kvality. Zaměstnanci by měli disponovat dostatečným množstvím znalostí a zkušeností v oboru, ve kterém pracují, stejně tak by měli být respektováni ostatními zaměstnanci.

Organizace musí dokázat vybrané pracovníky zaujmout a motivovat, což lze provést na základě předchozího kroku tím, že vedení poukáže na výskyt incidentů, které je třeba eliminovat. Nesmí chybět ani vhodná motivace, která může mít hmotnou či nehmotnou podobu. Příkladem hmotné motivace můžou být odměny nebo bonusy, které zvýší loajalitu vybraných zaměstnanců vůči firmě a pozitivně ovlivní jejich výkonnost. Nehmotnou motivací může být postup v kariéřním růstu nebo nabídka flexibilní pracovní doby.

Další možnou formou nehmotné motivace může být zajištění členům FMEA týmu potřebného školení zaměřeného na správnou aplikaci harmonizované verze metody FMEA. Toto školení bude důležité nejen pro samotnou firmu, ale zaměstnanec z toho taktéž získá celou řadu výhod. Získá nové poznatky, které bude moci využít v budoucích projektech a zároveň díky školení zdokonalí své znalosti a dovednosti. Díky tomu se může stát cennějším a nenahraditelným pracovníkem v rámci organizace.

Při tvorbě FMEA týmu, by se vedení mělo orientovat i na volbu velikosti týmu. Tým by neměl být příliš velký, ani příliš malý. Ideální počet členů v týmu by měl být kolem

5-6 zaměstnanců. Pokud se tým bude skládat z menšího počtu členů, není možné zaručit, že součástí takového týmu budou všechny potřební zaměstnanci, kteří by mohli přispět svými znalostmi k procesu implementace harmonizované verze. Naopak, pokud tým bude příliš velký, můžou vzniknout problémy s komunikací a vyjadřováním vlastních nápadů nebo názorů. Například manažer kvality může přijít s cenným nápadem, ale kvůli velkému počtu lidí nedostane příležitost k jeho prezentaci. Součástí týmu by měl být i moderátor, který nemusí být zdatný po technické stránce, ale měl by především znát metodiku tvorby FMEA.

Krok 3: Vytvoření strategie pro implementaci harmonizované verze FMEA

Poté co je tým sestaven, může začít vytvářet vhodnou strategii pro implementaci harmonizované verze FMEA ve firmě. Jedná se o třetí krok, jehož součástí by měla být i tvorba vize, která pomůže podniku pochopit, co od harmonizované verze očekává. Může se jednat o komplexnější identifikaci rizik, efektivnější sdílení dat a potřebných informací, nebo propojení metody FMEA s jinou metodou.

Konkrétním příkladem může být propojení FMEA s 8D reportem, který představuje osmikrokový strukturovaný přístup k řešení problémů. Během tvorby 8D reportu lze metodiku FMEA využít v sedmém kroku, kde se firma zaměřuje na implementaci systematických preventivních opatření, které mají zamezit opakovanému výskytu problému a zabránit jeho šíření u jiných projektů. Např. pokud se problém vyskytne u jednoho modelu vozu, výrobce implementuje vhodná opatření, aby ten samý problém nenastal při výrobě jiného modelu. Firma se může rozhodnout o přehodnocení analýzy rizik nebo vylepšení metodiky FMEA. Pokud se rozhodne pro vylepšení metody FMEA, dojde i k aktualizaci kontrolního plánu, protože tyto dokumenty jsou vzájemně propojeny.

Krok 4: Prezentace strategie zaměstnancům podniku

Čtvrtý krok je zaměřen na prezentaci vytvořené strategie a vize zaměstnancům podniku. V podstatě se navazuje na první krok, kdy firma nejdříve představila zaměstnancům problémy, kterým firma čelí, a tím ukázala, že je změna nezbytná. V tomto kroku musí zaměstnancům ukázat, jaká vylepšení může změna přinést a jakým způsobem dokáže harmonizované verze eliminovat problémy, se kterými se firma aktuálně potýká.

Hlavním účelem této prezentace je přesvědčit zaměstnance o tom, že problémy jsou řešitelné a také představit konkrétní kroky, které povedou k jejich vyřešení. Prezentace musí být jasná a srozumitelná, aby každý ze zaměstnanců, kterého se tato změna dotkne pochopil, jak bude probíhat a jaký bude mít dopad.

