

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2025

Radovan Šmajda

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Katedra systémového inženýrství a informatiky

Systemy řízení kvality elektrotechnického podniku

Diplomová práce

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Radovan Šmajda**
Osobní číslo: **E23170**
Studijní program: **N0688A140007 Informatika a systémové inženýrství**
Specializace: **Informační a bezpečnostní systémy**
Téma práce: **Systémy řízení kvality elektrotechnického podniku**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je charakterizovat současné systémy řízení kvality ve specifickém prostředí elektrotechnického podniku. Práce se zaměří na hodnocení kvality a bezpečnosti produktu s využitím systémových a technických nástrojů, včetně návrhu systému nápravných opatření.

Osnova:

- Základní pojmy související se zpracovávanou problematikou.
- Hodnocení kvality a bezpečnosti produktu.
- Návrh nápravných opatření.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

FILIP, Ludvík, *Efektivní řízení kvality*, Pointa, 2019, ISBN 978-80-907-5308-2.
LÖFFER, Vladimír, ŠTĚTINOVÁ, Barbora, BERNAT, Lukáš, *Big data a umělá inteligence pro manažery*, nakladatelství Vladimír Löffler, 2021, ISBN 978-80-908226-3-4.
MITRA, Amitava, *Fundamentals of Quality Control and Improvement – 4th ed*, John Wiley & Sons, Inc., 2016, ISBN 978-1-118-70514-8.
SAK, Petr, *Úvod do teorie bezpečnosti – Nekonvenční pohledy na minulost, přítomnost a budoucnost lidstva*. Petrklíč, 2018, ISBN 978-80-7229-793-1.
VEBER, Jaromír a kol., *Management inovací*, Management Press, 2016, ISBN 978-80-7261-423-3.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Stanislava Šimonová, Ph.D.**
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **1. září 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2025**

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Jitka Komárková, Ph.D. v.r.
garant studijního programu

V Pardubicích dne 1. září 2024

Prohlašuji:

Tuto práci s názvem Systémy řízení kvality elektrotechnického podniku jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a citovány v textu podle normy ČSN ISO 690.

V Sezemích dne 8. 3. 2025

Bc. Radovan Šmajda, v. r.

Poděkování

Děkuji paní doc. Ing. Stanislavě Šimonové, Ph.D., za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracovávání diplomové práce. Zvláštní poděkování patří mé rodině za podporu v průběhu studia na Univerzitě Pardubice.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá systémy řízení kvality elektrotechnického podniku, které jsou v dnešní době stále více žádoucí pro zajištění kvality a bezpečnosti elektrotechnických produktů. Cílem práce je charakterizovat současné systémy řízení kvality ve specifickém prostředí elektrotechnického podniku. Práce se zaměří na hodnocení kvality a bezpečnosti produktu s využitím systémových a technických nástrojů, včetně návrhu systému nápravných opatření.

KLÍČOVÁ SLOVA

System, kvalita, elektrotechnika, bezpečnost, produkt, nápravná opatření

ANNOTATION

This diploma thesis deals with quality management systems of an electrical engineering company, which are increasingly desirable today for ensuring the quality and safety of electrical products. The aim of the thesis is to characterize current quality management systems in the specific environment of an electrical engineering company. The work will focus on the evaluation of product quality and safety using system and technical tools, including the design of a system of corrective measures.

KEYWORDS

System, quality, electrical, safety, product, corrective actions

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	11
ÚVOD.....	12
1 SPECIFIKA ELEKTROTECHNICKÉHO PRŮMYSLU	14
1.1 Management inovací	14
1.2 Inovační strategie	15
2. BEZPEČNOST PRODUKTU.....	18
2.1 Bezpečnostní inženýrství	19
2.2 Právní úpravy formující elektrotechnický průmysl.....	20
3 KVALITA PRODUKTU	25
3.1 Historie základů kontroly a zlepšování kvality	25
3.2 Výkonnost průmyslových podniků a efektivní řízení kvality	26
4 NÁSTROJE KVALITY	31
4.1 FMEA	31
4.2 Kontrolní plán	33
4.3 PPAP	33
5 SYSTÉMY K VERIFIKACI KVALITY A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ.....	35
5.1 Systém verifikace klimatické odolnosti produktů	36
5.2 Systémy vizuální verifikace produktů.....	37
5.3 Systémy verifikace funkčnosti produktů.....	38
5.4 Systémy verifikace elektrických charakteristik produktů	39
5.5 3D systém měření rozměrů	40
5.6 Systémy měření hlučnosti mechanických dílů	41
5.7 Kamerové kontrolní systémy	44
5.8 Vibrační systémy.....	45
5.9 Systém simulace elektrostatického výboje.....	46
5.10 Systém verifikace elektromagnetické kompatibility	47
5.11 Robotický měřicí systém.....	48
5.12 Aplikace moderních informačních technologií a jejich vliv na systém řízení kvality	50
5.13 Systém managementu bezpečnosti informací	51
5.14 Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů	52
5.15 Podniková informatika	53
5.16 Big data a umělá inteligence	56
5.17 DMS	58
5.18 JIRA	59
5.19 MS Teams	60
6 ŘÍZENÍ NESHODNÉHO VÝROBKU	62
6.1 Klasifikace	62
6.2 Investigace a analýza problémů	63
6.3 Systém řízení nápravných opatření	68
7 VLASTNÍ NÁVRH SYSTÉMU ŘÍZENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ.....	70
ZÁVĚR	74

8	POUŽITÉ ZDROJE	75
8.1	Seznam literatury	75
8.2	Internetové zdroje	76
8.3	Normy, zákony a vyhlášky.....	78

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Seznam obrázků

Obrázek 1: Diagram zkoumaného systému kvality	13
Obrázek 2: Inovační S-křivka	17
Obrázek 3: GE matice	28
Obrázek 4: Klimatická komora	36
Obrázek 5: Zapojení audioanalyzátoru	40
Obrázek 6: Snímač hluku varianta 1	42
Obrázek 7: Snímač hluku varianta 2	43
Obrázek 8: Zařízení optického měření	45
Obrázek 9: Haptic robot	49
Obrázek 10: Prvky infrastruktury podnikového informačního systému	54
Obrázek 11: Šest + 1V	57
Obrázek 12: Absolute Maximum Ratings	66
Obrázek 13: Rybí kost reprezentující příčiny EOS	67
Obrázek 14 Systém kvality elektrotechnického podniku	70
Obrázek 15 Systém řízení neshodného výrobku	71

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vzor FMEA	31
----------------------------	----

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CP – Controll plan

DFMEA – Design Failure Mode and Effect Analysis

EFQM – European Foundation of Quality Management

EMC – Elektromagnetická kompatibilita

ESD – Electrostatic Discharge

FMEA – Failure Mode and Effects Analysis

HW – Hardware

PFMEA – Process Failure Mode Effects Analysis

SFMEA – System Failure Mode Effects Analysis

SW – Software

TQM – Total Quality Management

ÚVOD

Elektrotechnický průmysl je specifický tím, že výrazně ovlivňuje každodenní život lidí, což klade vysoké nároky na kvalitu a bezpečnost produktů. Tyto požadavky vycházejí z různých faktorů, včetně očekávání zákazníků, legislativních předpisů, odborných znalostí a zkušeností z minulosti, které pomáhají předcházet potenciálním problémům. Zavádění nápravných opatření pak tvoří klíčový prvek systému řízení kvality v tomto odvětví.

Práce proto bude postavena na charakteristice současných systémů elektrotechnického průmyslu a inovačních strategiích moderních podniků. Specifické zaměření bude směřováno na zajištění kvality a bezpečnosti produktů.

Část práce bude zaměřena na otázky bezpečnosti a definice prvků bezpečnostních hrozeb v oblasti bezpečnostního inženýrství, bude popsán a vysvětlen pojem kvalita, proces, jakým způsobem se vyvíjela z historického hlediska s následným zaměřením na efektivní řízení kvality. V další části práce budou zkoumány, popsány a definovány systémové nástroje kvality se zaměřením na způsoby řízení neshodných výrobků.

Další část této práce se zaměří na prozkoumání systémových prostředků, které lze využít za účelem verifikace kvality a bezpečnosti produktů v současnosti.

V další části diplomové práce bude hlavním cílem zjistit, jaké technické systémové prostředky a IT systémy lze využít k ověřování kvality a bezpečnosti produktů.

Práce se bude dále zabývat otázkou implementace podnikových systémů, vyhledáním a popisem možných aplikací, které mohou teoreticky přispět ke zlepšení managementu řízení kvality.

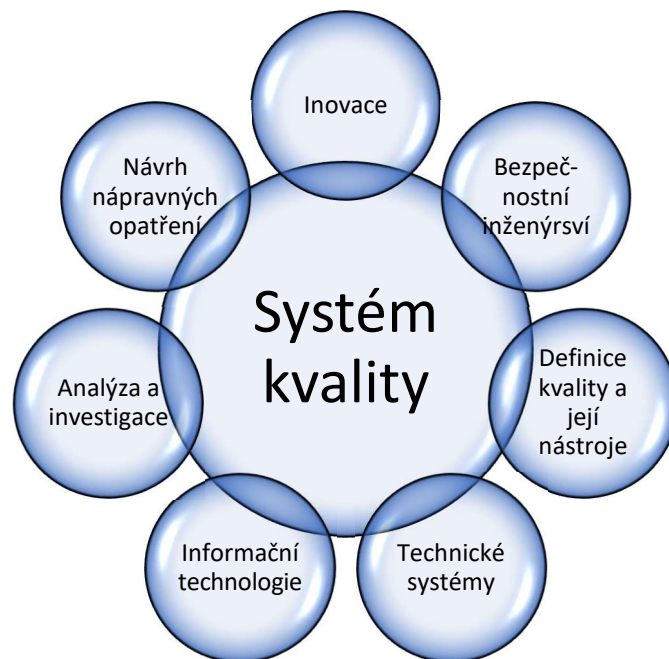
Hlavním cílem diplomové práce je charakterizovat současné systémy řízení kvality ve specifickém prostředí elektrotechnického podniku. Práce se zaměří na hodnocení kvality a bezpečnosti produktu s využitím systémových a technických nástrojů, včetně návrhu systému nápravných opatření. Obsahem práce bude popsat základní fakta o technologiích, požadavcích a systémovém řízení kvality v elektrotechnických podnicích.

Metodika práce bude založena na práci s odbornou literaturou a materiály, doplněna o fyzické zkoumání prostředků s cílem komplexního zachycení teoretických i praktických aspektů.

Důvodem výběru podkladů v této části práce byla tři hlavní kritéria: zaměření na bezpečnost produktů, zaměření na systém řízení kvality produktů a dostatek materiálů pro zpracování diplomové práce.

Hlavní osnovu práce tvoří popis základních pojmů souvisejících se zpracovávanou problematikou, popis systémů hodnocení kvality se zaměřením na bezpečnost produktu a návrh nápravných opatření.

V této práci budou systémy řízení kvality elektrotechnického podniku zkoumány z několika hledisek, která shrnuje diagram zkoumaného systému kvality na Obrázku 1.



Obrázek 1: Diagram zkoumaného systému kvality

Zdroj: Vlastní obrázek, vytvořeno pomocí SmartArt

Z daného diagramu vyplývá, že práce bude zpracovávaná formou zkoumání jednotlivých tematických bloků, které tvoří vlastní pohled na systém řízení kvality v elektrotechnickém podniku.

1 SPECIFIKA ELEKTROTECHNICKÉHO PRŮMYSLU

Téma systémů řízení kvality elektrotechnického průmyslu bylo zvoleno v souvislosti s vlastní dlouholetou praxí v oblasti kvality v elektrotechnickém podniku, který se zabývá vývojem a produkcí elektrotechnických systémů.

Elektrotechnické podniky jsou specifické především vysokým množstvím požadavků jak na samotné fungování podniku, tak na bezpečnost a kvalitu produktu. Za důležitý prvek lze ale považovat způsoby prokazování plnění těchto požadavků a využívání nástrojů k eliminaci případných neshod. Zajímavostí je především různorodost nástrojů a nekončící inovační proces.

V této části diplomové práce je hlavní náplní prozkoumat specifikace elektrotechnického průmyslu a inovačních strategií moderních podniků s ohledem na zákazníka a konkurenci.

Technologie a zařízení v elektrotechnickém průmyslu musí splňovat požadavky Evropských směrnic (ES, EHS), zákona č. 265/2017 Sb., zákona č. 90/2016 Sb., zákona č. 91/2016 Sb. a zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Dále podléhají nařízením vlády ČR (NV), harmonizovaným a technickým výrobným normám, dalším technickým normám a obchodním smlouvám. Tyto předpisy stanovují, že výrobky a technická zařízení musí být provozovány jako bezpečné a spolehlivé, přičemž musí splňovat výrobcem, projektantem nebo konstruktérem předepsané požadavky na bezpečnost, trvanlivost, životnost, spolehlivost a kvalitu.

Specifikem a hlavním rozdílem elektrotechnického průmyslu od jiných průmyslových odvětví je složitost a množství procesů, množství komponentů, opakovaná činnost, při které dochází k propojení HW a SW v jeden či vícero finálních produktů za použití rozsáhlého spektra testovacích metod a zařízení.

Komplexnost elektrotechnických podniků a finálních produktů s sebou přináší tlak na neustálé inovace v procesních a produktových oblastech. Inovace lze vnímat jako vývoj nových produktových řad, nebo jako formu vylepšování kvality, což je i hlavní myšlenkou této části práce.

1.1 Management inovací

Moderní elektrotechnické podniky zaměřují svou strategii na zákazníky a inovace. Primárním prvkem je analýza dat v procesu strategického plánování. V rámci řízení inovací

elektrotechnických podniků lze pozorovat výrazný tlak na vývoj nových produktů a také na vylepšení stávajících produktových řad.

1.2 Inovační strategie

Inovace je považována za jeden z hlavních prvků úspěšného podnikání a zajištění konkurenceschopnosti. Jedná se o neustálý proces hledání cest k vylepšení kvality produktů, což vede ke snížení množství, jak potenciálních, tak reálných reklamací. Konkurence je základem tržní ekonomiky. Do povědomí se nejvíce dostává v případě, kdy se některý obor dostane do přebytku. V takovém případě obvykle dochází ke komparaci poskytovaných produktů, služeb a samotných podnikatelských subjektů. Konkurenceschopnost podniku lze charakterizovat dvěma způsoby: jako odolnost subjektu se stejným zaměřením a jako schopnost prosazení se v oboru.

Důležitým faktorem konkurenceschopnosti subjektu není jen samotné hodnocení v daném okamžiku, ale také schopnost udržení a zlepšování v čase. Příkladem mohou být Porterovy generické strategie, které vnímají konkurenceschopnost v nákladech a prodejních cenách, v rozdílnosti kvality a flexibility nebo v tzv. fokusu, což jsou specifické vlastnosti obvykle vyhledávané úzkým segmentem.

Konkurenční výhody mají často omezenou životnost vzhledem k dynamickému vývoji globálního trhu. Moderní konkurenční prostředí upřednostňuje organizace, které jsou otevřené inovacím, vynikají rychlostí, flexibilitou, kreativitou, racionalitou a intelektem. Historický vývoj konkurence ukazuje posun od cenové konkurence k soutěži založené na kvalitě, k čemuž významně přispěl japonský přístup.

Pokrok přináší změny, které jsou přirozeným jevem. V oblasti průmyslu se jedná o účelové změny, které je potřeba řídit. V oblasti řízení změn se hovoří o komplexním systému řídicích aktivit, jež slouží k vedení jednotlivců, týmů nebo celé organizace, s cílem změnit současný stav na stav požadovaný. Změny se dělí na vnější (reaktivní) a vnitřní (proaktivní). Vnitřní změny díky vlastní iniciativě k příležitostem mívají silnější odezvu v posilování konkurenceschopnosti.

Management změn může být zaměřen na vývoj strategického směřování organizace, produktů, provozních aktivit, řízení aktivit, vztahů s partnery a vztahů se zákazníky. Změny lze rozdělit na změny s malým přínosem, jež jsou obvykle iniciovány řadovými zaměstnanci, nebo změny s velkým přínosem, jež jsou obvykle iniciovány managementem. Velké změny bývají

razantního charakteru v podobě výzkumu, vývoje, projektů či inovací. K realizaci takových změn je potřeba vytvořit profesionální skupiny složené z výzkumníků, projektantů, konstruktérů nebo technologů.

Změny lze dělit z pohledu časového horizontu na:

- Strategické změny – jsou součástí velkých změn s časovým horizontem několika let. Standardně se jedná o změny v produktovém portfoliu, technickém rozvoji, v inovacích, získávání nové klientely, rozšíření investic či ve změnách na vrcholových pozicích.
- Provozní změny – jsou zaměřené na široké spektrum aktivit společnosti. Tyto změny představují činnosti v přípravě produkce, v realizaci produkce, v servisní činnosti, marketingu, obchodu, nákupu a údržbě, dále jsou to změny informačních systémů, kvality až po oblasti bezpečnosti práce či oblast odměn. Častým důvodem těchto změn jsou legislativní změny, závažné poruchy či havárie. Řízením bývá obvykle pověřen střední a nižší management.
- Operativní změny – jsou změnami menšího charakteru, přičemž se jedná o okamžitou reakci na vzniklý problém. Ačkoli se jedná o menší změny, tak jejich dopad může být rozsáhlý. Řízení takových aktivit bývá přiřazeno nižšímu managementu, případně řadovým zaměstnancům.

Kvalitativní inovace jsou klíčovým faktorem ekonomického růstu. Hlavní roli v jejich realizaci hraje podnikatelské prostředí jako prvek podporující kvalitativní změny. Inovace se nejčastěji projevují ve formě nových produktů, technologií, trhů a změn organizačních struktur.

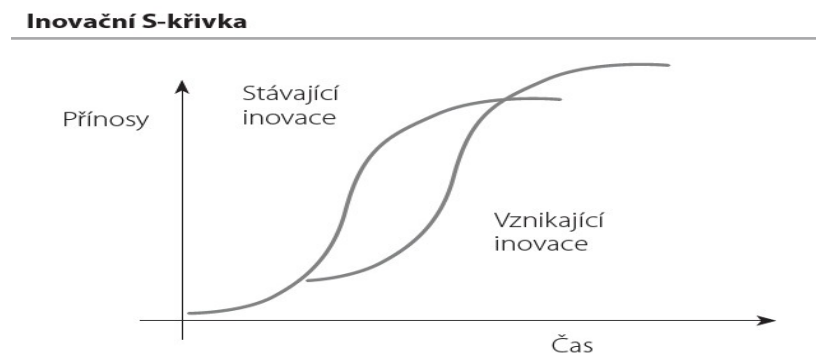
Úspěšné organizace průběžně analyzují zdroje, jako jsou úspěchy vlastního charakteru, ale i konkurence, odchylky v procesech, potřeby procesů, změny v podnikatelském prostředí, demografické změny, změny ve vnímání a nové poznatky. Dalším prvkem úspěšnosti je pravidelný monitoring, zaměření na vlastní inovace a zaměření na postavení v dané oblasti.

Dle Oslo manuálu, který vznikl v rámci OECD, lze inovace rozdělit do čtyř kategorií: produktové, procesní, marketingové a organizační.¹

Závěrem této části práce je třeba zdůraznit význam proaktivního přístupu k inovacím a zákaznickým strategiím, které jsou klíčové pro úspěch firem v dnešním, rychle se měnícím

¹ VEBER, Jaromír a kol., *Management inovací*, Management Press, 2016, ISBN 978-80-7261-423-3.

obchodním prostředí. Firmy by měly investovat do vývoje, databázových systémů a technologií, což zobrazuje inovační S-křivka na Obrázku 2.