Autorka doporučuje místo klasické vizuální prezentace uspořádat workshop, na kterém si zaměstnanci vyzkouší aplikaci harmonizované verze metody FMEA na konkrétním příkladu. Tento příklad může být buď vymyšlený nebo reálný, dokonce se může vztahovat k pracovnímu prostředí jednotlivých oddělení ve firmě, díky čemuž zaměstnanci daného oddělení lépe pochopí aplikaci harmonizované metody.

Příkladem aplikace metody FMEA v rámci workshopu souvisejícím s oddělením logistiky může být zpoždění dodávek nárazníků, což se může řešit právě prostřednictvím analýzy FMEA a navržením vhodných opatření pro eliminaci opakování takových případů. Opatřením může být rozšíření seznamu dodavatelů nebo vytvoření záložního plánu.

Krok 5: Provedení školení zaměstnanců a zavedení příslušného softwaru

I po aplikaci prvních čtyř kroků, můžou ve firmě stále existovat zaměstnanci, kteří se k harmonizaci budou stavět skepticky a odmítavě. Tento problém lze vyřešit prostřednictvím vhodného školení, čímž se tedy dostáváme k pátému kroku aplikace změny ve firmě. Cílem tohoto kroku je odstranění všech možných překážek, které mohou brzdit implementaci harmonizované verze metody FMEA. Překážky nemusí souviset jenom s personálem, ale také s používanými softwary, o nichž se však autorka práce bude zmiňovat v následující podkapitole. Co se týče školení zaměstnanců, tak může probíhat ve třech následujících formách:

- Interní školení
- Externí školení
- Zákaznické školení

Jak je patrné z názvu, interní školení probíhá ve firmě, zatímco externí školení probíhá skrze specializované společnosti, kterých je v současné době ohromné množství. Na interním školení zaměstnanci získávají základní znalosti o fungování a využití metody. Naopak, při externím školení mají možnost důkladnějšího prostudování metodiky a její praktické implementace, díky čemuž můžou

zaměstnanci rozšířit své obzory v oblasti analýzy rizik. Externí školení mohou být pořádána pro větší počet účastníků nebo pro jednotlivce. Některá z nich mohou po ukončení školení nabídnout certifikát, který potvrdí úspěšné ukončení kurzu.

Školení může vést i zákazník, respektive odběratel. Takový typ školení je vhodné uplatnit v případech, kdy odběratel požaduje, aby dodavatel používal harmonizovanou verzi metody FMEA a tím splňoval speciální požadavky zákazníka. Příkladem speciálních zákaznických požadavků pro dodavatele je vydání Formel Q, což je dokument vytvořený koncernem Volkswagen a obsahujícím požadavky na kvalitu, které od dodavatele požaduje.

Autorka doporučuje v rámci interního školení základních uživatelů FMEA využívat e-learning, jelikož je časově efektivnější a umožňuje zaměstnancům absolvovat školení v libovolném čase, což eliminuje potřebu hledat vhodný termín, který by vyhovoval všem zájemcům. E-learningová platforma může v průběhu nebo na konci školení nabízet testy, které pomohou zhodnotit, jakým způsobem zaměstnanci porozuměli podstatě harmonizace metody FMEA. Naopak externí školení, které je v první řadě určené pro moderátory FMEA, bude efektivnější ve formě osobního setkání, jelikož při online formátu může být obtížnější udržovat pozornost zaměstnanců.

Krok 6: Implementace harmonizované verze na několik nových projektů

Šestým krokem v rámci implementace harmonizované verze metody FMEA je postupné zavádění harmonizované verze do menších projektů v podniku. Jedná se především o projekty, které souvisejí s inovacemi a implementací nových technologií. Autorka práce v tomto ohledu souhlasí s respondenty dotazníkového šetření, kteří tvrdili, že harmonizovaná FMEA se nejlépe uplatňuje u projektů s novými procesy nebo technologiemi.

Například pro výrobce automobilů může být typickým příkladem implementace harmonizované FMEA u nových asistenčních systémů, protože metoda pomáhá identifikovat rizika spojená se spolehlivostí a bezpečností těchto systémů. V praxi se totiž může stát, že asistenční systém selže nebo nebude kompatibilní s jinými již existujícími systémy. V případě dodavatelů může být novým projektem použití nového materiálu na těsnění dveří nebo nový design autokoberce.