Obrázek 2: Inovační S-křivka

Zdroj: VEBER, Jaromír a kol., Management inovací

Z daného obrázku vyplývá, že již ve fázi růstu stávajících inovací nastává v poměrně krátkém čase interval nových inovací, které budou mít vyšší přínos. Lze konstatovat, že podniky především technického charakteru by měly zavádět nebo mít zavedená inovační pravidla a to především z konkurenčních důvodů. Inovovat kvalitu produktů lze i za pomoci využití bezpečnostního inženýrství a potažmo vylepšením bezpečnosti produktů a produkčních procesů.

2. BEZPEČNOST PRODUKTU

Jak bylo zmíněno v předcházející části práce, jednou z oblastí inovací v rámci bezpečnosti a zajištění kvality elektrotechnických produktů může být bezpečnostní inženýrství. Proto hlavní náplní další kapitoly bude prozkoumat dostupné zdroje, zodpovědět otázku bezpečnosti a definovat jednotlivé prvky bezpečnostních hrozeb.

Bezpečnostní inženýrství lze chápat jako odbornou vědní disciplínu, jejímž cílem je identifikace nebezpečí, zdrojů rizika, odhalení míst, jevů a stavů, které mohou potenciálně způsobit ztrátu. Dále se zaměřuje na stanovení odhadu pravděpodobnosti ztrát, frekvence jejich výskytu a možných následků.

Bezpečnostní věda se zabývá metodologií bezpečnosti, kterou lze popsat jako stav eliminace hrozeb pro objekt. Objektem může být jak člověk, tak případně systém.

Bezpečnost lze dělit na statickou a dynamickou. Statická bezpečnost je založená na principu výchylek od stavu harmonie. To znamená, že čím větší je vychýlení, tím větší je ohrožení. V rámci dynamické bezpečnosti se rizika rozšiřují o vývojové prvky entit. Je nutné brát v úvahu také vývoj a evoluci jako jedno z největších bezpečnostních rizik pro entity, které dělíme následujícím způsobem:

- a) Fyzické – hmotně energetického charakteru.
- b) Biologické – živá příroda, flóra a fauna.
- c) Sociální entity zvířecí říše – entity tvořené více jedinci jednoho druhu a jejich činností.
- d) Sociální entity prvního řádu tvořené lidmi – rod, obec, společnost, sociální skupiny.
- e) Sociální entity druhého řádu – vznikající činností prvního řádu, např. sociální infrastruktura měst, států apod.
- f) Mediální – vznikající stimulem z přirozeného světa, ale vytvářené činností médií.
- g) Virtuální entita – jedinec přirozeného světa se stává tvůrcem, čímž vytváří novou dimenzi skutečnosti, která vzniká a funguje v kyberprostoru za použití informačních a komunikačních technologií.²

Bezpečnostní vědy lze rozdělit na několik odvětví dle zaměření, patří k nim vojenská bezpečnost, ekonomická bezpečnost či sociální bezpečnost.

² SAK, Petr, *Úvod do teorie bezpečnosti – Nekonenční pohledy na minulost, přítomnost a budoucnost lidstva*. Petrklíč, 2018, 48 s., ISBN 978-80-7229-793-1.

Z pohledu elektrotechnických podniků a jejich produktů je zásadní energetická bezpečnost. Nástupem průmyslu byl kladen důraz na energii spojovanou s párou a uhlím jakožto hlavním stimulem. V následném historickém vývoji došlo k přechodu na elektrickou energii, která je jedním z hlavních současných stimulů. Čím více je elektřina nepostradatelným stimulem, tím více je lidstvo zranitelnější při jejím nedostatku nebo případně úplném výpadku. Bez elektřiny nebo v případě poruch elektrotechnických systémů by nefungovalo v podstatě nic.

Další klíčovou skupinu, která je zásadní pro elektrotechnický průmysl, tvoří informační bezpečnost z pohledu kybernetiky a teorií systémů. Informace jsou považovány za sdělení, které snižuje neurčitost příjemce při rozhodování. Tyto informace podléhají specifickým hrozbám, jako jsou:

- a) Narušování utváření informací, přerušení, narušení toku informací, případná diskreditace.
- b) Nerelevantní informace.
- c) Nahrazení relevantních informací informacemi zájmu sledovatele.
- d) Utajování informací či případné nelegální získávání informací.³

Třetí zásadní skupinu tvoří kybernetická bezpečnost. V době digitalizace společnosti nastal nový fenomén přesahující hrozby informační bezpečnosti na rozšíření o kybernetickou bezpečnost. Zásadním rozdílem oproti informační bezpečnosti je rozšíření o prvky zpracování a novou virtuální realitu kyberprostoru.⁴

Na závěr této kapitoly lze konstatovat, že bezpečnost je vědní disciplína, která se zabývá ohrožením a riziky pro objekty, respektive pro entity, a plněním jejich funkcí. Bezpečnostní věda rozpracovává teorii bezpečnosti analytickou metodou, která spočívá v identifikaci rizik, a vytváří koncepci pro jejich odstranění či alespoň snížení bezpečnostního rizika.

2.1 Bezpečnostní inženýrství

Bezpečnostní inženýrství pracuje s několika základními pojmy, jakými jsou riziko, odhad rizika, porucha zařízení, havárie a katastrofa. Každý z těchto pojmů má svá specifika, která je potřeba zohlednit v rámci analýzy bezpečnosti a zajištění kvality produktů.

³ SAK, Petr, *Úvod do teorie bezpečnosti – Nekonvenční pohledy na minulost, přítomnost a budoucnost lidstva*. Petrklíč, 2018, 71–206 s., ISBN 978-80-7229-793-1.

⁴ SAK, Petr, *Úvod do teorie bezpečnosti – Nekonvenční pohledy na minulost, přítomnost a budoucnost lidstva*. Petrklíč, 2018, 212 s., ISBN 978-80-7229-793-1.

Riziko je definováno jako poměr mezi očekávanou ztrátou a neurčitostí uvažované ztráty. Očekávaná ztráta tedy znamená například ztrátu života, ztrátu majetku nebo poškození zdraví. Pojem neurčitost uvažované ztráty znamená pravděpodobnost výskytu rizika.

Odhad rizika je odborná klasifikace činnosti a zařízení s ohledem na následky, propočet, pravděpodobnost, odhad společenského rizika a stanovování priorit.

Porucha zařízení je událost, která vede k vyřazení zařízení z provozu, kdy takové zařízení nelze již v běžném provozu bezpečně používat. Poruchy kategorizují na částečné, postupné, náhodné, systematické, závažné a nezávažné. Poruchy lze dále dle závažnosti rozdělit na nepodstatné, malé, větší, závažné, kritické a havarijní.

Havárie je definována jako mimořádná, neovladatelná nebo částečně ovladatelná událost, která je časově a prostorově ohraničena a vznikla, nebo hrozí její vznik, v souvislosti s užíváním zařízení, jež představuje potenciální nebezpečí bezprostředního nebo následného ohrožení života, zdraví, životního prostředí, majetku nebo může vést k hospodářským škodám. Havárie vede k poškození nebo zničení přístroje, zařízení či technologického celku.

Katastrofu definujeme jako následek působení přírodních sil a živlů, jako jsou například povodně, zemětřesení, tsunami, vichřice, tornáda, sesuvy půdy, sněhové laviny, sopečné erupce, kamenné laviny, požáry apod. Tyto nenadálé události mohou značně ovlivnit funkčnost zařízení a dalších spojených prvků.⁵

2.2 Právní úpravy formující elektrotechnický průmysl

Následující část práce se zaměřuje na odkazy na zákony, vyhlášky a normy, které formují český elektrotechnický průmysl. Důvodem, proč je nutné se zabývat právní úpravou, normami a specifikacemi v kontextu systému kvality, je především skutečnost, že tyto systémy mají prokazovat, že elektrotechnické podniky a jejich produkty splňují příslušné specifikace. Zároveň lze systémy řízení kvality využít k investigaci kořenových příčin nesrovnalostí a odchylek od specifikací a následnému návrhu nápravných opatření.

⁵ KUDĚLKA, Vladimír, HALUZÍKOVÁ, Tereza, MÁŠOVÁ, Pavla, *Technická bezpečnost výrobků a technických* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/novinka/technicka-bezpecnost-vyrobku-a-technicky-zarizeni-obecna-provozni-bezpecnost-zivotni-i-pracovni-prostredi-a-hygiena-z-hlediska-kriterii-rizik>

Zákon, kterým se mění zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh, a zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 90/2016 Sb., § 39 odst. 2 je zásadní s ohledem na bezpečnostní pravidla, protože zamezuje komplikacím s ohledem na dodržování evropských pravidel a zjednodušuje komunikaci s ohledem na servis a reklamace:

„Výrobce, který není usazen v Evropské unii, je povinen písemným pověřením jmenovat svého zplnomocněného zástupce. Pověření zplnomocněného zástupce obsahuje adresu, na níž jej lze kontaktovat.“⁶

Tento zákon také definuje zajištění tvorby českých technických norem, přičemž za plnění zákonem stanovených úkolů odpovídá úřad, který je národním normalizačním orgánem České republiky podle přímo použitelných předpisů Evropské unie upravujících evropskou normalizaci.

Povinnosti tohoto úřadu vyplývají z vazeb a členství v mezinárodních organizacích. Daný zákon umožnil zřízení agentury pro zajištění tvorby, vydávání a distribuci technických norem.

Důležitým legislativním prvkem je zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. V tomto zákoně je kladen důraz na způsob rozmnožování norem, což je možné pouze se souhlasem odpovědného úřadu následně:

(8) České technické normy nebo jejich části vydané na jakémkoliv nosiči smějí být rozmnožovány a rozšiřovány jen se souhlasem Úřadu.“⁷

Specifikem českého průmyslu jsou české technické normy, známé pod zkratkou ČSN, v minulosti známé také jako Československé státní normy. Norma ČSN OHSAS 18001 se týká bezpečnosti a ochrany zdraví, specifikuje zásady, požadavky a kritéria rizik pro bezpečnost práce. Tato norma se také zaměřuje na ochranné pomůcky, bezpečnost zařízení, bezpečnost revidovaných zařízení, strojů a nástrojů. Zaobírá se určením odpovědných osob za údržbu

⁶ Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh.

⁷ Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

strojů, nástrojů apod., dále upřesňuje vyšetřování příčin vzniku úrazů, periodická školení zaměstnanců či stanovuje opatření vzniku úrazu.⁸

ČSN EN ISO 14001 je norma zaměřená na bezpečnost pracovního a životního prostředí, včetně hygienické a ekologické bezpečnosti. Tato norma stanovuje zásady, požadavky a kritéria pro identifikaci rizik a určení podmínek pro bezpečné pracovní, hygienické a životní prostředí. Bezpečnost pracovního prostředí je zajištěna stanovenými podmínkami pro bezpečnou práci a jejich dodržováním. To znamená, že pracovní prostředí nesmí mít nepřijatelný vliv na pracovníka.⁹

Posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh je specifikováno nařízením vlády č. 118/2016 Sb. Předpoklad shody zařízení je specifikován následně:

„§ 10 Předpoklad shody

(1) Pokud je elektrické zařízení ve shodě s

a) harmonizovanými normami²⁾ nebo jejich částmi, na něž byly zveřejněny odkazy v Úředním věstníku Evropské unie,

b) bezpečnostními ustanoveními mezinárodních norem stanovených Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC), pokud normy podle písmene a) nebyly dosud vytvořeny a zveřejněny a pokud byla tato bezpečnostní ustanovení Evropskou komisí zveřejněna, nebo

c) bezpečnostními ustanoveními českých technických norem, pokud neexistují technické normy podle písmene a) nebo b), má se za to, že je ve shodě se základními technickými požadavky stanovenými v příloze č. 1 k tomuto nařízení, na které se tyto normy nebo jejich části vztahují.“¹⁰

V rámci směrnic Evropského parlamentu byly vydány směrnice týkající se elektrických zařízení jako například Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh. Cílem směrnice je zajištění, aby elektrická zařízení plnila požadavky s ohledem na bezpečnost a zdraví.

V kapitole 2, článku 6 jsou specifikovány povinnosti hospodářských subjektů následně:

⁸ ČSN OHSAS 18001, zásady, požadavky a kritéria rizik pro bezpečnost práce.

⁹ ČSN EN ISO 14001, bezpečnost pracovního a životního prostředí – hygienická i ekologická bezpečnost.

¹⁰ Nařízení vlády č. 118/2016 Sb., Nařízení vlády o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh.

„1. Při uvádění svých elektrických zařízení na trh výrobci zajistí, aby tato zařízení byla navržena a vyrobena v souladu s bezpečnostními zásadami uvedenými v článku 3 a stanovenými v příloze I.

2. Výrobci vypracují technickou dokumentaci uvedenou v příloze III a provedou nebo nechají provést postup posuzování shody uvedený v příloze III.

Byl-li soulad elektrického zařízení s bezpečnostními zásadami uvedenými v článku 3 a stanovenými v příloze I prokázán postupem posuzování shody uvedeným v prvním pododstavci, vypracují výrobci EU prohlášení o shodě a umístí označení CE.

Je-li to vhodné vzhledem k rizikům, která elektrické zařízení představuje, provádějí výrobci za účelem ochrany zdraví a bezpečnosti spotřebitelů zkoušky vzorků elektrických zařízení dodaných na trh a šetření a v případě potřeby vedou knihy stížností, nevyhovujících elektrických zařízení a stažení elektrických zařízení z oběhu a průběžně o těchto kontrolních činnostech informují distributory.“¹¹

Další důležitou směrnicí je Směrnice 2014/34/EU o harmonizaci předpisů pro zařízení a ochranné systémy určené do prostředí s nebezpečím výbuchu. V této směrnici se klade důraz i na výrobky, které jsou v souladu, ale přesto představují z nějakého důvodu určité riziko následně:

„1. Pokud členský stát po provedení hodnocení podle čl. 35 odst. 1 zjistí, že ačkoli je výrobek v souladu s touto směrnicí, představuje riziko pro zdraví nebo bezpečnost osob anebo pro domácí zvířata nebo majetek, musí po příslušném hospodářském subjektu vyžadovat, aby přijal všechna vhodná opatření k zajištění toho, aby dotčený výrobek, pokud byl uveden na trh, dále nepředstavoval toto riziko, nebo aby jej stáhnul z trhu nebo z oběhu ve lhůtě, kterou může členský stát stanovit a která je přiměřená povaze rizika.

2. Hospodářský subjekt zajistí, aby byla přijata nápravná opatření ohledně všech dotčených výrobků, které dodal na trh v celé Unii.“¹²

Další klíčovou součástí bezpečnosti produktů nejsou pouze legislativní předpisy, normy nebo specifikace výrobce, ale také požadavky zákazníka. Příkladem je elektronika dodávaná

¹¹ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014, o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh (přepřacované znění) Text s významem pro EHP.

¹² Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/34/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se zařízení a ochranných systémů určených k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu (přepřacované znění) Text s významem pro EHP.

do automobilového průmyslu, kde součástí technologických a kontrolních postupů kvality bývají specifikovány zákazníkem. Tyto požadavky jsou řízeny systémem kvality. Jedním z nejdůležitějších dokumentů v tomto kontextu je IATF – International Automotive Task Force.

Například dokument IATF 16949:2016 definuje veškeré požadavky specifikované zákazníkem, tj. technické, obchodní, požadavky týkající se produktu a výrobního procesu, všeobecné obchodní podmínky a specifické požadavky zákazníka.

Je-li auditovanou organizací výrobce automobilů pobočka výrobce automobilů nebo organizace se společnou majetkovou účastí, specifikuje zákazníka tento výrobce automobilů, jeho pobočka nebo organizace joint venture. V další části IATF dokumentu je definován zákaznický požadavek na bezpečnost produktu, který uvádí, že organizace musí mít dokumentované procesy pro management produktů a výrobních procesů souvisejících s bezpečností produktů; tyto procesy musí, přichází-li to v úvahu, mimo jiné zahrnovat vysvětlení přezkoumání zvláštního schválení bezpečnostních požadavků nebo dokumentů. Jde o to, že taková organizace musí mít dokumentovaný proces (procesy) pro ověření, zda jsou interní auditoři kompetentní, s přihlédnutím ke všem požadavkům organizace a specifickým požadavkům zákazníka. Další návod týkající se kompetencí auditorů je uveden v ISO 19011. Organizace musí udržovat seznam kvalifikovaných interních auditorů.¹³

Z dané kapitoly vyplývá, že bezpečnostní inženýrství má zásadní vliv na kvalitu a bezpečnost produktů. Jedná se o specifickou vědu, která zkoumá několik různých rizikových aspektů s využitím prvků, jako je legislativa, normy, specifikace a požadavky zákazníka. Dané prvky tvoří vstupní požadavky vedoucí k odhadu rizik, eliminaci rizik a poruch zařízení, které mohou zásadním způsobem ovlivnit kvalitu produktů.

¹³ IATF 16949:2016 – Závazné interpretace.

3 KVALITA PRODUKTU

V této části diplomové práce je hlavní náplní zjistit a popsat, co je to kvalita, jakým způsobem se vyvíjela z historického hlediska a jaké systémové prostředky lze využít za účelem verifikace kvality a bezpečnosti produktů v současnosti.

Kvalitativní část práce je zaměřena na základní přístupy moderních metod kontroly a následného zlepšování kvality, které se využívají v oblasti průmyslu a služeb. Elektrotechnický průmysl je především závislý na kompetencích svých zaměstnanců, kteří musí rozumět statistické kontrole kvality a případně implementovat zlepšení kvality. Kvalita byla původně obecným pojmem, pod nímž si lze představit formu bezpečnosti produktu nebo spokojenosti zákazníka. Teprve použití přesného měření a statistických metod přináší moderní koncept sofistikovaného a exaktního popisu kvality.

3.1 Historie základů kontroly a zlepšování kvality

Základy hodnocení kvality přinesl technický pokrok začátkem dvacátého století, kdy nastala koncepce hromadné výroby, která byla založená na principu specializované práce. Při této činnosti byl operátor výroby odpovědný pouze za část produktu, nikoli za celek. Za kvalitu produktu odpovídal primárně vedoucí výroby, případně jiný člen odpovědný za kontrolní činnost. Potřeba specialistů vznikla v důsledku navýšení produkce a operátorů ve výrobním procesu a nebylo možné hlídat jednotlivé operace. Za tímto účelem firmy zavedly pozice inspektorů kvality. Následně byly danými inspektory vytvořeny normy k porovnávání kvality.

V případě nesrovnalostí mezi produktem a normou byl takový produkt vyčleněn k přepracování, pokud to podmínky umožňovaly, jinak muselo dojít k jeho případné likvidaci. Přepracování nebo případná likvidace produktu měly vliv i na ekonomickou stránku podniku, a proto začaly vznikat základy statistických aspektů kontroly kvality. První zásadní pokrok nastal v roce 1924, kdy Walter A. Shewhart z Bell Telephone Laboratories navrhl použití statistických grafů ke kontrole variability produktu. Ty jsou známy pod pojmem regulační diagramy. Za druhým zásadním krokem opětovně stála společnost Bell Telephone Laboratories, kdy H. F. Dodge a H. G. Roming přišli s principem akceptačních plánů k odběru vzorků. Tyto vzorkovací plány měly za úkol nahradit kontrolu všech dílů formou odběru vzorků.