Postupná implementace harmonizované verze se nemusí vztahovat pouze na projekty, ale i závody. V případě, že se jedná o velkého výrobce automobilů, může harmonizovanou verzi FMEA zpočátku uplatnit v jednom závodě.

Krok 7: Rozšíření implementace harmonizované verze na více projektů

V sedmém kroku může firma rozšířit použití harmonizované verze na více projektů nebo závodů. Cílem je dosáhnout toho, aby se harmonizovaná verze používala v celém podniku.

Krok 8: Zakotvení harmonizované verze do celého podniku

Posledním osmým krokem je zakotvení harmonizované verze metody FMEA do celého podniku a podporování pomocí vzdělávacích programů a průběžných aktualizací. Vzdělávací programy mohou opět zahrnovat různé typy školení a učení se skrz e-learningové platformy. Součástí vzdělávání může být i školení, které se zaměřuje na používání vhodných softwarových nástrojů pro tvorbu FMEA analýzy. Vrcholový management by neměl opomíjet zpětnou vazbu od zaměstnanců, díky které může školení neustále zlepšovat a zdokonalovat. Případně implementovat další vzdělávací metody jako jsou přednášky, semináře nebo simulace.

5.2 Softwary pro tvorbu harmonizované verze FMEA

Další doporučení se týká používání softwarů, které jsou určeny pro tvorbu harmonizované verze metody FMEA. Autorka nedoporučuje firmám využívat Microsoft Excel pro tvorbu FMEA a navrhuje jej nahradit specializovanými softwarovými nástroji, které nabízejí více funkcí. V Tab.4 jsou zobrazeny klíčové výhody a nevýhody Microsoft Excelu.

Tab. 4 Výhody a nevýhody Excelu

Výhody	Nevýhody
Dostupnost	Chybovost
Jednoduchost	Nepřehlednost
Nízké náklady	Omezené funkce
Rychlost	Omezené sdílení dat + propojenost

Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

První nevýhodou Excelu jako nástroje pro tvorbu FMEA analýzy je jeho náchylnost k chybám. Důvodem vzniku chyb je především lidský faktor, jelikož se údaje do Excelu zadávají ručně, což může vést k různým překlepům, vynecháním řádků apod. V případě, že zaměstnanec pracuje s velkým množstvím dat, tak se takovým chybám nedá předejít, protože zaměstnanec se unavuje a ztrácí pozornost. Z toho vyplývá i druhá nevýhoda, kterou je nepřehlednost, ke které může dojít při práci s rozsáhlejšími datovými soubory. Velké množství dat způsobuje obtížnou orientaci v datech a výsledcích. Zpracování těchto dat je časově náročné a vyčerpávající.

Za nevýhodu lze označit i omezené analytické funkce v Excelu, což způsobuje, že tam nelze provádět složitější analýzy. Tato omezení se v první řadě projevují při tvorbě vzorců, jejichž délka je limitována a lze se setkat i s omezením při používání stejné funkce ve vzorci.

Další nevýhodou, o níž by se autorka práce chtěla zmínit, je omezená funkce sdílení dat. Může se stát, že jeden soubor je sdílen mezi větším počtem lidí, kteří na něm pracují a často aktualizují data, která se v něm nachází. To může zapříčinit vznik problémů se synchronizací dat u všech uživatelů používajících tento soubor. Tato nevýhoda úzce souvisí i s propojováním FMEA s ostatními dokumenty. Pokud je FMEA vytvořená v Excelu a dojde k její aktualizaci, provedené změny se automaticky neaplikují do ostatních propojených dokumentů, např. kontrolního plánu.

Nicméně, Excel má i celou řadu výhod. První výhodou je jeho snadná dostupnost, jelikož je součástí balíčku Microsoft Office a je široce dostupný pro jakéhokoliv uživatele bez nutnosti specifického oprávnění. Další výhodou je jednoduchost, což umožňuje téměř všem zaměstnancům ve firmě pracovat s tímto nástrojem. Zaměstnanci, kteří vykonávají kancelářskou práci, mají obvykle alespoň minimální znalosti v oblasti práce s Excelem. U složitějších analýz nebo tvorby makra je však vyžadáno speciální školení.

Ve srovnání s ostatními nástroji pro tvorbu FMEA analýzy je Excel méně nákladný a je lépe uplatnitelný pro tvorbu menších analýz nebo projektů, součástí, kterých není velké množství dat. S pomocí Excelu může uživatel poměrně rychle zpracovat malý objem dat a vytvořit vhodné tabulky.

Pro rozsáhlejší objem dat autorka práce doporučuje použití specializovaných softwarových nástrojů. Tyto softwary nabízí rozšířené funkce pro tvorbu FMEA protokolů a umožňují sdílení dokumentů mezi jednotlivými úseky ve firmě. Ve své podstatě tyto softwary eliminují téměř všechny nedostatky Excelu, ale také mají určité výhody i nevýhody, které jsou zobrazeny v Tab.5.

Tab. 5 Výhody a nevýhody specializovaných softwarů

Výhody	Nevýhody
Rozšířené funkce	Vysoké náklady
Propojenost	Školení
Aktualizace	Složitost
Úspora času	–
Přehlednost	–
Snížení chybovosti	–

Zdroj: (vlastní zpracování, 2024)

Výhodou specializovaných softwarů je široká nabídka analytických nástrojů a funkcí, které umožňují provádět detailnější analýzu rizik s využitím metody FMEA. Další výhodou je propojenost takových softwarů s ostatními dokumenty, které jsou potřebné při tvorbě FMEA. Zaměstnanci nemusí jednotlivé změny v dokumentech provádět ručně, ale pomocí softwaru se všechny dokumenty automaticky aktualizují. Zároveň nabízí možnost sdílení dokumentů mezi zaměstnanci a provázanost informací a procesů, díky čemuž je FMEA živým dokumentem.

Specializované softwary jsou pružné, jelikož se neustále aktualizují a zdokonalují v souladu s potřebami uživatelů. V rámci aktualizace se přidávají další jazyky, což eliminuje potřebu znalosti cizího jazyka pro tvorbu FMEA. Podnik implementující metodu FMEA se tedy nemusí při volbě členů do týmu FMEA soustředit na tento požadavek nebo vynakládat zbytečné náklady na jazykové kurzy pro zaměstnance.

V rámci aktualizace se specializované softwary přizpůsobily harmonizačním změnám, tudíž došlo k úpravám tabulek používaných pro tvorbu FMEA. Přidali se nové sloupce a nadbytečné sloupce se naopak odstranili. Takové softwary jsou ideální pro firmy, které mají omezené znalosti o metodice FMEA, jelikož poskytují potřebné informace a nástroje, které usnadní tvorbu harmonizované FMEA. Díky

tomu se zkracuje čas, který je potřebný pro porozumění metodiky, a firmy se můžou soustředit na samotný proces analýzy rizik.

Specializované softwary jsou přehledné, což minimalizuje riziko chybného zadání dat a riziko, že se zaměstnanci ztratí ve velkém objemu informací, což je běžný problém při používání Excelu.

Nicméně i u specializovaných softwarů se lze setkat s určitým množstvím nevýhod. Projevují se zejména v rámci vysokých nákladů, které musí firma vynaložit na nákup licence a školení moderátora či ostatních zaměstnanců souvisejících s tvorbou FMEA. Školení nemusí být náročné jen z pohledu financí, ale i času, jelikož školení vyžaduje vyčlenění dostatečného množství času z pracovního dne. Navíc pokud proškolený moderátor bude interně školit další zaměstnance ve firmě a předávat jim získané znalosti, bude muset vyčlenit dostatek času na přípravu a samotný proces školení. Složitost těchto softwarů může být také překážkou, protože se nejedná o standardní nástroje, které by byli běžně používány.

Závěr

Metoda FMEA je jedním z nejučinnějších nástrojů, které organizace mohou použít při analýze rizik. Při správné implementaci dokáže identifikovat potenciální rizika, která mohou nastat u výrobků nebo služeb směřujících k zákazníkovi. Tím, že metoda předem analyzuje možné závady nebo poruchy, umožňuje vytvořit preventivní opatření k řešení problémů ještě předtím, než nějaký problém vůbec nastane. Efektivní provádění analýzy rizik včetně používání metody FMEA přináší výhody jak pro zákazníky, tak i pro samotnou firmu. Zákazníci získávají kvalitní a spolehlivé produkty, které neohrožují jejich bezpečnost a zdraví. Díky tomu se zvyšuje jejich důvěra k firmě a celková spokojenost. Zároveň firma díky efektivnímu provádění FMEA udržuje stabilní tržní pozici a konkurenceschopnost. Navíc snižuje náklady, které by musela vynaložit na odstraňování vzniklých vad nebo problémů.