Rozvinutí této metody přinesla druhá světová válka, jelikož 100% kontrola byla neproveditelná. Zajímavostí je, že Japonsko, které utrpělo druhou světovou válkou rozsáhlé škody, přijalo americkou filozofii statistické kontroly kvality a velice rychle pochopilo konkurenční výhody této metody. V této oblasti zavedlo rozsáhlý program školení a vzdělávání.

Další zásadní milník nastal v 60. letech, kdy byl zaveden koncept nulových vad pro kritické produkty a sestavy, jako byly například střely a rakety používané ve vesmírném programu řízeném Národním úřadem pro letectví a vesmír (NASA). I v tomto případě Japonsko velmi úspěšně kopírovalo tento systém kvality a časem ho navíc rozšířilo o grafické diagramy příčin a následků. Jedním z těchto diagramů je známý Ishikawův diagram, také nazývaný rybí kost. Tento diagram pomáhá identifikovat možné důvody, proč se proces vymkne kontrole, a následné dopady. Tohoto konceptu se nejdříve ujaly velké průmyslové podniky, jako Ford Motor Company a General Motors Corporation, které vyvinuly tlak na své dodavatelské společnosti.

Vzhledem k vysoké efektivitě a globalizaci vytvořila Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) soubor norem známých jako ISO 9000:9004.¹⁴

3.2 Výkonnost průmyslových podniků a efektivní řízení kvality

Tato část diplomové práce je zaměřena na kvalitu jako na systémový nástroj řízení spokojenosti zákazníků. Právě spokojenost zákazníků je kritickým faktorem pro monitorování a reagování na jejich potřeby, což může posílit pozici elektrotechnického podniku na trhu. V současném dynamickém elektrotechnickém prostředí je kvalita produktů a služeb klíčovým faktorem pro úspěch a konkurenceschopnost průmyslových podniků. Dále se tato část práce zaměřuje na problematiku hodnocení kvality a výkonnosti podniků, přičemž je kladen důraz na význam sledování spokojenosti zákazníků a implementaci systémů řízení kvality.

V rámci výzkumu systému řízení kvality bylo zjištěno, že podniky, které implementují sofistikované systémy řízení kvality, jako jsou European Foundation for Quality Management, ve zkratce EFQM Excellence, nebo systém Total Quality Management, který je známý pod zkratkou TQM, dosahují lepších výsledků v oblasti zákaznické spokojenosti a celkové výkonnosti.

¹⁴ MITRA, Amitava, *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, 4th ed, John Wiley & Sons, Inc., 2016, 29-33 s., ISBN 978-1-118-70514-8.

Tyto systémy umožňují podnikům lépe monitorovat a vyhodnocovat kvalitu svých produktů a služeb, což vede k efektivnějšímu řízení a zlepšení konkurenceschopnosti.

Dalším významným faktorem, který byl v rámci výzkumu zkoumán, je vliv členství České republiky v Evropské unii a možnost čerpání evropských dotací na konkurenceschopnost podniků. Zatímco vysoce konkurenceschopné podniky nepozorovaly zásadní vliv členství na své procesy, méně úspěšné podniky považují možnost čerpání dotací za klíčový prvek pro zlepšení své konkurenceschopnosti.¹⁵

Závěrem této kapitoly lze konstatovat, že kvalita a výkonnost průmyslových podniků jsou úzce propojeny s úrovní zákaznické spokojenosti a implementací efektivních systémů řízení kvality. Podniky, které se aktivně věnují sledování a zlepšování kvality, mají větší šanci na úspěch v konkurenčním prostředí.

Vzhledem k dynamice trhu a měnícím se potřebám zákazníků je pro podniky nezbytné neustále inovovat a přizpůsobovat své strategie.

Efektivní řízení kvality je známkou úspěšné firmy, která by měla být postavena na třech pilířích, jakými jsou: správné řízení organizace, kvalifikovaný personál, konkurenceschopný výrobek.

Produkce správného produktu, tedy vlastního know-how, jako základního pilíře, je klíčovým faktorem. V tomto ohledu je však zásadnější dovednost v oblasti prodeje. V situaci, kdy produkt vysoké kvality nenajde zájem na trhu, ztrácí pro danou organizaci smysl, což bývá spojeno s nemalými finančními ztrátami na vývoj.

Druhým pilířem je kvalifikovaný personál. V tomto ohledu platí skutečnost, že organizace mají potenciál rozvoje postavený na odborných znalostech svých pracovníků. Tento faktor bývá ovlivněn aktuální ekonomickou situací.

V případě recese jsou podniky nucené propustit část svých zaměstnanců, se kterými odejde velká část znalostí, které mohou naopak chybět v případě ekonomického růstu. V tomto ohledu následuje běžná praxe, která spočívá v hledání zahraničních zaměstnanců, nebo v lepší variantě nastává spolupráce se středními a vysokými školami.

Třetím pilířem je správné řízení organizace. To znamená, že by měla být jednoznačně stanovena organizační struktura, odpovědnost a pravomoci, včetně zastupitelnosti. Tento pilíř bývá

¹⁵ SEDLÁČEK, Milan, SUVHÁNEK Petr, ŠPALEK Jiří, *Kvalita a výkonnost průmyslových podniků*. Masaryková univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-8174-1

nejslabším článkem společnosti, jelikož bez odborníků a lídrovského potenciálu lze obtížně v dlouhodobém horizontu dosáhnout úspěšnosti. Důsledkem bývá vysoká fluktuace skrz všechny struktury od operátorů po management.

Každá organizace má svou vizi, což lze chápat jako myšlenku či nápad nebo formu prohlášení o stanoveném cíli. Doporučuje se vizi písemně zadokumentovat, aby se eliminovala různorodost jejích chápání. Vize by měla splňovat několik klíčových kritérií: orientaci na zákazníka, popis vnímání organizace ze strany zainteresovaných stran, uskutečnitelnost, jednoznačnost (což znamená, že by měla umožňovat jediný výklad), flexibilitu v reakci na trh a srozumitelnost, čímž se zamezí různým výkladům.

Strategickým řízením se obvykle myslí dlouhodobé plánování. Jedná se o nástroj přenášející požadavky vlastníka organizace na management. U tohoto typu řízení je vyžadována znalost organizace, vnitřní funkce a znalost externích aspektů.¹⁶

Jeden ze způsobů hodnocení strategie organizace je zobrazen na Obrázku 3, přičemž jedním z příkladů může být GE matice, známá také jako McKinsey matice.

		Konkurenční pozice / síla podniku		
		Vysoká	Střední	Slabá
Atraktivita odvětví / přitažlivost trhu	Vysoká	1	2	3
	Střední	4	5	6
	Nízká	7	8	9

Obrázek 3: GE matice

Zdroj: FILIP, Ludvík, Efektivní řízení kvality

Z dané matice vyplývá, že se jedná o nástroj, který pomáhá firmám rozhodovat o alokaci zdrojů, identifikaci růstových příležitostí a o případném odprodeji některých strategických obchodních jednotek.

Cíle se obvykle stanovují dle časového intervalu na: dlouhodobé s přesahem pěti let, střednědobé v rozsahu jednoho až pěti let, krátkodobé v rozsahu do jednoho roku a operativní, které mají charakter okamžité reakce na aktuální stav. V každém z těchto časových intervalů

¹⁶ FILIP, Ludvík, *Efektivní řízení kvality*, Pointa, 2019, ISBN 978-80-907-5308-2.

platí pravidlo, že cíle by měly být zaměřeny na rozvoj organizace ve stanovené vizi. V případě stanovení cílů se doporučuje dodržovat zásady SMART(I).

Jedná se o složení počátečních písmen slov S – Specific, tzn. jednoznačné určení cílů, M – Measurable, tzn. stanovení metriky k vyhodnocení, A – Achievable/Acceptable, tzn. dosažitelnost a přijatelnost, R – Realistic/Relevant, tzn. reálnost a relevantnost, T – Time Specific/Trackable, tzn. časovou specifikaci a možnost sledovatelnosti, I – Individual, tzn. individuální přístup stanoveného odpovědného pracovníka.

Pro pochopení efektivního řízení kvality je nutné si uvědomit následky spojené s nekvalitním produktem. Obecně jsou náklady na kvalitu vnímány jako náklady, které firma vynakládá na jednotlivé procesy a útvary. Méně sledovaným faktorem je zjišťování nákladů formou analýzy rizik. Efektivního výsledku lze dosáhnout implementací systému managementu kvality, jako je například standard ISO 9001:2015. Základním principem tohoto standardu je sedm zásad managementu kvality: zaměření na zákazníka, vedení, angažovanost lidí, zlepšování, rozhodování na základě faktů a management vztahů.

Další efektivní metodou postupného a trvalého zlepšování kvality je metoda PDCA. Tato metoda je založena na čtyřech následných krocích:

- a) P (Plan), tj. naplánování zamýšleného zlepšení. Zde je potřeba popsat a pochopit stanovený cíl, popsat všechny příčiny, naplánovat přínosy a postup dílčích činností.
- b) D (Do), tzn. realizace plánu. V tomto případě je potřeba provést plánovanou činnost a monitorovat průběh činností.
- c) C (Check) je krok vedoucí k ověření realizace proti původnímu plánu, prověření přínosů a rozporů.
- d) A (Act) je krok vedoucí k úpravám na základě zjištění a trvalé realizaci zlepšení. V tomto případě je potřeba poučení se z nezdaru, pojištění přínosu, tj. předejít odchýlení od plánu. Zde je důležitý lidský faktor, kdy je potřeba poděkovat zúčastněným a pokračovat do dalšího kola.¹⁷

Na základě prostudovaných informací lze shrnout, že strategie zlepšování a plánování je klíčovým prvkem systému řízení kvality. Organizace by měly mít jasně definované cíle a strategie, které jsou v souladu s jejich vizemi. Stanovení cílů by mělo být prováděno podle principu SMART, tj. specifické, měřitelné, dosažitelné, relevantní, časově vymezené.

¹⁷ FILIP, Ludvík, *Efektivní řízení kvality*, Pointa, 2019, ISBN 978-80-907-5308-2.

Jedná se o způsob, kterým mohou elektrotechnické organizace efektivně sledovat svůj progres a provádět potřebné úpravy pro dosažení úspěchu za využití nástrojů kvality.

4 NÁSTROJE KVALITY

V praxi je pozorován rostoucí tlak na implementaci kvalitativních nástrojů, které umožňují zpracovávat kvalitativní analýzy a zároveň slouží jako adaptabilní databáze znalostí, v níž lze snadno přepočítat potenciální rizika.

Nástroje kvality jsou tedy vnímány jako prostředky, které v elektrotechnické produkci umožňují identifikovat potenciální problémy již ve fázi vývoje produktu a přípravy procesu. Obecně platí pravidlo, že čím lépe se podchytí potenciální problematika v přípravné části, tím lepší produktové kvality lze dosáhnout. V průběhu velkokapacitní výroby lze sofistikovaná nápravná opatření implementovat s častými obtížemi vzhledem k propočtům výrobního času, tzv. takt time, dodatečné kapacity a nákladům.

4.1 FMEA

K velmi efektivním nástrojům analýzy kvality patří nástroj FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, jak znázorňuje Tabulka 1. Jedná se o analýzu rizik a následků, která byla vyvinuta v NASA, o čemž se psalo v části historického vývoje kontroly kvality. Z tabulky vyplývá, že tímto způsobem si lze připravit přehled zkoumaných prvků, u nichž jsou definovány potenciální vady a následky těchto vad. V dalším zpracování se FMEA zaměřuje na opatření a jejich efektivitu.

Tabulka 1: Vzor FMEA

Prvek ----- Funkce	Možná vada	Možné následky vady	V ý z n a m	K r i t i č n o s t	Možné Příčiny (mechanismy vady)	V ý s k y t	Stávající opatření pro prevenci	Stávající řízení procesu	O d h a l i t e l i n o s t	R P N	Dopo- ručená opatření	Odpovědnost ----- Termín	Provedená opatření	V ý z n a m	V ý s k y t	O d h a l i t e l i n o s t	R P N
--------------------------	---------------	---------------------------	----------------------------	--	--	----------------------------	--	--------------------------------	--	-------------	-----------------------------	--------------------------------	-----------------------	----------------------------	----------------------------	--	-------------

Zdroj: CHALOUPKA, Jiří, FMEA

Tento způsob převzaly především automobilový a následně elektrotechnický průmysl v Americe, Japonsku a následovala ISO standardizace.

S využitím tohoto nástroje se lze setkat i v jiných oblastech průmyslu. Princip spočívá v identifikaci a klasifikaci rizik. Na základě klasifikace se navrhuje opatření vedoucí ke snížení potenciálního rizika. FMEA se tvoří ve skupině odborníků s potřebným vzděláním a znalostmi.

V současné době existují tři hlavní oblasti FMEA zkoumání: design FMEA, proces FMEA a systém FMEA.¹⁸

4.1.1 Systémová FMEA

SFMEA je nástrojem kvality, který se používá k analýze shluků subsystémů se zaměřením na systémové nedostatky, jako jsou integrace, interakce, rozhraní mezi subsystémy, interakce s bezpečnostním rozhraním a interakce s uživatelem, který do dané problematiky vstupuje.¹⁹

4.1.2 Designová FMEA

DFMEA, známá také jako design FMEA, je zkratka pro Design Failure Mode Effect Analysis a používá se jako logický nástroj pro identifikaci potenciálních poruch v návrzích produktů v průběhu jejich vývoje. První známé využití bylo k prevenci selhání raket, ale brzy byla PFMEA převzata do průmyslových odvětví pro identifikaci rizik a přijetí protipatření pro eliminaci selhání.

DFMEA identifikuje základní příčiny a potenciální mechanismy selhání s ohledem na vývojové prvky daného produktu. Čím vyšší je číslo priority rizika, tím více opatření je potřeba k jeho zamezení nebo minimalizaci příčin poruchového režimu. Všechny tyto informace jsou sestaveny na matici DFMEA, která poskytuje strukturu pro sestavení, dokumentaci a prezentaci informací souvisejících s technickými specifikacemi, případně daty revizí. DFMEA nemusí spoléhat na procesní kontroly k překonání případných chyb návrhu.²⁰

4.1.3 Procesní FMEA

Procesní FMEA se zabývá účinky deficitních procesů. Pro ujasnění je potřeba rozlišovat mezi pojmy, jelikož PFMEA se zaměřuje na účinky nedostatků produktů. PFMEA je odhad dopadu selhání procesu. Tímto nežádoucím výsledkem procesu může být komponenta, případně součást, která nespĺňuje specifikace. Jedná se však o úzce propojené hodnocení rizik.²¹

¹⁸ CHALOUPKA, Jiří, *FMEA*, [online]. [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea>

¹⁹ QUALITY TRAINING, *A Resource Engineering Company, Types of FMEAs*, [online]. © 2023 [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <https://qualitytrainingportal.com/resources/fmea-resource-center/fmea-types/>

²⁰ TWI, *FMEA vs. DFMEA*, [online]. © 2022 [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/fmea-vs-dfmea#DFMEA>

²¹ JOHNER, Institute, *Process FMEA*, [online]. © 2019 [cit. 2023-10-16]. Dostupné z: <https://www.johner-institute.com/articles/risk-management-iso-14971/and-more/process-fmea-pfmea-how-to-systematically-identify-process-risks/>

4.2 Kontrolní plán

Kontrolní plán je dokumentovaný popis systému, procesů či podkladů požadovaných pro řízení produkce a zajištění kvality produktů. V minulosti byl tento plán známý i jako technologický postup. Podkladem je postupový diagram realizace produktu, který obsahuje výrobní a kontrolní operace. Další vstupy tvoří individuální požadavky zákazníka a výstupy z FMEA hodnocení rizik v designu procesu, případně systému.²²

4.3 PPAP

Vzhledem k tomu, že elektrotechnický průmysl se často váže i na automobilový průmysl, musí plnit požadavky zákazníka, což v tomto případě znamená, že pokud elektrotechnický podnik dodává elektronické komponenty automobilce, musí předkládat technické podklady a vzorky ke schválení. Jednou z těchto forem schvalovacího systému je nástroj PPAP.

PPAP je zkratka z anglického slova Production Part Approval Process. Jedná se o proces, který slouží ke schvalování dílů sériové, případně se setkáváme i s názvem masové, produkce.

Schvalování probíhá na základě předložené dokumentace dodané společně s prvním zkušebním kusem. Tato metoda byla původně používána v automobilovém průmyslu, jakožto součást procesu tzv. Advanced Product Quality Planning, což ve volném překladu znamená plánování kvality produktu. Tento systém převzala další odvětví, a proto se s ním lze často setkat i v oblastech, jak pro sériovou produkci, tak i tu nesériovou.

PPAP je souborem dokumentace, která je předkládána zákazníkovi s prvním vzorkem. Na tomto základě následuje uvolnění sériové produkce zákazníkem.

Automobilový průmysl přenesl své požadavky i na své dodavatele, v tomto případě myšleno na dodavatele elektrotechnických dílů.

Jedná se o požadavky typu:

- a) Konstrukční dokumentace – Design Record.
- b) Dokumenty o technických změnách – Engineering Change Documents.
- c) Technické schválení zákazníkem – Customer Engineering Approval.
- d) FMEA návrh – Design FMEA.

²² NENADAL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

- e) Vývojový diagram procesu výroby – Process Flow Diagram.
- f) FMEA proces – Process FMEA.
- g) Kontrolní plán – Control Plan.
- h) Analýza systému měření – Measurement System Analysis Studies.
- i) Rozměrové protokoly – Dimensional Results.
- j) Výsledky zkoušek materiálu – Material, Performance Test Results.
- k) Počáteční studie způsobilosti procesu – Initial Process Studies.
- l) Dokumentace o kvalifikaci laboratoře – Qualified Laboratory Documentation.
- m) Schválení vzhledu – Appearance Approval Report.
- n) Vzorek produktu – Sample Product.
- o) Referenční vzorek – Master Sample.
- p) Seznam kontrolních prostředků – Checking Aids.
- q) Prohlášení o shodě se specifickými požadavky zákazníka – Records of Compliance with Customer-Specific Requirements.
- r) Průvodka předložení dílu – Part Submission Warrant.

V praxi se setkáváme i s jinými požadavky, které může zákazník vyžadovat mimo specifikovaný seznam, a těmi jsou například podklady prokazující způsobilost zaměstnanců formou certifikace, podklady prokazující zdravotní nezávadnost atd.²³

Shrnutím této části lze konstatovat, že PPAP je velice užitečný nástroj v předcházení reklamací a dosažení maximální spokojenosti zákazníka, jelikož si komponenty schvaluje již v přípravné fázi projektu. To však nezbavuje podnik odpovědnosti v oblasti zlepšování kvality, jelikož je potřeba myslet na tržní konkurenci, neustále zkoumat a implementovat nové technické možnosti a potažmo technické systémy, které mohou velice významně ovlivnit kvalitu a bezpečnost elektrotechnických produktů.

²³ DUDEK, Martin, *Proces schvalování dílů k sériové výrobě*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-19]. Dostupné z: <https://kvalita-jednoduse.cz/ppap/>

5 SYSTÉMY K VERIFIKACI KVALITY A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ

Následující část práce se bude zabývat vybranými technickými systémy, které mohou přispět k včasné identifikaci problémů a rychlejšímu zavedení nápravných opatření, čímž lze dosáhnout snížení nákladů na potenciální reklamace, opravy nebo tzv. scrap, což znamená likvidaci vadných jednotek.

Hlavní náplní této části bylo zjistit, jaké technické prostředky a systémy lze využít za účelem verifikace kvality a bezpečnosti produktů.

Nezbytnou součástí systémů kvality v elektrotechnickém průmyslu jsou technické prostředky, které prokazují odolnost produktu, plnění legislativních či zákaznických požadavků.

Za účelem technické kontroly vznikají nezávislé subjekty ve výrobních procesech. Jejich cílem je zmíněná kontrola shody s požadavky. Systém managementu kvality je primárně založen na principech systémové normy ISO 9001 a dalších manuálů kvality. Všechny kontrolní činnosti by měly být zaznamenávány. V případě požadavku zákazníka mohou být prokázány formou záznamu v písemné nebo elektronické podobě.

V technických laboratořích a zkušebnách je systém jakosti postaven na požadavcích EN ISO/IEC 17025. To znamená, že veškerá používaná měřidla by měla být metrologicky navázána na státní etalony, periodicky kontrolována a kalibrována. Cílem je maximalizovat mezinárodně platné metodiky ISO, EN; minimální požadavky jsou nastavené na úrovni ČSN.

Certifikace personálu v oboru nedestruktivních zkoušek je prováděna v souladu s EN 473, ISO 9712 a ISO 11484. Používané zkušební metody jsou periodicky ověřovány, jak interními prostředky a školiteli, tak využitím externích služeb. Laboratoře a zkušebny se účastní od roku 1995 mezinárodních testů shody pro danou metodu, pořádaných pod záštitou Českého institutu pro akreditaci. Na základě dosažených výsledků jsou laboratořím a zkušebnám udělovány certifikáty s mezinárodní platností.²⁴

Technické prostředky často tvoří samostatná kontrolní pracoviště. Příkladem takových pracovišť může být část verifikace klimatické odolnosti, validační testy funkčnosti, kontrola vzhledu produktu dle výkresové dokumentace, 3D měření rozměrů, měření hlučnosti

²⁴ ZPS SLEVÁRNA, *Zajištění kvality laboratoře*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.zps-slevarna.cz/zajisteni-kvality-laboratore>

mechanických dílů, vibrační testy, při kterých se prokazuje odolnost produktu při otřesech, nebo optická měření, která prokážou jednotnost podsvícení displejů či tlačítek s ohledem na specifikace a ochranu zraku koncového uživatele.

5.1 Systém verifikace klimatické odolnosti produktů

Jedním ze současných technických prvků v elektrotechnickém průmyslu je systém verifikace klimatické odolnosti produktů. Primárním nástrojem tohoto systému jsou klimatické komory.

Klimatické komory, Obrázek 4, simulují přímé sluneční světlo, teplo, chlad a vlhkost. Většina předmětů každodenního života podléhá takovým vlivům prostředí. Tyto vlivy mají zásadní dopad na životnost produktů. Vlivem takových klimatických podmínek dochází k vyblednutí barev a urychlení stárnutí materiálů. Pro velkou část výrobků je tak potřeba zajistit zkoušku odolnosti proti světlu, v kombinaci s dalšími vlivy okolního prostředí. Takové přístroje se nacházejí v certifikačních zkušebnách a v laboratořích renomovaných výrobců automobilových dílů, vývojových laboratořích chemického, farmaceutického, kosmetického průmyslu, elektrotechnického průmyslu a mnoha dalších odvětví.



Obrázek 4: Klimatická komora

Zdroj: Vlastní zdroj

Obrázek 4 výše znázorňuje klimatickou komoru a ukazuje, že tento systém lze snadno implementovat díky jednoduchému transportu a ovládání. Na trhu však existují i rozsáhlejší systémy ve formě stacionárních jednotek, které umožňují testování většího množství jednotek, avšak jejich přesun je obtížný nebo zcela nemožný.

Teplotní rozsah klimatických komor je specifický dle typu produktu. Pro představu, teplotní testy produktů mohou být prováděny v rozmezí -70 °C až +150 °C. Je však potřeba u klimatických testů brát v úvahu skutečnost, že při kombinaci regulace teploty a vlhkosti vzduchu se doporučuje provádět testy v rozsahu +10 °C až +90 °C.²⁵

5.2 Systémy vizuální verifikace produktů

Vizuální vady ovlivňují kvalitu finálních produktů. Proto dnešní průmyslové podniky kladou důraz na odhalování takových závad prostřednictvím kontrol za účelem eliminace vadných komponentů.

Vizuální inspekce se rozděluje na dvě skupiny: přímou vizuální kontrolu a nepřímou vizuální kontrolu, tj. s využitím technických prostředků.

Přímá vizuální kontrola obnáší metodu kontroly povrchových částí fyzickou osobou nebo průmyslovým mikroskopem. Existuje zde přímá závislost na školení a osobních zkušenostech osoby provádějící vizuální kontrolu. Výhodou jsou flexibilita a nízké počáteční náklady, protože pro zavádění nových projektů není potřeba implementace nových zařízení a jejich seřizování. Nevýhodou je udržitelnost konstantní kvality kontroly s ohledem na různorodý rozsah osobních zkušeností. Další přímá vizuální kontrola je založena na technických prostředcích, jako jsou například průmyslové mikroskopy, které umí nedestruktivním způsobem odhalit drobné vady rozeznatelné přímou vizuální inspekcí. V kombinaci s kamerami a softwarem pro analýzu obrazu mohou průmyslové mikroskopy provádět detekci vad, analýzu a ověřování.

Nepřímá vizuální kontrola je založena na pomoci boroskopů. Boroskop je optický nástroj, který se implementuje do sledovaných oblastí a jeho primární funkcí je přenos obrazu cílového objektu v reálném čase. Hlavní výhodou takové kontroly spočívá v tom, že umožňuje nedestruktivní pozorování těžko přístupných míst.

Kontrola boroskopem se běžně používá k odhalování vad, jako jsou praskliny nebo jiné defekty odlitků, které se nacházejí uvnitř struktury tlakových litých dílů a podobných materiálů.²⁶

²⁵ KAITRADE, *Komory pro sluneční simulaci*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://kaitrade.cz/produkty/komory-pro-slunecni-simulaci>

²⁶ DOI, Ryojro, *Vizuální kontrola vad dílů: Metody, výzvy a příležitosti* [online]. © 2024 [cit. 2024-09-21]. Dostupné z: <https://www.olympus-ims.com/cs/insight/visual-inspection-of-part-defects-methods-challenges-and-opportunities/>

Tato kapitola se zaměřila na moderní technické metody eliminace vizuálních vad v elektrotechnickém průmyslu, s důrazem na kvalitu produktů a jejich vliv na zákazníka. Rovněž je zohledněna nestabilita přímé fyzické kontroly prováděné operátory.

5.3 Systémy verifikace funkčnosti produktů

Testy funkčnosti produktů lze, podobně jako bylo popsáno v předešlé části práce o vizuálních kontrolách, rozdělit na fyzickou kontrolu prováděnou inspektorem, kde jsou specifika obdobná, a na technické způsoby provádění kontrol. V technických způsobech funkčních testů lze využít moderní systémy pro odhalování závad.

Jedním z prvků systémového testování funkčnosti elektrotechnických produktů je zavedení automatické optické inspekce známé pod zkratkou AOI. Princip funkce AOI funguje tak, že celá produkce prochází automatickou optickou kontrolou s boční 3D kamerou, přičemž se zaznamenané výsledky ukládají do databáze a následně jsou analyzovány. Jak vyrobené dávky, tak i jednotlivé desky lze identifikovat za pomoci čárových nebo 2D kódů. Součástí dané kontroly může být inspekční stanoviště vybavené softwarem pro přímou identifikaci vadných desek plošných spojů. AOI umí detekovat vady jako nepřítomnost součástky, nesprávná součástka na dané pozici, chybná polarita, zkrat, cizí předmět na desce, nezapájený vývod, chybné pájení či rozdílnost výšek.

Dalším systémem, který může sloužit k odhalování funkčních vad, je zavedení ICT testů. Toto testování je založeno na testech kompletně osazených desek plošných spojů, přičemž daný tester ověřuje hodnoty pasivních součástek a jejich tolerance podle specifikací, zkratky a funkčnost. Fyzicky je testovací přípravek postaven na principu kontaktního jehlového pole.

K nejnovějším metodám kontrol patří rentgenový inspekční systém, který se označuje zkratkou X-ray. Kontrola spočívá v rentgenovém záření, které je aplikováno na technicky náročnou výrobu, kdy nelze použít standardní optickou kontrolu. Tento systém lze také použít k ladění teplotních profilů SMT linek za účelem minimalizace tzv. voidů v pájeném spoji, což lze volně přeložit jako bubliny v pájecí pastě nebo prázdná místa.²⁷

²⁷ MIKROELEKTRONIKA, *Kontrola a testování*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-21]. Dostupné z: <https://kaitrade.cz/produkty/komory-pro-slunecni-simulaci>

5.4 Systémy verifikace elektrických charakteristik produktů

Nejrozšířenější způsob měření elektrických charakteristik je koncipován na využití digitálních multimetrů, klešťových multimetrů, zkoušeček proudu, případně zkoušeček napětí. Moderní přístroje díky inovativním technologiím a zjednodušeným aplikacím měří elektrické veličiny, jako je proud, napětí nebo odpor, spolehlivějším a přesnějším způsobem, než tomu bylo v minulosti.

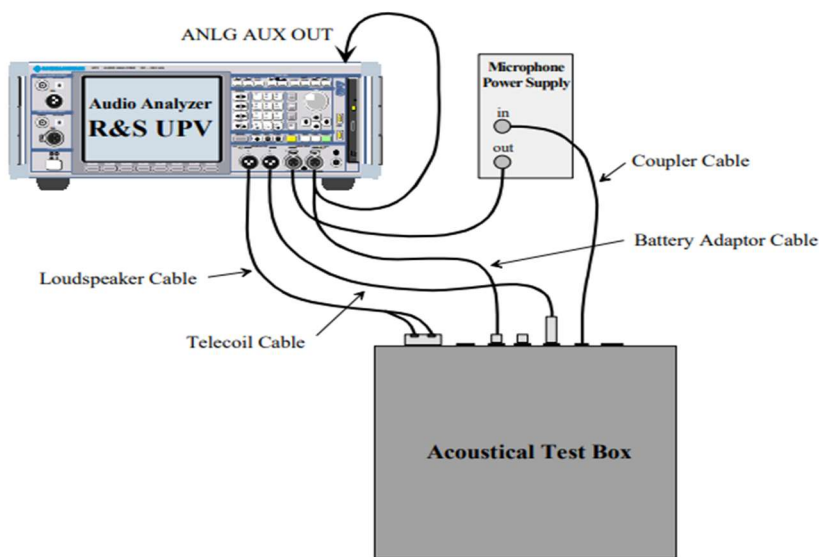
Jedním ze současných systémů prevence a odhalování poruch elektrotechnického zařízení jsou termokamery. Preventivní údržbou lze předejít neplánovaným odstávkám procesů s přidanou hodnotou teoretického potenciálu snížení nákladů, jelikož každá odstávka zařízení generuje určité časové a finanční ztráty. Termokamery fungují na principu včasného odhalení tepelných anomálií v mechanických součástech. To vše probíhá za využití bezkontaktní verifikace v průběhu provozu. Termokamery dokážou pracovat ve vysokém rozlišení s využitím inteligentních asistenčních funkcí a správy naměřených hodnot.²⁸

Mezi moderní systémy lze zařadit audioanalyzátor rozšířený o SW aplikace a možnost propojení s procesními aplikacemi a aplikacemi testovacích laboratoří. Obrázek 5 vizualizuje příklad implementace audioanalyzátoru, ze kterého vyplývá, že současné systémy již nepotřebují velké množství externích komponentů proto, aby byly schopny měřit potřebné hodnoty. Velkou část externích komponentů již přebírá samotný analyzátor. Jediné, bez čeho se nelze obejít, je zdroj napájení. Vhodná je implementace automaticky regulovatelného zdroje pro vyšší ochranu testovaného produktu.

Moderní audioanalyzátor umožňuje měnit sady obecných nastavení, jako například ušního simulátoru, zkušební metody a napětí baterie, které jsou platné pro mnoho testů. Další možností je kontinuální měření proudu, což znamená, že zařízení umožňuje měřit napájecí proud při vstupu analyzátoru. Danou možnost lze vybrat pouze při použití substituční metody. Hodnotu bočnickového rezistoru pro měření proudu lze zadat v kalibračním menu. Měřicí frekvenční rozsah umožňuje zadat frekvenční rozsah, ve kterém je zdroj zvuku kalibrován. Obecně se pohybuje v rozmezí 100 Hz až 10 kHz, což je výchozí hodnota. Počet bodů udává počet tzv. logaritmičticky rozložených frekvencí naměřených pro ekvalizaci zdroje zvuku. Audioanalyzátozem lze měřit saturační hladiny akustického tlaku, harmonické zkreslení, intermodulační zkreslení, dynamické chování, vstupní a výstupní charakteristiky, ekvivalentní

²⁸ TESTO, *Údržba pomocí termokamer od společnosti Testo*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/aplikace/termokamery-pro-udrzbu>

vstupní šum, proud baterie či test řeči. Výstupem je report, který dokáže dané zařízení zpracovat.²⁹



Obrázek 5: Zapojení audioanalyzátoru

Zdroj: RAS, Software for Hearing Aids Tests

Většina elektrotechnických produktů je založená na příjmu určité formy signálu. Pro laboratorní testy není běžně šířený signál zcela dostatečný, vzhledem k různým vlivům, a proto je potřeba nahradit volně šířený signál funkčními generátory.

Využitím funkčních generátorů lze vytvořit určitý periodický průběh signálu. V některých případech je nutné použít digitální zpracování signálu, a to s využitím převodníků, paměti a čítače. V jednodušší variantě měření signálů lze využít základní elektrická zapojení, postavená na principu analogového zpracování signálu. Tyto jednodušší funkční generátory jsou složeny z elektronických obvodů, tj. z funkčního měniče, který umožňuje generovat signály například pilových, trojúhelníkových, pravoúhlých a harmonických kmitů, a také amplitudově a frekvenčně modulované signály. Frekvenční rozsah generovaných periodických signálů signálních generátorů bývá v rozhraní od desetin Hz až po několik desítek MHz.³⁰

5.5 3D systém měření rozměrů

System verifikace rozměrů produktů je klíčovou součástí zajištění kvality a bezpečnosti výrobků. Pro lepší představu lze uvést příklad elektronického dílu jako součásti většího celku.

²⁹ RAS, *Software for Hearing Aids Tests*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: https://www.rohde-schwarz.com/cz/manual/r-s-upv-k7-operating-manual-manuals_78701-28904.html

³⁰ ELEKTRIKA.CZ, *Funkční generátory*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/funkcni-generatory>

Typickým příkladem je elektronika v palubní desce automobilu, například displeje, audio a video komponenty. Produkty, které odpovídají specifikacím, lze bezpečně upevnit bez negativního vlivu na ostatní součásti.

Systém, který může pomoci s verifikací rozměrů, je například systém 3D měření. V rámci systému strojového vidění probíhá sběr dat, přičemž obecně platí, že čím více informací je možné o produktu shromáždit, tím kvalitněji lze provádět rozhodovací analýzu. U jednodušších produktů lze pracovat s 2D technologií, ale složitější produkty si vyžadují znalost třetího rozměru. V takovém případě lze využít laserovou triangulaci. Jedná se o nejrozšířenější způsob měření tří rozměrů. Tento způsob se využívá v průmyslu pomocí bezdotykových kamerových aplikací.

3D systémy mohou být univerzální, jsou stavěné na jednodušší formu měření, nebo 3D systémy na míru, jež si poradí s požadavky na vysokou přesnost a dalšími specifickými požadavky. Další klíčovou charakteristikou 3D systémů je rychlost skenování, která se dělí na dvě úrovně. První úroveň tvoří 3D systémy s vysokou rychlostí skenování. To znamená, že rychlost systému dosahuje obvykle stovky až tisíce skenů za sekundu, ale prezentace výsledků probíhá na zprůměrovaných datech, což vede ke ztrátě detailů měření.

Druhou úrovní skenování 3D systémů jsou systémy s nižšími rychlostmi skenování. To znamená, že rychlost systému se obvykle pohybuje v rozmezí desítek až stovek skenů za sekundu, přičemž každý jednotlivý sken je prezentován s požadovanou přesností. U této formy systémů nedochází k průměrování hodnot. U 3D systémů je třeba myslet i na nároky na jejich výpočetní výkon. Jedná se o problematiku rostoucích nároků, jako je rychlost přenosu dat, kdy je nutné implementovat vhodný kompromis mezi rychlostí skenování a rozlišením senzoru. V těchto případech mohou parametry narážet na současné fyzikální či ekonomické možnosti dostupných technologií.³¹

5.6 Systémy měření hlučnosti mechanických dílů

Tato část práce je zaměřená na systémy měření hluku mechanických zařízení, jelikož jednou z povinností výrobců a dovozců je podle směrnice 2006/42/ES uvádět na trh v ČR a EU pouze bezpečné výrobky. Tato směrnice stanovuje, že výrobce nebo dovozce je povinen informovat uživatele v návodu k použití o hladinách hluku emitovaných strojním zařízením.

³¹ JETTYVISION, *Co vám přinese 3D měření a kontrola kvality v průmyslu*, [online]. © 2020 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://jettyvision.cz/clanky/co-vam-prinese-3d-mereni-a-kontrola-kvality-v-prumyslu/>

Systémy měření hlučnosti primárně ověřují hluk emitovaný strojem v místě obsluhy a v pracovním prostoru určeném pro pohyb obsluhy. Další oblastí měření je na výpočet akustického výkonu stroje. Třetím měřeným parametrem je hluk šířený vzduchem, který je vyzařován spotřebičem v domácnostech. Čtvrtým měřeným aspektem je určování hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí intenzitní sondy, což znamená měření skenováním. Pátou oblast měření tvoří hygienické měření hluku, které slouží k ověření plnění požadavků uvedených v NV č. 272/2011 Sb.

Přesný příklad systému měření hlučnosti lze vidět na Obrázku 6, z něhož vyplývá, že současné systémy bývají navrženy jako model lidského těla. V tomto případě systém simuluje lidskou hlavu, přičemž mikrofony jsou usazeny po stranách v oblasti uší kvůli optimalizaci a přizpůsobení měření reálnému prostředí a skutečným podmínkám. Pro rozsáhlejší měření je vhodnější implementovat tento systém v technických laboratořích a odborných odděleních technického charakteru.



Obrázek 6: Snímač hluku varianta 1

Zdroj: Vlastní zdroj

Pro samotné měření je nutné splnit několik specifických požadavků, například zohlednit velikost okolního prostředí vzhledem ke stroji a ověřit vlastnosti okolních materiálů, jako jsou stěny, strop nebo další objekty v prostoru.