Tato diplomová práce byla zaměřena na představení metody FMEA a porovnání původní verze s harmonizovanou verzí. Zaměřovala se taktéž na analýzu implementace harmonizované verze metody FMEA u společností působících v automobilovém průmyslu pomocí dotazníkového šetření. Cílem bylo zjistit, jak jsou na tom firmy z hlediska používání harmonizované verze, s jakými překážkami se setkávají a jak vnímají budoucnost této metody. Na základě získaných výsledků byly vytvořeny návrhy, které by měly eliminovat případné bariéry nebo nedostatky v rámci implementace této metody, a byly stanoveny další postupy pro praktickou implementaci této metody v automobilovém průmyslu.

V rámci literární rešerše autorka práce charakterizovala metodiku FMEA, představila stručnou historii jejího vzniku a specifikovala jednotlivé druhy FMEA, které firmy používají pro analýzu rizik. Dále provedla komparaci původní verze FMEA dle standardů AIAG a VDA 4 s harmonizovanou verzí, která spojila původní standardy do společného rámce. Součástí teoretické části byl popis dotazníkového šetření a představení jednotlivých principů, které mají usnadnit tvorbu dotazníku a zaujmout respondenty, aby se do vyplnění šetření aktivně zapojovaly.

V praktické části bylo aplikováno dotazníkové šetření, jehož cílem bylo analyzovat používání harmonizované verze metody FMEA u vybraných společností v automobilovém průmyslu. Autorka oslovila 50 firem, z nichž dotazník vyplnilo 32 firem, které tvoří důležitou součást odběratelsko-dodavatelského řetězce ve

zkoumaném odvětví. U dvou vybraných otázek z dotazníkového šetření byly stanoveny předpoklady, jejichž platnost byla ověřena prostřednictvím testování statistických hypotéz. Výsledek prvního předpokladu, který tvrdil, že více než 50 % respondentů implementovali nebo plánují implementovat harmonizovanou FMEA, se potvrdil, kdežto druhý předpoklad, kde bylo stanoveno, že více než 50 % respondentů implementovali FMEA z důvodu přizpůsobení se požadavkům klíčových zákazníků nebo partnerů, se vyvrátil.

Výsledky analýzy potvrdily, že většina firem buď plnohodnotně uplatňuje harmonizovanou verzi metody FMEA, nebo jí používá u nových projektů. U starších projektů se stále preferuje původní verze, která je z pohledu firem jednodušší na aplikaci. Firmy se stále potýkají s celou řadou komplikací, které jsou spojené s neochotou zaměstnanců přijímat změny a aktivně se zapojovat do procesu implementace harmonizované verze nebo samotné tvorby FMEA protokolu. Firmy vnímají nedostatky i v oblasti školení zaměstnanců, což způsobuje, že zaměstnanci nemají dostatek znalostí o metodě a jejím praktickém využití.

V návrhové části práce autorka firmám doporučuje osmikrokový přístup implementace změn. Součástí daného přístupu je informování zaměstnanců o incidentech, které vyžadují aktualizaci metody FMEA, a vytvoření týmu FMEA, jehož součástí by měl být znalec dané metodiky (moderátor) a zástupci různých oddělení ve firmě. V rámci implementace osmikrokového přístupu by měl být kladen důraz na školení a vzdělávání zaměstnanců, což pomůže vybranou metodiku lépe pochopit a následně aplikovat v praxi. Součástí doporučení je využití specializovaných softwarových nástrojů k tvorbě FMEA. Specializované softwary umožňují propojení jednotlivých metod a dokumentací a snižují riziko lidských chyb, ke kterým dochází při používání Excelu.

Seznam literatury

AIAG, 2008. *Potential failure mode and effects analysis*. Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation. ISBN 978-1-60534-136-1.

AIAG a VDA, 2019. *Failure Mode and Effects Analysis: FMEA Handbook, Design FMEA, Process FMEA, Supplemental FMEA for Monitoring & System Response*. Michigan: Automotive Industry Action Group. ISBN 978-80-02-02885-7.

BLECHARZ, Pavel, 2023. *Řízení a zlepšování kvality*. Jesenice: Ekopress. ISBN 978-80-87865-83-5.

BOHUŠ, Michal. *Co nám přinesla nová FMEA pro řízení rizik ve výrobě*. Online. Dostupné z: <https://www.managementnews.cz/manazer/rizeni-firmy-id-147972/co-nam-prinesla-nova-fmea-pro-rizeni-rizik-ve-vyrobe-id-3919258>. [cit. 2024-05-01].