Měření by mělo probíhat v přesně stanovených bodech určených normami. Standardní doba jednotlivých měření v těchto bodech se pohybuje od 10 s až po různě dlouhá měření, která by měla odpovídat pracovnímu cyklu stroje. Některé normy typu C přesně specifikují činnost

stroje při měření hlučnosti, jako je například velikost a typ obráběného materiálu, typ nástroje a jeho otáčky a rychlost posuvu. Měření akustického výkonu pomocí intenzitní sondy vyžaduje méně přísné podmínky na akustické okolí než měření akustického tlaku. To znamená, že takové měření poskytuje informace o směru zdroje hluku a umožňuje přesnější lokalizaci místa zdroje hluku na měřené ploše.

Obrázek 7 znázorňuje alternativní způsob měření, při kterém je třeba provádět měření ve specifických úhlech a bodech daných produktů. Tento způsob měření lze díky jeho menším rozměrům implementovat do produkčních linek a provádět měření přímo během výroby.



Obrázek 7: Snímač hluku varianta 2

Zdroj: Vlastní zdroj

U těchto systémů se lze setkat s problémy, které mají zásadní vliv na výsledky měření. Mezi nejčastější patří nevhodné okolní prostředí, například pokud se velký stroj nachází v malém prostoru, nebo nadměrně hlučné pozadí. Ve většině případů je požadováno, aby hladina hluku pozadí byla alespoň o 3 dB nižší než hlučnost měřeného zařízení, přičemž u některých měření je tento rozdíl ještě větší.

Dalším faktorem ovlivňujícím měření je vzdálenost odrazivých stěn a umístění zdroje hluku. Například u měření pomocí intenzitní sondy je nutné dodržet minimální vzdálenost 1,5 metru mezi zdrojem hluku, tj. měřeným výrobkem, a odrazivou stěnou.³²

³² STROJIRENSKÝ ZKUŠEBNÍ ÚSTAV, *Měření hluku mechanických zařízení*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.szutest.cz/mereni-hluku-a-vibraci>

5.7 Kamerové kontrolní systémy

Kamerové kontrolní systémy, často označované jako optické, jsou nedílnou součástí moderních automatizovaných systémů, v nichž dochází k nahrazování fyzické přítomnosti operátorů výroby plnou robotickou obsluhou.

Pokud je kvalita výrobku vyhodnocována fyzickou osobou, existuje vyšší pravděpodobnost vzniku rozdílů, jelikož je výsledek závislý na subjektivním hodnocení a nikoli na exaktním měření. Kamerový systém za předpokladu správného nastavení limitů je schopen vyhodnotit správně 100 % vyprodukovaných jednotek i po delším časovém intervalu.

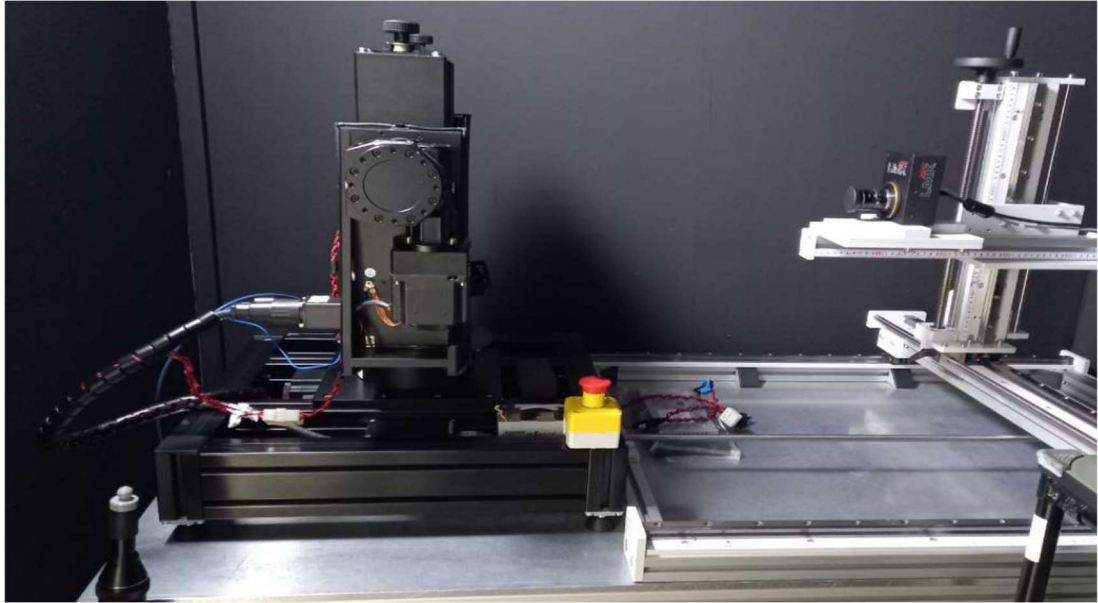
Kamerové systémy zvládají úkoly typu:

- a) kontrola povrchu materiálu, kontrola tvaru a zakřivení,
- b) kontrola kompletnosti výrobků při výrobě, správné pozice a přítomnosti dílů a celkové bezchybnosti montáže,
- c) velmi přesné měření rozměrů, jako jsou výška, šířka, hloubka, průměr či vnitřní rozměry,
- d) kontrola nanesení teplovodivé pasty, lepidla a obdobných materiálů,
- e) kontrola barvy, detekce průhledných vrstev laku na průhledném materiálu,
- f) kontrola popisu, optické rozpoznávání znaků,
- g) čtení čárového nebo QR kódu a jejich sledování ve výrobním procesu,
- h) sběr a vyhodnocení informací pro navádění a řízení robotů,
- i) sledování množství a dávkování vstupního materiálu,
- j) navigování robotických systémů ve 3D na základě obrazové informace.
- k) lokalizace, analýza, inspekce a měření předmětů v 3D.

Pokročilé systémy umožňují jak samotné vyhodnocení obrazu, tak také sledování výrobků a výrobního procesu, včetně odesílání statistických dat do nadřazeného systému.

Výsledkem, který kamerové systémy ve výrobním nebo laboratorním procesu zajišťují, je včasné odhalení vadných jednotek v jednotlivých fázích výroby nebo testů, rychlejší kontrola kvality s nižší pravděpodobností vzniku chyb oproti kontrole lidským okem, možnost instalace systému do náročných pracovních podmínek a detekce vad, které nejsou lidským okem rozpoznatelné.³³

³³ TEMEX, *Kamerové kontrolní systémy*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.temex.cz/produktove-listy/kontrolni-systemy/kamerove-kontrolni-systemy/>



Obrázek 8: Zařízení optického měření

Zdroj: Vlastní zdroj

Příkladem optického měření, znázorněného na obrázku 8, je variabilní systém optického měření. Z obrázku vyplývá, že tímto způsobem lze korigovat výšku testovaného produktu, napájet produkt a následně provádět samotné měření. Tento systém je také přizpůsoben pro variabilitu kamerových zařízení, která jsou následně propojena s databázovými systémy, jež ukládají měřené hodnoty a umožňují buď přímé automatické vyhodnocení, nebo vyhodnocení naměřených údajů pověřeným technickým pracovníkem.

5.8 Vibrační systémy

Vzhledem k citlivosti elektrotechnických materiálů je kladen důraz na zajištění odolnosti produktů během manipulace a při jejich následném balení. Za tímto účelem lze implementovat vibrační systém.

Vibrační systémy slouží k testování mechanické odolnosti produktů. Zkoušky mají dvě hlavní verifikační hlediska. Prvním verifikačním hlediskem jsou zkoušky odolnosti samotných produktů. Ve druhém případě se podniky specializují na verifikaci produktového balení a simulaci manipulace.

Princip těchto systémů je založen na elektromagnetických budičích vibrací, které se skládají z budiče a příslušného lineárního výkonového zesilovače. V rámci těchto systémů lze

implementovat aditivní komponenty, které mohou být přidávány v rámci základního systému pro splnění specifických požadavků podniků.³⁴

5.9 Systém simulace elektrostatického výboje

Elektronická zařízení a jejich komponenty mohou podléhat neviditelné hrozbě v podobě elektrostatického výboje. Tato část práce je zaměřena na popis elektrostatického výboje, jeho vliv na elektronické komponenty a na testy odolnosti.

ESD, neboli Electrostatic Discharge, je v překladu pojem pro elektrostatický výboj. Jedná se o náhlý přenos elektrického náboje mezi dvěma objekty s různými elektrickými potenciály. Takový výboj může způsobit buď vážné poškození elektronických součástek a dílů, nebo může způsobit předpoškození některých komponentů. Vzhledem k miniaturizaci elektrotechnických zařízení se stávají tato zařízení citlivějšími na elektrostatický výboj. Stačí malý výboj, aby došlo k poškození mikročipů a narušení funkčnosti zařízení.

K elektromagnetickému výboji nejčastěji dochází třením materiálů, přičemž může dojít k přenosu elektronů a vzniku elektrostatického náboje, který zůstává na povrchu. Nejčastěji bývají ohrožené mikročipy a další citlivé komponenty. Způsob, jakým lze chránit elektrotechnická zařízení a jejich komponenty proti elektrostatickému výboji, je prevence, která je založena na prvcích, jako jsou ochranné oblečení proti ESD, ochranná obuv či náramky na zápěstí nebo oděv. Dalším způsobem prevence je implementace antistatických podložek a vodivých obalů. Do rizikových výrobních procesů se často implementují ionizační čističe vzduchu, které snižují statický náboj.

Za účelem verifikace ESD na rizikových pozicích, nebo v případě celého procesu, lze použít specializovaná ochranná opatření, což zahrnuje pravidelnou kontrolu pracovišť, školení zaměstnanců a používání ochranných pomůcek. Vyšší úroveň ochrany je zavedení certifikace, která je například v souladu s normou ČSN EN 61340-5-1.³⁵

Opačnou problematikou je situace, kdy je vyvolání elektrostatického výboje žádoucí. Metodu simulace elektrostatického výboje lze využít v rámci verifikace odolnosti produktů.

³⁴ VIBRATION RESEARCH, *Vibrační systém*, [online]. © 2024 [cit. 2024-07-19]. Dostupné z: <https://vibrationresearch.cz/vyrobky/vibracni-system>

³⁵ BEEWATEC, *ESD - Elektrostatický výboj - Důležitost a ochrana pro průmysl*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-19]. Dostupné z: <https://www.beewatec.com/cs/blog/esd-elektrostaticky-vyboj-dulezitest-a-ochrana-pro-prumysl>

Testování elektrostatických výbojů může být využíváno výrobcí elektroniky ke stanovení citlivosti jejich zařízení na ESD. Obtížnost spočívá v odhadu přesných nákladů spojených s reklamami způsobenými působením ESD. Lze však konstatovat, že ESD vyžaduje vývoj a testování mnoha prototypů hardwaru s ohledem na předcházení potenciálním reklamám a ztrátě důvěry zákazníka.

Testovací postupy ESD a modely křivek jsou specifikované různými standardy. Model lidského těla, označován jako HBM, simuluje výboj nabitého konce lidského prstu do uzemněného zařízení, přičemž model nabitého zařízení, označovaný jako CDM, simuluje výboj z nabitého zařízení do jiného vodivého předmětu za podmínek nižšího elektrostatického potenciálu. Jedná se o nejběžnější a nejrozšířenější způsob simulace pro ESD modely. Tyto testy lze provádět pomocí simulátorů ESD nebo ESD pistolí. ESD k aplikaci vysokorychlostních vysokonapěťových impulzů na různé body testovaného zařízení se označuje zkratkou DUT. Pomocí uživatelsky definované funkce křivek, označované jako XFtd, mohou inženýři importovat křivky ESD definované předepsanými testovacími standardy a použít je k vytvoření zdrojů proudu ESD ve svém projektu XFtd. V tomto okamžiku lze vytvořit modely simulátorů, tj. ESD pistole, a použít je k vybuzení geometrie DUT v místech zájmu. Výsledná elektromagnetická pole a toky proudu lze simulovat a analyzovat.³⁶

5.10 Systém verifikace elektromagnetické kompatibility

EMC je zkratka pro elektromagnetickou kompatibilitu. Měření EMC je posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility. Dané měření je také specifikováno v nařízení vlády č. 117/2016 Sb., o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh. Toto nařízení a následná měření musí potvrdit bezpečnost produktů specifikovanou v § 1 následovně:

„d) zařízení, jež mají svou podstatou takové fyzikální vlastnosti, že

1. nemohou způsobit elektromagnetické vyzařování překračující úroveň umožňující rádiovým, telekomunikačním a ostatním zařízením fungovat v souladu s určeným použitím, ani k takovému vyzařování přispívat a

³⁶ REMCOM, *Electrostatic Discharge Testing and Simulations*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-21]. Dostupné z: <https://www.remcom.com/applications/electrostatic-discharge-testing>

2. fungují bez nepříjemného zhoršení v přítomnosti elektromagnetického rušení, jež je běžné při jejich provozu v souladu s určeným použitím“³⁷

Danou problematikou se zabývají také směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility. Předmětem směrnice je stanovení požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu zařízení a jejím cílem je zajistit vnitřní trh tím, že vyžaduje přiměřený soulad zařízení s požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu. V kapitole 2, článku 7, jsou definované povinnosti výrobců následně:

„1. Při uvádění svých přístrojů na trh výrobci zajistí, aby tyto přístroje byly navrženy a vyrobeny v souladu se základními požadavky stanovenými v příloze I. Byl-li soulad přístroje s příslušnými požadavky takovým postupem prokázán, vypracují výrobci EU prohlášení o shodě a umístí označení CE.

3. Výrobci uchovávají technickou dokumentaci a EU prohlášení o shodě po dobu deseti let od uvedení přístroje na trh.

8. Výrobci, kteří se domnívají nebo mají důvod se domnívat, že přístroj, který uvedli na trh, není ve shodě s touto směrnicí, přijmou okamžitě nápravná opatření, jež jsou nezbytná k uvedení tohoto přístroje do shody, nebo v případě potřeby k jeho stažení z trhu nebo z oběhu. Dále, pokud přístroj představuje riziko, informují o tom výrobci neprodleně příslušné vnitrostátní orgány členských států, v nichž přístroj dodali na trh, a uvedou podrobnosti, zejména o nesouladu a o přijatých nápravných opatřeních.“³⁸

5.11 Robotický měřicí systém

Tato část práce je zaměřena na robotické systémy v technických laboratořích, jelikož se jedná o moderní trend a užitečnou pomoc při vyhodnocování kvality produktů.

Robotické systémy mají širokou škálu využití. Primárně se však robotické systémy využívají v odvětvích průmyslu, lékařské techniky nebo při hodnocení kvality životního stylu.

³⁷ Nařízení vlády č. 117/2016 Sb., Nařízení vlády o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh.

³⁸ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility (přepřacované znění) Text s významem pro EHP.

Obrázek 9 níže vizualizuje způsob konstrukce současných měřicích robotických systémů, které jsou na vysoké konstrukční úrovni, což umožňuje přesnější měření, než tomu bývalo v minulosti.



Obrázek 9: Haptic robot

Zdroj: Vlastní obrázek zařízení od společnosti Battenberg

Robotické měřicí systémy lze rozdělit na stacionární a mobilní. Tyto systémy jsou primárně určeny pro testování kvality výrobků a zajištění funkčnosti. Požadované testovací funkce jsou variabilní a proces testování bývá intuitivně naprogramován v grafické struktuře vývojového diagramu. Alternativně lze testovací procesy generovat, simulovat a optimalizovat například pomocí CAD dat v softwaru RobSimulation.

Pro přímé spuštění je možné přenést je do skutečného robotického měření. Robotické měření s volitelnými měřicími senzory umožňuje měření, analýzu, vyhodnocení a dokumentaci kvalitativních parametrů pro schválení produktu.³⁹

U těchto systémů je zajímavostí možnost implementace jak do prostředí výrobního procesu, tak do procesů technických laboratoří. Robotické systémy lze využít i u dříve zmíněných systémů, jako je 3D měření, optická měření. V praxi se lze setkat i se zaměřením na verifikaci potřebné síly k obsluze displejů, enkodérů, tlačítek a dalších produktů obdobného charakteru.

Závěrem kapitoly lze shrnout, že technické systémy sloužící k verifikaci kvality a bezpečnosti produktů mají sice různá využití, ale i společné problémy, ke kterým patří informační

³⁹ BATTENBERG, *Applications-Industries*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://www.battenberg-robotic.com/en/branchen/branchen-ubersicht#Branches>

technologie, propojení na podnikové informační technologie a potřeba implementace systému kyberbezpečnosti. Data z těchto systémů lze využít v rámci práce s podnikovými big daty. Příkladem jsou systémy sledovatelnosti, které ukládají veškerá přednastavená data z procesu, a měření pro pozdější analýzy v rámci řešení kvalitativní problematiky.

5.12 Aplikace moderních informačních technologií a jejich vliv na systém řízení kvality

Jak bylo zmíněno v předchozí části práce, všechny technické systémy uvedené v této práci jsou propojeny s informačními technologiemi. V této části diplomové práce byla odborná literatura kombinována se zdroji od jednotlivých dodavatelů systémů a vlastními zkušenostmi z praxe při jejich využívání. Cílem této práce bylo detailně analyzováno jejich využití, přičemž byl kladen důraz zejména na systém řízení kvality. Problematika těchto systémů spočívá v jejich množství dostupném na trhu, v kvalitě samotných systémů, ve specifických požadavcích elektrotechnických podniků a ve specifických nárocích na samotné řízení systému kvality.

ICT v elektrotechnickém podniku lze vnímat jako informační a komunikační technologie, které slouží k zjednodušení práce v rámci daného podniku, ale především se také jedná o informační strategii. Informační strategie je jednou z klíčových strategií, která navazuje na globální strategii podniku a představuje dlouhodobé směřování podniku v oblasti informačních zdrojů, služeb a technologií. Jejím cílem je optimální podpora cílů podniku a podnikových procesů pomocí informačních technologií.

Aplikace jsou definovány jako aplikační software, tedy takové programové vybavení, které interaguje s uživatelem. Aplikace jsou typem softwaru, který slouží uživateli k okamžitému použití a pro různé práce a úkoly. Existují různé typy aplikací, například je můžeme dělit podle toho, pro jaký operační systém jsou určeny, a vybrat nejvhodnější řešení.⁴⁰

V rámci vnitropodnikové komunikace a přehledu se využívá několik SW aplikací. Komunikačními aplikacemi mohou být například Teams, Skype a podobně. Databázovými aplikacemi, které jsou sdílené v rámci podnikového intranetu, mohou být DMS, JIRA, PPAP a mnoho dalších SW produktů. Další variantou databázové aplikace je například SW řešení SAP, které umí pracovat nezávisle na webovém rozhraní podniku. V rámci řešení různé problematiky

⁴⁰ TVRDĹIKOVA, Milena, *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy: nástroje ke zvyšování kvality informačních systémů*, Grada Publishing, a.s. 2008, 172 s. ISBN 978-80-247-2728-8.

kvalitativních aspektů se využívá propojení office podpory, jako je SharePoint, a jeho sdílené databáze v kombinaci s Teamsy a celkovým uživatelsky jednoduchým rozhraním.

5.13 Systém managementu bezpečnosti informací

Tato část práce se zaměřuje na správu systémů informační bezpečnosti, podrobně popisuje odpovědnosti, procesy a požadavky na dokumentaci. Zdůrazňuje důležitost provádění důkladných auditů bezpečnosti informací, zajištění toho, aby zjištění byla efektivně sdělena různým zúčastněným stranám, a aby proces auditu byl proaktivní v řízení rizik.

V dnešní digitální době, kdy jsou informace nezbytným aktivem každé organizace, se management bezpečnosti informací, tzv. ISMS, stává nepostradatelným prvkem pro ochranu citlivých dat. Systémy managementu bezpečnosti informací, založené na normách jako ISO/IEC 27001, poskytují rámec pro identifikaci, hodnocení, a řízení rizik spojených s informačními technologiemi, a zahrnují připomínky zodpovědných osob.

Správa systému bezpečnosti je založena na principu informovanosti a managementu bezpečnosti informací. Kontrolovanými prvky jsou ochrana citlivých informací a zajištění jejich důvěrnosti, integrity a dostupnosti. Řízení bezpečnosti spočívá v kontrole systémových prvků a v následné identifikaci oblastí pro zlepšení. Jedním ze způsobů zajištění vyššího stupně bezpečnosti je snaha o získání certifikace externí společností. Při této činnosti dojde k nezávislému posouzení a identifikaci míst ke zlepšení zabezpečení informací. Po provedení auditu je nutné, aby auditor připravil srozumitelné výstupy pro různé úrovně managementu a technických pracovníků. Následně se provede odsouhlasení zjištění a zapracování připomínek. Poté musí auditor vypracovat finální dokument, který shrnuje výsledky auditu a navrhuje opatření.

Certifikační audity se obvykle provádějí podle normy ISO/IEC 27001:2005 a zahrnují jak předcertifikační audit, tak následný certifikační audit. V případě nálezu problematických míst následuje samotná realizace nápravných opatření. To znamená, že na základě zjištění z auditu je důležité implementovat nápravná opatření, která zajistí zlepšení stavu ISMS. Následným krokem je přezkoumání implementace nápravných opatření a udělení certifikace.⁴¹

Závěrem této kapitoly lze konstatovat, že audit systému managementu bezpečnosti informací je nezbytným nástrojem pro zajištění efektivní ochrany informací v organizacích. Pomáhá

⁴¹ DRASTICH, Martin, *Systém managementu bezpečnosti informací*, Grada Publishing, a.s. 2011, ISBN 978-80-247-7616-3.

identifikovat slabá místa, zlepšovat procesy a zajišťovat shodu s normami. Vzhledem k rostoucímu počtu kybernetických hrozeb je důležité, aby organizace pravidelně prováděly audity ISMS a implementovaly doporučená opatření. Tímto způsobem mohou zajistit, že jejich informační systémy zůstanou bezpečné a spolehlivé.

5.14 Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů

Moderní elektrotechnický průmysl se bez informačních systémů neobejde. Tato část práce se zaměřuje primárně na problematiku samotného zavádění podnikových informačních systémů a s ním spojených zásad.

Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů jsou založeny na rozfázování projektu, včetně inicializace a implementace. Nejdříve je nutné zaměřit se na potenciální problémy ve specifikacích projektu, jako jsou uživatelské studie a ekonomická proveditelnost, které zajistí úspěšnou implementaci a spokojenost uživatelů. V první fázi se řeší samotná potřeba zavedení informačního systému. Před zahájením budování informačního systému je nezbytné, aby vedení podniku zodpovědělo několik základních otázek, které pomohou vyhodnotit požadavky na samotný systém. Další fází tvoří řízení informačního systému, protože je vyžadováno použití obecných metod řízení projektů, což zahrnuje definování rolí a odpovědností členů týmu. Je důležité mít jasně definované role a odpovědnosti pro všechny členy projektového týmu, včetně projektového manažera, IT specialistů, analytiků a uživatelů. Následně je potřeba vytvořit harmonogram a rozpočet. Harmonogram by měl obsahovat všechny důležité prvky projektu a termíny pro jejich splnění. Rozpočet by měl zahrnovat náklady na software, hardware, školení a další výdaje spojené se zavedením informačního systému. V rámci řízení takového projektu je důležitá pravidelná komunikace se všemi zainteresovanými stranami, aby byly všechny strany informovány o pokroku projektu a o případných problémech.

Pro úspěšné zavedení informačního systému je důležité dodržovat několik zásad, ke kterým patří systematický a koordinovaný přístup, aby se minimalizovalo riziko neúspěchu a zbytečných nákladů. Další zásadou je zapojení všech zainteresovaných stran. To znamená, že je důležité zapojit všechny zainteresované strany do procesu zavádění tak, aby se zajistilo, že systém splňuje jejich potřeby a očekávání. Další zásadou je flexibilita a adaptabilita. Projektový

tým by měl být flexibilní a schopen reagovat na měnící se potřeby a výzvy v oblasti informačních systémů.⁴²

Závěrem lze konstatovat, že zavádění informačního systému je komplexním procesem, který vyžaduje pečlivé plánování a řízení. Správné provedení jednotlivých fází a efektivní řízení projektu mohou vést k úspěšné implementaci IS, která přinese podnikům významné výhody. Je nezbytné, aby manažeři projektů byli flexibilní a schopní reagovat na měnící se potřeby a výzvy v oblasti informačních systémů.

5.15 Podniková informatika

Pojem podniková informatika je obecný výraz, který je potřeba posuzovat s ohledem na různé aspekty sběru dat a analýzy informací. V tomto ohledu je kladen důraz na různé analytické strategie, jako jsou kontextová komunikace v rámci organizace, správa a analýza informací.

Tato část práce se zabývá třemi aspekty podnikové informatiky. Prvním aspektem je objasnění pozice a charakteristiky informačního systému v podniku, druhým aspektem je zkoumání různých informačních technologií a třetím aspektem je pohled na datové zpracování jako celek.

Kybernetiku a systémovou vědu lze považovat za hlavní prvky rozvoje informatiky, přičemž kybernetika přispěla k rozvoji počítačů a systémová věda rozvinula podnikové procesy, které jsou navázány na systémovou analýzu a systémové inženýrství.

Pod pojmem systémová analýza se skrývá porozumění zkoumané problematice organizace s využitím modelování. Systémové inženýrství je zaměřeno na postupy a tvorbu rozsáhlých systémů. V těchto souvislostech lze podnikovou informatiku vnímat jako vědu, která se zabývá vyjádřením, zpracováním a přenášením informací ve specifickém systému.

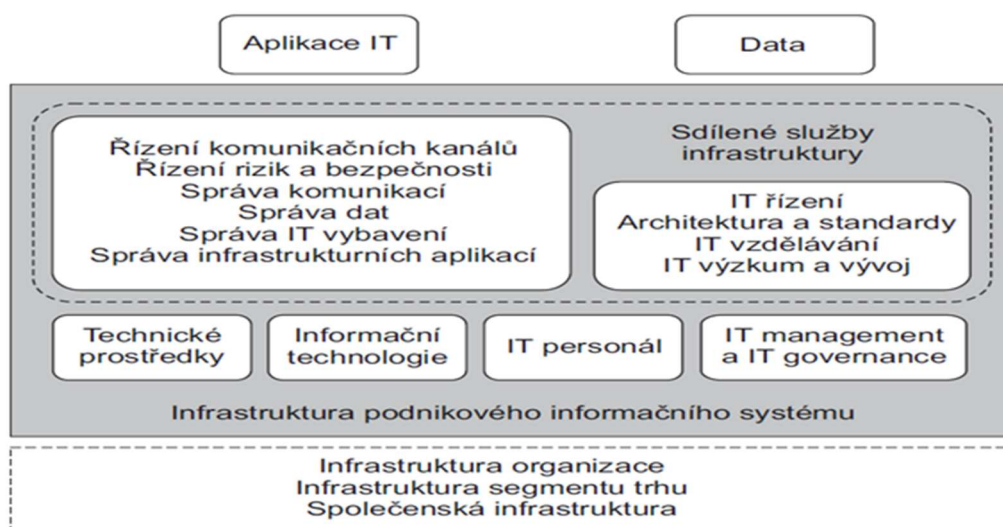
Pro vyjádření podnikové informatiky platí několik specifických pojmů. Jedním z nich je pojem middleware. Jedná se o technologii integrace různorodých distribuovaných aplikací do většího celku za podmínek vzájemného poskytování aplikačních služeb prostřednictvím počítačové sítě. Zjednodušeně lze middleware popsat jako integrační programové prostředí mezi operačním systémem a aplikacemi.

⁴² VRANA, Ivan, RICHTA, Karel, *Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů*, Grada Publishing, a.s. 2005, ISBN 978-80-247-6324-8.

Dalším prvkem podnikové informatiky je pojem síť, která je tvořená uzly a spojnicemi mezi nimi. Uzly mají primární funkce typu vysílání požadavku, vysílání odpovědi, příjem odpovědi, případně přenos mezi sítěmi navzájem.

Třetí prvek tvoří protokoly, což je množina komunikačních pravidel, která umožňuje kompatibilitu a spolupráci rozdílných prvků a prostředků sítě. Komunikační sítě se dále dělí na telekomunikační a počítačové. Přenosové cesty bývají realizovány formou kabeláže nebo bezdrátovou cestou. Pro informační systém je zásadní konvergence sítí, kdy aplikace nerozlišují mezi přenosem telekomunikační a počítačové sítě.

Obrázek 10 níže vizualizuje podnikový informační systém, ze kterého vyplývá, že informační systém podniku tvoří technické prostředky, informační technologie, IT personál, řídicí zaměstnanci podnikové informatiky a vedení. Obrázek také prezentuje prvky a služby podnikové infrastruktury.



Obrázek 10: Prvky infrastruktury podnikového informačního systému

Zdroj: GÁLA, Libor, POUR Jan, ŠEDIVÁ, Zuzana, Podniková informatika

V současnosti, kdy je internet hlavním zdrojem informací, se správa a analýza dat stávají zásadními dovednostmi pro jednotlivce i organizace. S rostoucím množstvím dostupných informací je nezbytné vlastnit efektivní strategie pro jejich vyhledávání, shromažďování a analýzu. Tato část práce se zaměřuje na problematiku správy elektronických informačních zdrojů, metodologii, analýzu dat a význam relevance a aktuálnosti informací.

Podnikové informační systémy by měly disponovat těmito schopnostmi:

- a) flexibilitou, což je systémová schopnost reakce na plánované změny,
- b) agilností, která představuje adaptační rychlost systému na neočekávané změny,

- c) efektivností systému v účinném využití přiměřených prostředků ke splnění cílových požadavků.

Speciální kategorii podnikového informačního systému tvoří data, která lze rozdělit na:

- Klíčová referenční data – jsou údaje o zdrojích a schopnostech podniku, které definují podnik a jeho prvky. Příkladem mohou být informace o lidských zdrojích, přičemž data poskytují charakteristiky osob a organizační strukturu.
- Kmenová data – jsou složená z údajů transformačního procesu podniku. Příkladem jsou produktové, materiální, dodavatelské a zákaznické charakteristiky.
- Podmíněná kmenová data – jsou v principu podmínky aplikované v různých podmínkách, jako například podmínky stanovování ceny produktu, podmínky s vlivem pracovního toku a procesu nebo platební podmínky.
- Transakční data – jsou data, která vznikají v průběhu realizace byznys transakcí. Příkladem jsou data spojená s obsluhou objednávky zákazníka, přičemž samotná objednávka je sama o sobě transakčním údajem.
- Reporty – jsou data, která poskytují informaci formou hlášení nebo popisem stavu. Příkladem jsou souhrny za určité období, jako jsou skladové zásoby, vydané faktury a další obdobné podklady, které mohou vést k manažerskému rozhodnutí.

Převážná část dat je zaznamenávána prostřednictvím informačních aplikací, což umožňuje jejich přenos z jiných aplikací nebo specializovaných systémů, jako jsou například automaty, snímače a robotické systémy.

Pro uchovávání dat se využívají dva přístupy, které se dělí na souborový a databázový. Souborový přístup uchovává údaje o jednom objektu, případně objektech stejné třídy, kdy jsou data uložena do samostatného souboru. Příkladem jsou fotografie, smlouvy, kniha faktur a podobně. Databázový přístup řeší určité problémy souborového přístupu, kdy zachycuje vzájemné meziobjektové vztahy. Příkladem může být objednávka a objednavatel nebo zboží a objednávka. Další výhodou databázového přístupu je jednodušší kombinace strukturovaných a nestrukturovaných dat.⁴³

⁴³ GÁLA, Libor, POUR Jan, ŠEDIVÁ, Zuzana, *Podniková informatika, 3., aktualizované vydání - Počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi*, Grada Publishing, a.s., 2015, ISBN 978-80-247-9918-6.

5.16 Big data a umělá inteligence

Tato kapitola se zaměřila na důležitost analýzy dat, vizualizace a výběru vhodných modelů pro strojové učení.

Publikace Big data a umělá inteligence pro manažery poukazuje na to, že 30 % aktivit v 62 % německých podniků je možné automatizovat, obdobně je tomu tak i u amerických.

AI lze využít v oblasti prediktivní údržby, která pomáhá zvýšit produktivitu výrobních zařízení až o 20 %, čím lze docílit snížení celkových nákladů na údržbu až o 10 %. Princip spočívá v tom, že AI umožňuje realizaci kontroly kvality výrobků s produktivitou až 50 %, a to zvýšením kvality vizuálních kontrol až o 90 % na rozdíl od kontrol prováděných fyzicky. Další výhodou je to, že AI v případě řízení dodavatelských řetězců umí optimalizovat plánování v rozsahu 20 až 50 %, čímž lze snížit ztráty z prodejů až o 65 %.

Implementace strojového učení do vývoje nových produktů může urychlit samotný vývojový proces a následné uvedení produktu na trh až o 10 %, a to s potenciální možností redukce nákladů na samotný vývoj v rozsahu 10 až 15 %.

V případě IT systémů lze docílit efektivity tím, že například IT service desk dovede automatizovat až 90 % aktivit.

Ve výrobním sektoru se předpokládá, že lze automatizovat až 55 % aktivit vykonávaných člověkem.

Podniky by se měly zabývat umělou inteligencí a datovou vědou, vzhledem k využití pokročilých datových analytických a AI nástrojů, jako jsou strojové učení, tzv. machine learning, nebo učení, které využívá neuronové sítě, tzv. deep learning pro zpracování rozsáhlých dat tzv. big dat.

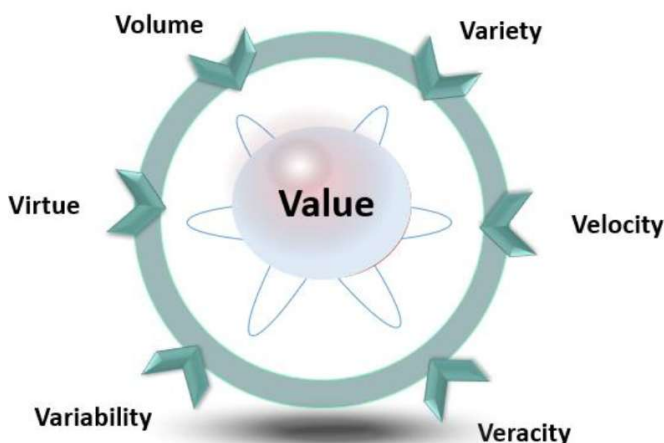
Zpracovávání dat s využitím strojového učení lze provádět dvěma způsoby, a to strojové učení s učitelem a strojové učení bez učitele.

Prvním způsobem je učení s učitelem, tzv. supervised learning. U tohoto způsobu zpracovávání dat lze rozlišit typ řešení na klasifikační a regresní. Klasifikační typ je založen na principu, kdy vstupní data jsou uspořádána tak, že každému výskytu je přiřazena hodnota určité kategorie, tj. vstupní data jsou kategorická. Regresní metoda se využívá v případě číselných hodnot. V tomto případě se jedná o data již předem označená. Druhým způsobem zpracování dat je strojové učení bez učitele, tzv. unsupervised machine learning. V tomto případě dochází ke zpracování

dat bez označení a na jejich základě systém dokáže předpovídat nová data dle naučeného algoritmu.

Pojem big data lze chápat jako soubory dat, u kterých velikost znemožňuje načtení, správu a analýzu v běžných SW v optimálním čase. Tato tematika se stala samostatnou IT disciplínou, jejímž cílem je hledání cest pro získávání informací, zpracování a analýzu datových sad. Aktivity v oblasti big dat se dělí na sběr dat, ukládání dat, aktualizace, přesun dat, vizualizace a transformace. Cílem této činnosti bývají prediktivní analýzy, které v kombinaci s dalšími analytickými nástroji strojového a hlubokého učení vedou k získání finálních hodnot, které se označují jako value.

Z obrázku 11 níže vyplývá způsob, jakým lze finální hodnotu value s využitím big dat získat. Jde o tzv. charakteristiku šest + 1V.



Obrázek 11: Šest + 1V

Zdroj: LÖFFER, Vladimír a spol. *Big data a umělá inteligence pro manažery*

Metoda šest + 1V se dělí na:

- a) Volume – poukazuje na celosvětové generování extrémního množství dat.
- b) Variety – poukazuje na různorodost struktury.
- c) Velocity – pojem spojený s rychlostí generace dat a jejich enormním růstem.
- d) Veracity – uvádí informaci o faktu, že data často bývají nedůvěryhodná a nekvalitní.
- e) Variability – je pojem, který udává množství a různorodost využitelnosti dat.
- f) Virtue – upozorňuje na dodržování etického kodexu.
- g) Value – jsou hodnotná data rozhodovacího charakteru.⁴⁴

⁴⁴ LÖFFER, Vladimír, ŠTĚTINOVÁ, Barbora, BERNAT, Lukáš, *Big data a umělá inteligence pro manažery*, nakladatelství Vladimír Löffler 1. vydání, 2021, ISBN 978-80-908226-3-4.

Souhrnem této kapitoly je poznatek, že datová analytika a umělá inteligence představují pro moderní podnikání zásadní nástroje, které mohou výrazně zlepšit efektivitu s ohledem na konkurenceschopnost firem. Využitím těchto moderních technologií může management lépe porozumět vlastním datům, identifikovat současné trendy a přijímat rozhodnutí na základě poskytnutých informací, což může vést k úspěchu na trhu.

5.17 DMS

Tato část práce se zaměřila na systémy správy dokumentů registrovaných pod názvem DMS, což je zkratka pro Document Management Systems, se zaměřením na jejich základní vlastnosti, přínosy a funkce. Mezi klíčové funkce typického DMS patří automatické zadávání dokumentů, organizace, metadata a integrita dokumentů po celou dobu jejich životního cyklu. Hlavním přínosem je především efektivita správy dokumentů. V době digitalizace a automatizace, kdy množství informací a dokumentů exponenciálně roste, se efektivní správa dokumentů stává jedním z hlavních prvků úspěchu pro organizace všech velikostí. Systémy pro správu dokumentů představují komplexní řešení, které umožňuje organizacím efektivně vytvářet, ukládat, spravovat a sdílet dokumenty v elektronické podobě.

DMS zahrnuje šest hlavních funkcí. První hlavní funkcí je automatizovaný vstup dokumentů do systému. DMS umožňuje skenování a digitalizaci papírových dokumentů, což usnadňuje jejich následnou správu a archivaci. Druhou hlavní funkcí je organizace dokumentů. Systémy DMS umožňují organizaci dokumentů do elektronických složek a spisů, což zjednodušuje jejich vyhledávání a přístup. Třetí hlavní funkcí je správa verzí, která umožňuje uživatelům přístup k historickým verzím a sledování změn. Čtvrtou hlavní funkcí je fulltextové vyhledávání. Principiálně to znamená, že uživatelé mohou vyhledávat dokumenty na základě klíčových slov nebo obsahu, což výrazně zrychluje proces vyhledávání. Pátou hlavní funkcí těchto systémů je především bezpečnost a přístupová práva. DMS zajišťuje vysokou úroveň bezpečnosti prostřednictvím přesného vymezení přístupových práv jednotlivých uživatelů. Šestou hlavní funkcí je automatická archivace. To znamená, že systémy DMS mohou automaticky archivovat dokumenty po uplynutí stanovené doby, což zajišťuje jejich dlouhodobou dostupnost a ochranu.