BORSALLI, Bruna, 2021. *FMEA – What it is and how to implement it in your company*. Online. Dostupné z: <https://blog.softexpert.com/en/fmea-what-is-it/>. [cit. 2023-12-13].

BUDÍKOVÁ, Marie; KRÁLOVÁ, Maria a MAROŠ, Bohumil, 2010. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-7511-1.

CRESWELL, John a CRESWELL, David, 2022. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sixth Edition. New York: SAGE Publications. ISBN 978-1071817949.

CYHELSKÝ, Lubomír a SOUČEK, Eduard, 2011. *Základy statistiky*. Praha: Vysoká škola finanční a správní. ISBN 978-80-7408-013-5.

ČIŽINSKÁ, Romana, 2021. *Manažerské finance pro prezenční a kombinovanou formu studia*. Mladá Boleslav: ŠAVŠ o.p.s. ISBN 978-80-7654-035-4.

EICHHORN, Jan, 2022. *Survey Research and Sampling*. Velká Británie: Sage Publishing. ISBN 978-15-2642-380-1.

HAVLÍČEK, Karel, 2011. *Management & Controlling malé a střední firmy*. Eupress. ISBN 978-80-7408-056-2.

CHRÁSKA, Miroslav, 2007. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada Publishing a.s. ISBN 978-80-247-1369-4.

JANÁČEK, Julius, 2022. *Statistika jednoduše: průvodce světem statistiky*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1738-3.

JARRETT, Caroline, 2021. *Surveys That Work: A Practical Guide for Designing and Running Better Surveys*. New York: Rosenfeld Media. ISBN 193-382-05-35.

JONES, TL et al, 2013. A quick guide to survey research. *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*. vol. 95, no. 1. DOI 10.1308

KLUSE, Christopher, 2017. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA): Factors Affecting Execution and Implementation of the FMEA and an Alternate Method for Process Risk Assessment. *Journal of Management & Engineering Integration*. vol. 10, no. 1, s. 106-116. ISSN 19397984.

MIKULAK, Raymond et al, 2009. *The Basics of FMEA*. 2nd Edition. New York: Productivity Press. ISBN 978-1563273773.

NAKAO, Shogo et al, 2014. Virtual FMEA: Simulation-Based ECU Electrical Failure Mode and Effects Analysis. *SAE Technical Paper*. DOI 10.4271.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

ROBERTS, Patrick, 2022. *Simplifying Risk Management: An Evidence-Based Approach to Creating Value for Stakeholders*. New York: Taylor & Francis. ISBN 978-1032-12562-6.

ROBINSON, Sheila, 2018. *Designing Quality Survey Questions*. Los Angeles: SAGE Publications, ISBN 978-1506330549.

SALDAÑA, Johnny, 2021. *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. Fourth edition. London: SAGE Publications. ISBN 978-1529731743.

SHARMA, Hunny, 2022. How short or long should be a questionnaire for any research? Researchers dilemma in deciding the appropriate questionnaire length. *Saudi Journal of Anaesthesia*. vol. 16, no. 1, s. 65-68. DOI 10.4103.

STAMATIS, Diomidis, 2020. *Advanced Product Quality Planning: The Road to Success. Practical Quality of the Future*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-0-367-7870-8.

ŠVARCOVÁ, Iva, 2005. *Základy pedagogiky pro učitelské studium*. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-573-0.

TAHERDOOST, Hamed, 2016. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *SSRN Electronic Journal*. vol. 5, no. 2, s. 18-27. DOI 10.2139

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.

WANG, Zhichao et al, 2021. Failure mode and effects analysis using function–motion–action decomposition method and integrated risk priority number for mechatronic products: FMEA using FMA decomposition method and IRPN for MPs. *Quality and Reliability Engineering International*. vol. 37, no. 6, s. 2875-2899. ISSN 07488017.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Dokončení dotazníku.....	25
Obr. 2 Otázka č.1	26
Obr. 3 Otázka č.2	27
Obr. 4 Otázka č.3	28
Obr. 5 Otázka č.4	29
Obr. 6 Otázka č.5	31
Obr. 7 Otázka č.6	33
Obr. 8 Otázka č.7	34
Obr. 9 Otázka č.8	35
Obr. 10 Otázka č.9	36
Obr. 11 Otázka č.10	37
Obr. 12 Otázka č.11	38
Obr. 13 Otázka č.12	39
Obr. 14 Otázka č.13	40
Obr. 15 Otázka č.14	41
Obr. 16 Otázka č.15	42
Obr. 17 Otázka č.16	43
Obr. 18 Otázka č.17	44
Obr. 19 Otázka č.18	45