Výhodou implementace DMS je zlepšení efektivity a produktivity organizace způsobem zrychlení vyhledávání dokumentů, což šetří čas a zvyšuje produktivitu zaměstnanců. Další výhodou je zlepšení spolupráce. DMS usnadňuje sdílení dokumentů mezi týmy a jednotlivci, což podporuje spolupráci a zlepšuje komunikaci. Třetí výhodou je snížení nákladů, neboť

digitalizace dokumentů a jejich správa v elektronické podobě snižují náklady spojené s tiskem, skladováním a správou papírových dokumentů. Mezi další výhody patří zajištění souladu s předpisy, to znamená, že DMS pomáhá organizacím dodržovat právní a regulační požadavky týkající se správy dokumentů a ochrany osobních údajů.⁴⁵

Závěrem této části lze konstatovat, že systémy pro správu dokumentů jsou sofistikovaným nástrojem pro moderní organizace, které chtějí efektivně spravovat své dokumenty a informace. Díky širokému portfoliu funkcí a výhod, které DMS nabízí, mohou organizace zlepšit svou produktivitu, snížit náklady a zajistit bezpečnost svých dat. Vzhledem k neustále rostoucímu objemu informací může být implementace DMS klíčová pro úspěšné řízení dokumentů v digitálním světě.

5.18 JIRA

Databáze znalostí je klíčovým nástrojem pro řízení znalostí. Management znalostí se dnes řadí mezi nejdůležitější témata nejen v průmyslovém sektoru, ale i v oblasti informačního výzkumu. Data a informace se samy o sobě nestávají hodnotnými znalostmi, dokud nebudou efektivně využita. Právě proto je nezbytný management znalostí. Základní princip znalostního managementu spočívá v multidisciplinárním přístupu, jenž pomáhá dosahovat organizačních cílů prostřednictvím optimálního využití znalostí.

Znalostní management se zaměřuje na procesy, jako jsou získávání, vytváření a sdílení znalostí, a také kulturní a technické základy, které tyto procesy podporují.

Znalosti jsou získávány nebo zachycovány prostřednictvím intranetů, extranetů, webových konferencí a dalších systémů správy dokumentů. Znalosti jsou distribuovány prostřednictvím vzdělávání, školicích programů, automatizovaných znalostních systémů, expertních sítí.⁴⁶

Jedním z těchto nástrojů jsou systémové aplikace JIRA. Jedná se o moderní nástroj pro řízení projektů, který umožňuje týmům plánovat a sledovat stav různých činností. Tato aplikace pracuje s agregací informací od společných cílů až po jednotlivé úkoly. Všechny informace jsou ukládány na jednom místě, a proto pomáhá týmům převádět návrhy do reality a dosahovat lepších výsledků. Dané prostředí disponuje jak dostatečnou hloubkou pro softwarové týmy, tak flexibilitou pro manažerské týmy, čímž vytváří vhodné podmínky pro týmovou spolupráci.

⁴⁵ TVRDLIKOVA, Milena, *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy: nástroje ke zvyšování kvality informačních systémů*, Grada Publishing, a.s. 2011, ISBN 978-80-247-6298-2.

⁴⁶ UNC, *university libraries, Introduction to Knowledge Management*, [online]. 2007-03-19 [cit. 2024-05-09], Dostupné z: https://www.unc.edu/~sunnyliu/inls258/Introduction_to_Knowledge_Management.html

Díky společnému přehledu, viditelnosti a transparentnosti pomáhá týmům rychlejšímu postupu a efektivnějšímu společnému rozhodování. JIRA nabízí tři základní možnosti využití. První je správa projektů a úkolů. Druhou možností využití je vizualizace a koordinace práce s týmy. Třetí základní možností využití je sledování stanovených cílů, které pomáhají týmům v zaměření a sjednocení.

Další výhodou této aplikace je integrace s dalšími nástroji. JIRA, i bez doplňků, nabízí mnoho rozsáhlých integrací od Gitu a CI/CD nástrojů, jako jsou Bitbucket, GitLab a GitHub, přes Security nástroje, jako je například Snyk, až po alerting tooly, například OpsGenie. Pokrývá tedy širokou škálu integrací DevOps pipeline do jednoho nástroje a díky tomu lze mít všechny zásadní informace na jednom místě. Nelze opomenout nativní propojení s Confluence. Mezi klíčové schopnosti JIRA aplikace patří sledování a řešení chyb, čímž je tento nástroj často využíván pro zajištění kvality softwaru a rychlé řešení problémů, které v průběhu vývoje či provozu vzniknou.⁴⁷

5.19 MS Teams

Podniky využívají sdílenou komunikaci v rámci řešení různé problematiky. Hlavní využití při řízení kvalitativních problémů je komunikace a sdílení dat například s vývojem, zákazníkem a dalšími členy vstupujícími do problematiky. Velkou proměnnou bylo období pandemie covid-19, kdy i vnitřní podnikové porady byly přesunuty z meetingových místností do virtuálního prostředí, jako je MS Teams, který plnohodnotně splňuje požadavky pro dané účely. Specifickou vlastností MS Teams je, že zvládne neomezené skupinové hovory dlouhé 30 hodin, připojit se může až 300 účastníků v rámci jedné schůzky a nabízí uživatelům 10 GB cloudové úložiště. Další výhodou je neomezené chatování se spolupracovníky a zákazníky, sdílení souborů, šifrování dat u schůzek, volání a souborů.⁴⁸

Závěrem kapitoly o podnikových informačních technologiích lze konstatovat, že současné podniky mohou výrazně posouvat hranice v oblasti zlepšování kvality díky možnosti sběru dat, jejich vyhodnocování a sledování potenciálních problémů za využití velkých dat. Z kapitoly také vyplývá, že problémy lze řešit jako projekty, přičemž jednotlivé kroky lze plánovat a řídit pomocí různých SW nástrojů, přičemž příkladem může být nástroj JIRA. Nelze opomenout

⁴⁷ JIRA-ATLASIAN-PRODUKTY, Morosystems Orchestra, *Jira*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-19]. Dostupné z: <https://orchestra.morosystems.cz/produkty/jira/>

⁴⁸ MICROSOFT, Teams, *Microsoft Teams premium*, [online]. © 2022 [cit. 2024-09-18]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-teams/premium>

výrazný posun v podnikové a mezipodnikové komunikaci, kdy současné komunikační nástroje, jako je MS Teams, umožňují rychlejší a efektivnější komunikaci v rámci řízení kvalitativních problémů. Tyto nástroje umožňují sdílení většího objemu dat s větším počtem uživatelů současně a zároveň umožňují provádění úprav uložených podkladů více uživateli najednou. To znamená, že v případě potřeby úprav již nemusí druhý uživatel čekat, až první uživatel uzavře dokument, což zásadně pomáhá při řízení problémů s nevyhovujícím výrobkem.

6 ŘÍZENÍ NESHODNÉHO VÝROBKU

Analýzou potenciálních závad produktů, procesů a systémů lze předcházet neshodným produktům, a tím i potenciálním bezpečnostním a kvalitativním rizikům. Přes všechna opatření však mohou nastat situace, kdy k neshodě produktu dojde, a je proto nezbytné mít jasně definovaný postup. Příkladem může být norma ISO 9001, která pro případ řízení neshod vyžaduje povinný dokumentovaný postup zaměřený na nápravná a preventivní opatření.

6.1 Klasifikace

V elektrotechnickém průmyslu se používá specifická klasifikace, která zahrnuje jak klasifikaci spotřebičů z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem, tak klasifikaci závad, které mohou vzniknout v průběhu vývoje, výrobního procesu nebo systémovou chybou.

6.1.1 Klasifikace ochrany před úrazem elektrickým proudem

Obecně je v elektrotechnickém průmyslu známější klasifikace spotřebičů z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem. Tato klasifikace je rozdělena podle kombinace ochranných prvků u jednotlivých spotřebičů na třídy ochrany 0, I, II, III.

Spotřebiče třídy 0 jsou chráněny před úrazem elektrickým proudem pouze základní izolací.

Spotřebiče třídy I jsou chráněny kombinací základní izolace a dodatečného bezpečnostního opatření, kterým je spojení neživých částí s ochranným vodičem elektrické sítě. Tento spoj zajistí, že v případě průrazu mezi živou a neživou částí dojde buď k odpojení od zdroje, nebo napětí na neživé části zůstane pod přípustnou mezí.

Spotřebiče třídy II jsou chráněny jednak základní izolací a také dalším bezpečnostním prvkem, což znamená, že obsahují přídavnou izolaci. U základní izolace je předepsáno zkušební napětí 1 250 V a pro přídavnou izolaci je předepsáno zkušební napětí 2 500 V.

Spotřebiče třídy III jsou chráněny před úrazem elektrickým proudem bezpečným malým napětím. To znamená, že v nich ani vyšší napětí nevznikají. Bezpečným malým napětím se rozumí napětí do 42 V mezi vodiči a mezi vodiči a zemí, případně u třífázového proudu do 24

V mezi vodiči a nulovým vodičem. Napětí na prázdko přitom nesmí být větší než 50 V nebo 29 V. Tyto spotřebiče mohou být napájeny pouze z bezpečnostního ochranného transformátoru.⁴⁹

6.1.2 Klasifikace povrchů zástavbových a funkčních dílů

Jedním ze způsobů klasifikace povrchů je vytvoření hodnotících zón a zhotovení vzorků pro sjednocení jak personálu, tak v případě kontrolních systémů. Hodnotící zóny lze rozdělit na čtyři kategorie:

- Zóna A bývá definována pro plochy v bezprostřední oblasti viditelnosti, jako jsou například všechny díly v přímém zorném poli.
- Zóna B bývá vyhrazena pro plochy, které se nacházejí ve stínu viditelnosti nebo nejsou zřetelné v normální poloze.
- Zóna C je v oblasti kontroly obvykle vyhrazena pro zakryté plochy.
- Zóna D je vyhrazena k hodnocení ploch, které z hlediska povrchové vrstvy nemají význam, ale musí splnit hodnoty specifikovaných charakteristik.

Zásadní vliv na systém hodnocení má prostředí a jeho okolí. Hlavními prvky s vlivem na hodnocení jsou svítivost a barevná teplota, orientace světelného zdroje, úhel dopadu světla, pozorovací vzdálenost a doba pozorování. Specifikaci zón, technických prostředků a podmínek je potřeba zajistit především technickou a výkresovou dokumentací.

Specificky se hodnotí charakteristiky, jako jsou například výstupky přesazení vzniklé vulkanizací, boule či důlky, což je ploché vyboulení vzniklé silným tlakem, krátery, trhliny v eloxování, rozprach barvy, rozdíly barevného odstínu materiálu, při kterém se posuzuje vliv materiálu, procesu nebo smyslového vnímání. Další charakteristiky tvoří hodnocení skvrn, tj. místně ostře ohraničené zakalení povrchů, odchylky ve stupni lesku oproti etalonu, roztřesenost, což je vizuálně vnímaný optický efekt vzniklý difúzním odrazem na strukturních fázích, vlasové vrypy, škráby, rýhy, otřepy či probroušená místa.⁵⁰

6.2 Investigace a analýza problémů

Problém s produktovou kvalitou a bezpečností v elektrotechnickém průmyslu nastává, pokud dojde k technickému problému, tj. k rozdílu mezi specifikací a současným stavem produktu.

⁴⁹ ELEHTRIKA.CZ, *Klasifikace spotřebičů*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/klasifikace-spotrebicu/view>

⁵⁰ VDA, *Dekoratívní povrchy zástavbových a funkčních dílů v oblasti interiéru a exteriéru automobilů*, Česká společnost pro jakost, Tiskárna Bruk, 2017, ISBN 978-80-02-02745-4.

Technický problém lze chápat jako problém, pro který na počátku studie existuje přesně specifikovaná funkce, která má být provedena, a pro kterou mohou být experty hledány nejlepší způsoby realizace.

Strukturu problému lze konceptuálně rozdělit následovně:

- a) Koncept cílového stavu. Tento koncept je založen na principu strukturace problému, kdy je definován cílový stav. Daný cílový stav pro dobrou strukturaci problému lze jednoznačně popsat.
- b) Koncept pole problému. Tento koncept vychází ze strukturované problematiky, kdy jsou problémy jednoznačně popsány a rozděleny na výchozí či cílový stav a stavy mezi jednotlivými problémy.
- c) Koncept znalostí. U tohoto konceptu je struktura problémů závislá na potřebě a dostupnosti znalostí pro potřeby řešitele. V tomto konceptu platí, že správnou strukturací problému lze získat potřebné znalosti.
- d) Procesní koncept. V této konceptuální struktuře platí to, že struktura problému je závislá na dostupnosti postupu řešení. Nedostupností postupu řešení ztrácí řešitel možnost účinného využití.

Oproti strukturovaným problémům se vyskytují také nestrukturované problémy, které vyžadují vyšší úroveň řízení. Obvykle se jedná o nové a neopakovatelné problémy. Jedná se o komplexní situace vyžadující zlepšení či využití příležitostí, u kterých vznikl určitý typ nejasností v otázkách cílů, zadání, případně v algoritmu řešení.⁵¹

Analýzu problému lze typologicky rozdělit časově, tj. na předběžnou, průběžnou a následnou. Druhým typem analýzy je objektová analýza, která je zaměřena na procesy, funkce, prvky, systémy, problémy, vstupy, výstupy a zdroje. Třetí skupinu tvoří vědecká analýza, která je dále členěna na klasifikační, vztahovou, kauzální a systémovou.⁵²

6.2.1 Ishikawa diagram

Jedním z nejčastěji využívaných grafických nástrojů v elektrotechnickém průmyslu je Ishikawův diagram, který vznikl v Japonsku.

⁵¹ BRECHTA, B., GRASSEOVÁ, M., ed. (2013). *Efektivní rozhodování: analýzování, rozhodování, implementace a hodnocení*. 1. vydání. Brno: Edika., 5-6 s. ISBN 978-80-266-0179-1.

⁵² BRECHTA, B., GRASSEOVÁ, M., ed. (2013). *Efektivní rozhodování: analýzování, rozhodování, implementace a hodnocení*. 1. vydání. Brno: Edika., 21 s. ISBN 978-80-266-0179-1.

V 70. letech minulého století se rozšířilo používání tohoto grafického nástroje, také známého jako diagram příčiny a následku. Tento nástroj byl představen v roce 1943 K. Ishikawou. Dalším známým označením tohoto grafického zobrazení je diagram rybí kosti, důvodem je jeho podobnost s rybí kostrou. Tento diagram byl vytvořen za účelem identifikace možných příčin vzniklých problémů a identifikace příčin, které jsou mimo kontrolu, a jejich dopadů na proces. Tento diagram se stal klíčovým nástrojem při používání regulačních diagramů, protože pomáhá při výběru vhodných akcí, které je třeba provést v případě výpadku procesu kontroly.⁵³

Diagram byl využit k identifikaci dopadů elektrického přepětí na citlivé elektrokomponenty. Poškození způsobené elektrickým přepětím, známé pod zkratkou EOS (Electrical Overstress), je hlavní příčinou reklamací integrovaných obvodů a systémů, které během provozu selhaly.

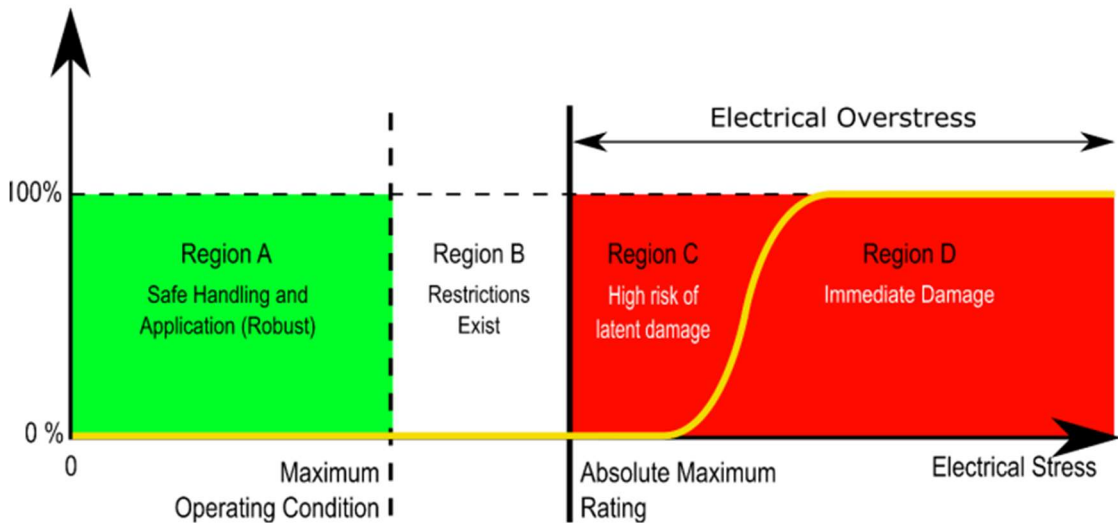
Problematikou byla mylná představa, že v elektronickém průmyslu je nedostatečná odolnost vůči elektrostatickému výboji a že právě to je primární příčinou vzniku EOS. Průmyslová rada sestavila dokument o cílových úrovních ESD, aby podpořila jednotnost v pochopení toho, co tvoří EOS, jaké jsou příčiny vzniku poškození EOS a jaké existují různé základní příčiny. Průmyslová rada pro cílové úrovně ESD byla založena, aby přezkoumala odolnost vůči ESD s ohledem na požadavky moderních IC produktů tak, aby byla umožněna bezpečná manipulace a montáž do ESD chráněné oblasti.

Předmětem zájmu průmyslové rady byla koncentrace na způsoby poškození integrovaných obvodů a systémů elektrickým přepětím, jelikož v průběhu let byly hlášeny časté reklamace s EOS příčinou. Poškození bylo často nesprávně interpretováno jako „selhání EOS“, což znamenalo, že tyto poruchy byly vnímány výhradně jako jev nebo stres nazývaný EOS. Pochopení EOS jako stresu vedlo u mnoha zákazníků k předpokladu, že zařízení postižené EOS je slabé. Toto nesprávné vnímání vedlo k žádostem o vylepšení zařízení s ohledem na EOS. Dalším nesprávným předpokladem bylo, že EOS se lze vyhnout tím, že budou zařízení více odolná vůči ESD, jak pro model lidského těla, označovaný jako HBM, tak pro model nabitého zařízení, známý pod zkratkou CDM. Novým prvkem, který ovlivnil vnímání EOS problematiku, je AMR – Absolute Maximum Ratings.