Seznam tabulek

Tab. 1 Rozdíly mezi metodami	18
Tab. 2 Metody zlepšování kvality	47
Tab. 3 Osmikrokový postup aplikace změny	48
Tab. 4 Výhody a nevýhody Excelu	54
Tab. 5 Výhody a nevýhody specializovaných softwarů	56

Seznam příloh

Příloha 1 Dotazníkové šetření	65
-------------------------------------	----

Příloha 1 Dotazníkové šetření

Otázka č.1: Počet zaměstnanců ve vaší firmě

- Méně než 10
- 11-50
- 51-250
- Více než 250

Otázka č.2: Jak dlouho vaše firma působí na trhu?

- Méně než 5 let
- 5-10 let
- 11-20 let
- 21-30 let
- Více než 30 let

Otázka č.3: Jaký článek tvoří vaše firma v rámci dodavatelského řetězce?

- Výrobce
- Dodavatel 1.stupně (TIER 1)
- Dodavatel 2.stupně (TIER 2)
- Dodavatel 3.stupně (TIER 3)
- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.4: Máte ve firmě uplatněnou harmonizovanou verzi metody FMEA?

- Ano, používáme harmonizovanou verzi metody FMEA
- Ne, používáme původní verzi metody FMEA
- Nemáme v organizaci zavedenou tuto metodu kvality a neplánujeme jí zavádět
- Nemáme v organizaci zavedenou tuto metodu kvality, ale plánujeme jí v nejbližší budoucnosti zavést
- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.5: Pokud používáte harmonizovanou verzi metody FMEA, odpovězte, prosím, jaký byl hlavní důvod zavedení metody do vaší firmy?

- Zlepšení kvality výrobků nebo poskytovaných služeb
- Přizpůsobení se požadavkům klíčových zákazníků nebo obchodních partnerů
- Zajištění konzistence v procesu analýzy rizik a stanovení jasné metodologie
- Reakce na předchozí incidenty nebo problémy
- Snaha o zlepšení konkurenceschopnosti firmy na trhu
- Nemáme v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA
- Jiné (uveďte vlastní variantu)

Otázka č.6: Pokud používáte harmonizovanou verzi metody FMEA, popište, prosím, jaký byl postup zavádění nebo přechod z předchozí verze metody ve vaší organizaci?

- Otevřená otázka

Otázka č.7: S jakými překážkami jste se při zavádění harmonizované verze setkali?

- Nemáme v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA
- Špatně nastavený proces školení zaměstnanců
- Nedostatečná podpora ze strany vedení
- Nedostatek informací o procesu zavádění a změnách
- Neochota zaměstnanců, kteří jsou zapojení do samotného procesu a tvorby protokolu FMEA
- Jiné (uveďte vlastní variantu)

Otázka č.8: Jaký druh FMEA nejčastěji používáte ve vaší firmě?

- Nemáme v organizaci zavedenou tuto metodu kvality
- Design (konstrukční, produktová) FMEA
- Process FMEA
- Doplněková FMEA odezvy systému (MSR)

- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.9: Máte ve firmě stanoveného FMEA moderátora?

- Ne
- Nemáme v organizaci zavedenou tuto metodu kvality
- Ano (uved'te pracovní pozici moderátora)

Otázka č.10: Jak dlouho již vaše firma aplikuje harmonizovanou verzi metody FMEA?

- Méně než 1 rok
- 1-3 roky
- Více než 3 roky
- Nemohu uvést tuto informaci (nevím)
- Nemáme v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA

Otázka č.11: Jakým způsobem harmonizovaná verze FMEA přispěla ke zlepšení výrobních procesů nebo kvality poskytovaných produktů či služeb ve vaší firmě?

- Otevřená otázka

Otázka č.12: Jaké jsou hlavní důvody, pokud ve firmě nepoužíváte harmonizovanou verzi metody FMEA?

- Máme ve firmě implementovanou harmonizovanou verzi metody FMEA
- Nedostatek finančních prostředků
- Nízká priorita v organizaci
- Strach ze změny
- Nedostatek informací o procesu zavádění
- Nedostatek zkušených zaměstnanců
- Neznalost metody FMEA
- Harmonizovaná verze je z našeho pohledu příliš komplikovaná
- Původní verze nám stačí

- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.13: Jak hodnotíte efektivitu vašeho stávajícího systému pro analýzu rizik, v případě, že máte zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA?

- Nemáme v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA
- Velmi efektivní
- Spíše efektivní
- Není příliš efektivní
- Nemohu posoudit (nevím)
- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.14: Jak hodnotíte efektivitu vašeho stávajícího systému pro analýzu rizik, v případě, že nemáte zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA?

- Máme v organizaci zavedenou harmonizovanou verzi metody FMEA
- Velmi efektivní
- Spíše efektivní
- Není příliš efektivní
- Nemohu posoudit (nevím)
- Jiné (uved'te vlastní variantu)

Otázka č.15: Zdůvodněte, prosím, svoji odpověď na jednu ze dvou předchozích otázek týkajících se efektivity systému pro analýzu rizik ve vaší firmě

- Otevřená otázka

Otázka č.16: Uplatňujete při analýze rizik i jiné postupy, metody či nástroje?

- Ne
- Ano (uved'te konkrétní příklady)

Otázka č.17: Pokud vaše firma implementovala harmonizovanou verzi metody FMEA, jaké doporučení, případně zkušenosti, byste chtěli sdílet ohledně zavádění a následného používání této metody?

- Otevřená otázka

Otázka č.18: Jak vnímáte budoucnost používání metody FMEA ve vašem odvětví?

- Otevřená otázka

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Ekaterina Petrenko		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
NÁZEV PRÁCE	Analýza implementace harmonizované verze metody FMEA v automobilovém průmyslu		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING		
KATEDRA	KRVLK – Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2024
POČET STRAN	72		
POČET OBRÁZKŮ	19		
POČET TABULEK	5		
POČET PŘÍLOH	1		
STRUČNÝ POPIS	<p>Diplomová práce zkoumá implementaci harmonizované verze metody FMEA v automobilovém průmyslu. Cílem práce je popis metodiky FMEA a porovnání původní verze s harmonizovanou verzí. Dalším cílem je analýza implementace harmonizované FMEA u vybraných firem prostřednictvím dotazníkového šetření, následné vyhodnocení získaných dat a vytvoření návrhů, které mají usnadnit proces implementace a odstranit případné bariéry.</p> <p>Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že většina dotazovaných firem používá harmonizovanou verzi FMEA, zejména kvůli požadavkům klíčových zákazníků. Avšak, některé firmy se v procesu implementace setkávají s problémy, např. neochotou zaměstnanců přijmout změnu, špatně nastaveným školením nebo složitostí procesu harmonizace. Tyto problémy lze vyřešit aplikací osmikrokového postupu pro zavádění změn a využitím vhodných softwarových nástrojů, které usnadní proces tvorby FMEA.</p>		

KLÍČOVÁ SLOVA	Automobilový průmysl, FMEA, harmonizovaná FMEA, AIAG, VDA

ANNOTATION

AUTHOR	Ekaterina Petrenko		
FIELD	International Supply Chain Management		
THESIS TITLE	Analysis of implementation of the harmonized version of the FMEA method in the automotive industry		
SUPERVISOR	Ing. et Ing. Martin Folta, Ph.D., EUR ING		
DEPARTMENT	KRVLK – Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2024
NUMBER OF PAGES	72		
NUMBER OF PICTURES	19		
NUMBER OF TABLES	5		
NUMBER OF APPENDICES	1		
SUMMARY	The diploma thesis examines the implementation of the harmonized version of the FMEA method in the automotive industry. The aim of the thesis is to describe the FMEA methodology and compare the original version with the harmonized version. Another aim is the analysis of implementation of harmonized FMEA in selected companies through a questionnaire		

	<p>survey, subsequent evaluation of the obtained data and the creation of proposals to facilitate the implementation process and remove potential barriers.</p> <p>The results of the questionnaire survey show that most of the interviewed companies use a harmonized version of FMEA, mainly due to the requirements of the key customers. However, some companies encounter problems in the implementation process, such as reluctance of employees to accept the change, poorly set training or complexity of the harmonized process. These problems can be solved by applying an eight-step process for implementing changes and using appropriate software tools to simplify the FMEA process.</p>
<p>KEY WORDS</p>	<p>Automotive industry, FMEA, harmonized FMEA, AIAG, VDA</p>