Obrázek 12 níže zobrazuje definici AMR, která umožňuje výrobcům polovodičů jasně stanovit maximální napěťové limity a limity proudu. To umožňuje výrobcům systémů implementovat

⁵³ MITRA, Amitava, *Fundamentals of Quality Control and Improvement* – 4th ed, John Wiley & Sons, Inc., 2016, 32s., ISBN 978-1-118-70514-8.

zařízení do svých systémů bezpečně. Další výhodou je zajištění provozního prostředí, které nepřekračuje tyto maximální limity:

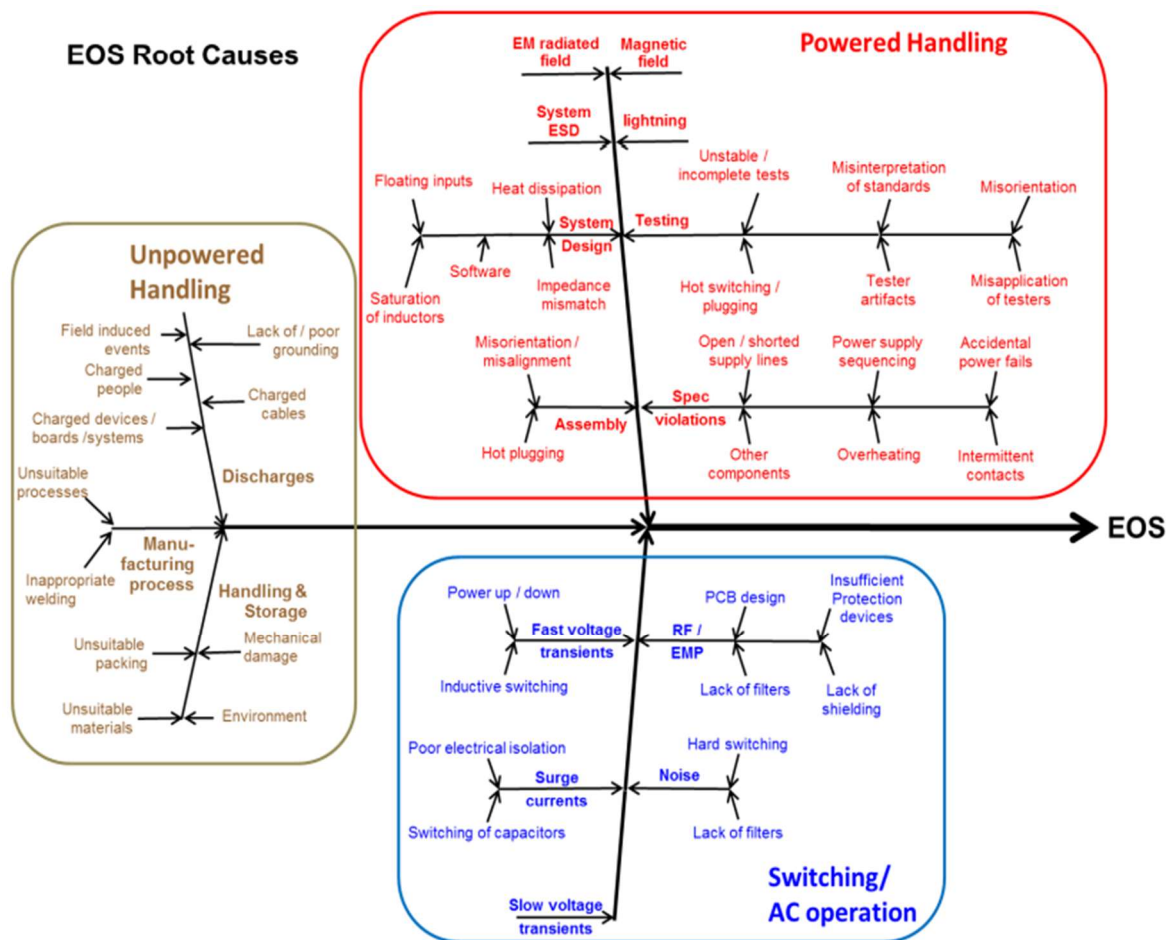


Obrázek 12: Absolute Maximum Ratings

Zdroj: Industry Council on ESD Target Levels

Z daného obrázku také vyplývá, že výrobci citlivých komponentů definují místa bezpečného napětí pro své komponenty označením oblastí, přičemž oblast A je bezpečná provozní oblast, tedy oblast odolného provozu. Toto je oblast, pro niž výrobce zařízení provedl návrh. Následně oblast B je oblastí, ve které existují provozní omezení. To znamená, že v oblasti B není zaručeno, že zařízení bude fungovat tak, jak bylo specifikováno, ale nepředpokládá se, že by došlo k fyzickému poškození zařízení. Provoz zařízení v oblasti B po delší dobu může vést k problémům se spolehlivostí. V oblasti C se předpokládá postupné poškození a v oblasti D okamžité poškození.

Obrázek 13 níže vizualizuje diagram rybí kosti a poznatky hlavních příčin EOS defektů. Z daného obrázku dále vyplývá, že existuje několik kategorií a podkategorií příčin EOS. Tři hlavní kategorie, ve kterých může dojít k poškození vlivem EOS, jsou manipulace: kdy je jednotka aktivována, bez aktivace, nebo je aktivována střídavým proudem.



Obrázek 13: Rybí kost reprezentující příčiny EOS

Zdroj: Industry Council on ESD Target Levels

Každá kategorie má svou konkrétní podkategorii, která je zobrazena jako větve v diagramu rybí kosti.⁵⁴

6.2.2 5W analýza

Metoda 5W (Whys), neboli pětkrát proč, je součástí průmyslového produkčního systému Toyota, který převzaly další průmyslové podniky. 5W analýza je postavena na zkoumání problematiky a kořenových příčin od základu. Tuto techniku vyvinul japonský vynálezce a průmyslník Sakichi Toyoda. Základem této analýzy je položit otázku „proč“ pětkrát, aby došlo k vyjasnění problému a nalezení jeho řešení.

Klíčovým faktorem úspěšné implementace 5W analýzy je učinit rozhodnutí na základě informací, což znamená, že finální rozhodnutí by mělo být založeno na pochopení reality v procesu nebo na pracoviště. I v tomto případě platí pravidlo, že do procesu analýzy by měli

⁵⁴ INDUSTRY COUNCIL ON ESD TARGET LEVELS, *Understanding Electrical Overstress - EOS*, [online]. © 2024 [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://www.esdindustrycouncil.org/ic/en/>

být zapojeni lidé s praktickými zkušenostmi, kteří mohou poskytnout cenné informace ke zkoumanému problému.

Analýza 5W dokáže identifikovat kořenové příčiny problému a poté umožní efektivní reakci s cílem jejich odstranění.

V praxi může 5W analýza poukázat na neočekávaný zdroj problému, protože za vnímáním technických problémů lze často odhalit kořenové příčiny, jako jsou lidské či procesní problémy. To je hlavním důvodem, proč jsou identifikace a eliminace kořenové příčiny klíčové pro zamezení opakování problému.⁵⁵

Kromě položení otázky „proč“ pětkrát lze tuto analýzu rozvést, protože důvodů, které vedly ke vzniku problému, může být několik. Kromě hledání kořenové příčiny vzniku problému se paralelně řešila kořenová příčina neodhalení problému v případě reklamace. 5W analýzu lze vnímat jako větvenou analýzu a není dobré se omezovat pouze na pět otázek.

6.3 Systém řízení nápravných opatření

Systém řízení nápravných opatření bývá aktivován ve fázi přímé reakce na již vzniklý problém. Nápravné opatření bývá zaměřeno na kořenovou příčinu problému. Realizace vhodných aktivit slouží jako systémový nástroj k předcházení opakování vzniklého problému.

Nápravné opatření je považováno za reaktivní, protože k jeho zavádění dochází až po vzniku problému, na který reaguje a který napravuje.

Standardní proces nápravných opatření obsahuje prvky, jako je identifikace existujícího problému, identifikace kořenových příčin, definice a implementace nápravných opatření, realizace nápravných opatření, která brání opakování výskytu daného problému.

V elektrotechnickém průmyslu je specifická různorodost produktových řad, přičemž úspěšné řešení problému u jednoho produktu může působit preventivně na ostatní produktové řady obsahující obdobné rizikové prvky.

Preventivním opatřením lze reagovat na identifikovaná rizika a provádět aktivity vedoucí k zamezení daných rizik. Preventivní opatření lze proto označit za proaktivní, jelikož vzniká před potenciálním problémem, kterému se snaží zabránit.

⁵⁵ TONEVA, Michaela, *Unlock the Power of 5 Whys: Root Cause Analysis Made Easy*, [online]. © 2024 [cit. 2024-06-10]. Dostupné z: <https://www.esdindustrycouncil.org/ic/en/>

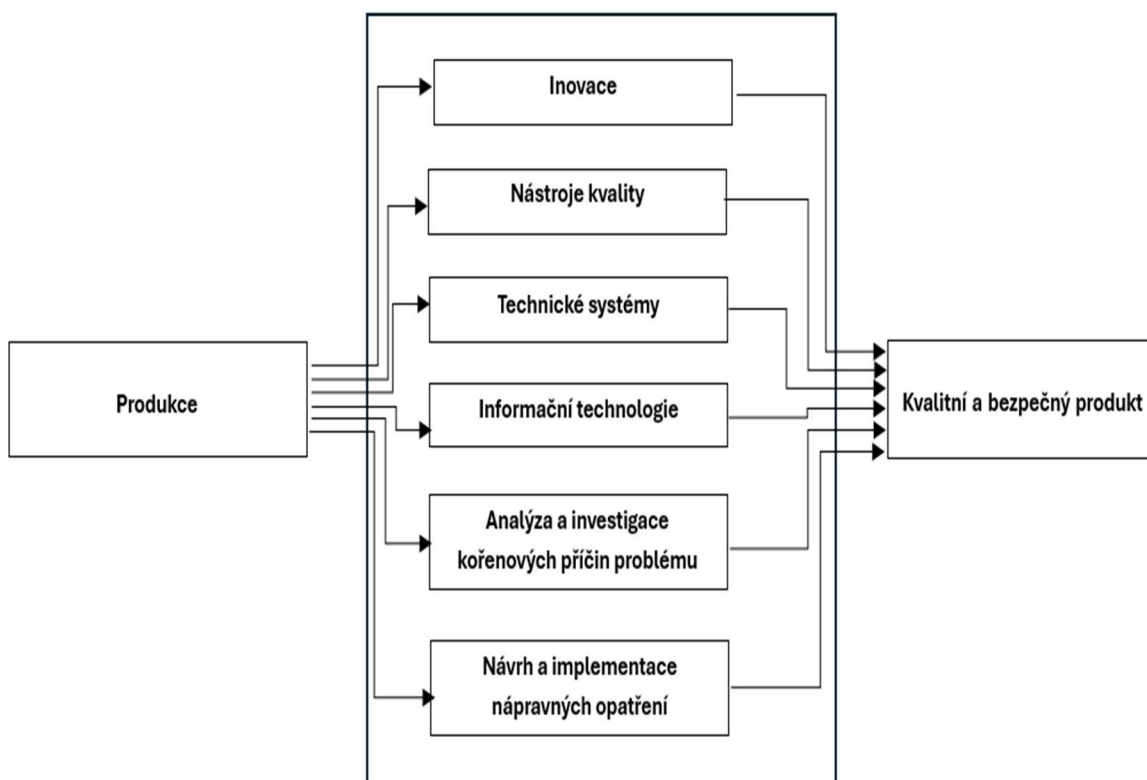
Mezi prvky řízení preventivního opatření patří identifikace potenciálního problému s využitím analýzy rizik, identifikace potenciálních kořenových příčin, definice preventivních opatření a samotná realizace akcí vedoucích k eliminaci potenciálního problému.⁵⁶

Závěrem této kapitoly lze konstatovat, že starší kvalitativní nástroje typu Ishikawa nebo 5W lze velmi efektivně implementovat do řešení současné kvalitativní problematiky.

⁵⁶ APTIEN, *Preventivní a nápravná opatření – jaký je rozdíl*, [online]. © 2023 [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://aptien.com/cs/kb/articles/preventive-and-corrective-actions>

7 VLASTNÍ NÁVRH SYSTÉMU ŘÍZENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

V této části práce bych zhodnotil a vizualizoval formou diagramu, viz obrázek 14, systém kvality v elektrotechnickém podniku jako nástroj mezi produkcí a kvalitním produktem s vyšší úrovní bezpečnosti. Sekundárním efektem implementace systémů kvality je úspora nákladů a ochrana dobrého jména podniku. Drobná závada, kterou by technické systémy mohly okamžitě detekovat, analyzovat a následně vyřešit trvalým nápravným opatřením, může v případě neodhalení způsobit vysoké ztráty. To je známo například z praxe různých svolávacích akcí.



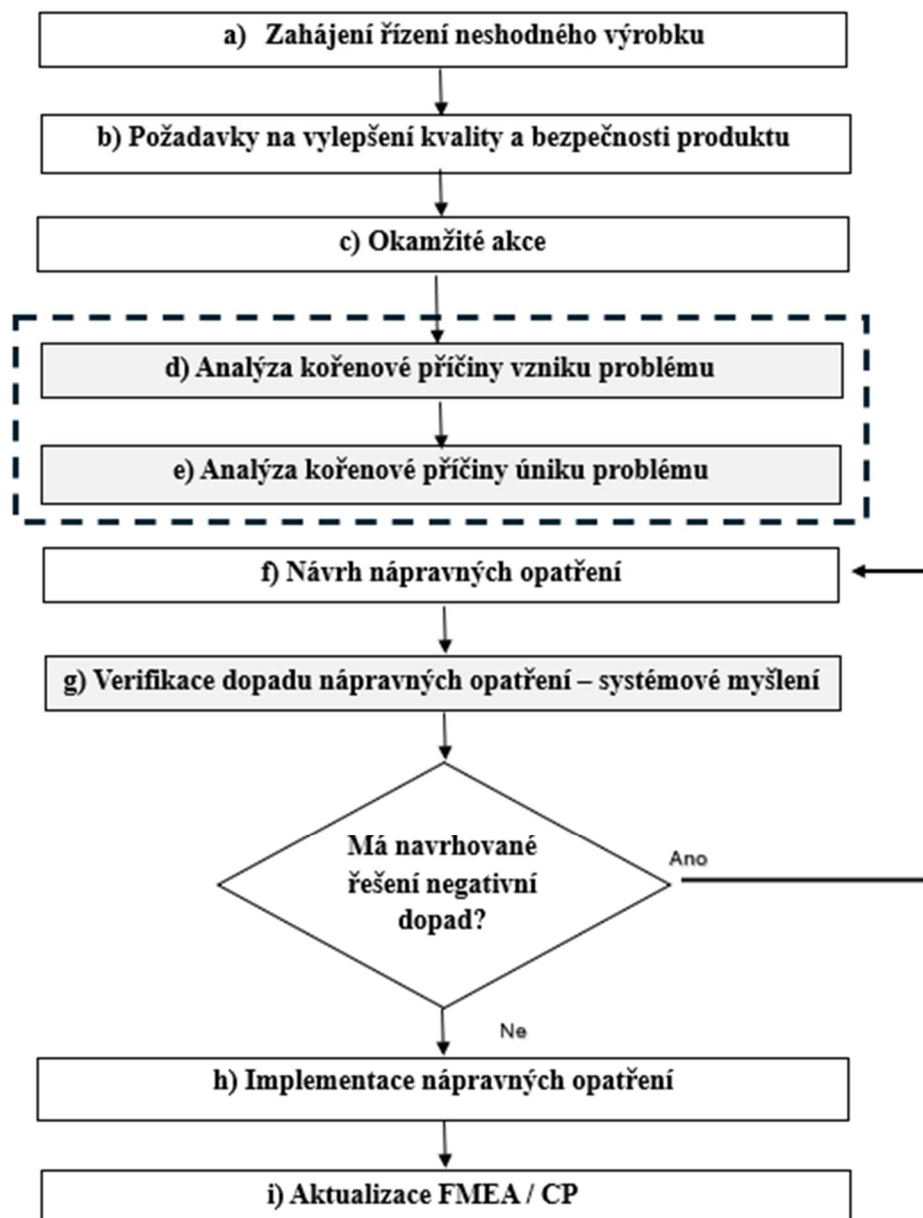
Obrázek 14 Systém kvality elektrotechnického podniku

Zdroj: Vlastní obrázek

Obrázek 14 výše byl vytvořen na základě prostudovaných materiálů. Z obrázku vyplývá, že pro získání kvalitního elektrotechnického produktu již nestačí běžné vizuální kontroly, ale je nutné využít celou sérii samostatných prvků, které vytvoří komplexní variabilní systém kvality. Výhodou tohoto systému je neustálá inovace a zlepšování kvality produktů za využití moderních technických a IT systémů a zároveň využití stávajících kvalitativních nástrojů, což se v praxi prokazuje jako vysoce účinná kombinace.

S využitím prostudovaných materiálů a vlastních praktických zkušeností lze konstatovat, že přes veškerá statistická data, FMEA, kontrolní plány a mnoho dalších opatření dochází k reklamám jak ze strany zákazníků, tak ze strany vnitropodnikových oddělení vstupní kontroly, výstupní kontroly a procesní kontroly.

Obrázek 15 níže je osobním úhlem pohledu na způsob řízení neshodného výrobku, který vyplynul z prostudovaných materiálů a analyzovaných systémů, jež lze využít v rámci zajištění kvality a bezpečnosti produktů.



Obrázek 15 Systém řízení neshodného výrobku

Zdroj: Vlastní obrázek

Obrázek 15 výše vizualizuje vlastní návrh systému řízení neshodného výrobku, který je založen na těchto klíčových aktivitách:

- a) Zahájení řízení neshodného výrobku. Tato aktivita by měla být zahájena v případě zákaznické reklamace, interního auditu nebo v případě opakovaného problému v průběhu produkce. Lze ji zahájit pomocí MS Teams a jednotlivé kroky definovat a řídit za pomoci manažerského SW projektového nástroje typu JIRA.
- b) Požadavky na vylepšení kvality a bezpečnosti produktu. Požadavky mohou vyplývat z popisu reklamace, měření nebo legislativních změn a následného propočtu FMEA a kontrolního plánu.
- c) Okamžité akce, což jsou aktivity urychlené reakce na reklamaci. Patří sem blokování podezřelé výroby, informování pověřených osob a kontrola podezřelé výroby.
- d) Analýza kořenové příčiny vzniku problému. Patří sem fyzická analýza v technické laboratoři. Na základě fyzické analýzy lze identifikovat možné příčiny, které je potřeba doplnit o 5W analýzu, případně vypracovat Ishikawův diagram.
- e) Analýza kořenové příčiny úniku. V tomto případě je potřeba koncentrovat se na detekční systémy, které nezachytily problém. Je nutné se následně soustředit na 5W analýzu nebo případně Ishikawův diagram.
- f) Návrh nápravných opatření. V tomto případě je potřeba vytvořit pracovní skupinu složenou z odborníků znalých daného procesu. Doporučuje se vytvořit minimálně dvě nápravná opatření, kdy se jedno nápravné opatření zaměří na příčinu vzniku problému a na příčinu úniku.
- g) Verifikace dopadu nápravných opatření neboli systémové myšlení. Verifikace by v tomto případě měla proběhnout stejným způsobem jako na začátku projektu. Jedná se o aktivity typu vyčíslení nákladů na implementaci nápravného opatření, stanovení vlivu na další procesy, vyhodnocení vlivu na IT systémy, výpočet vlivu na výstup nebo případně nalezení nejvhodnější pozice pro implementaci nápravného opatření s minimálním, ideálně žádným dopadem na celý produkční systém. Dalšími faktory, které by se měly prověřovat před implementací technických prostředků do procesu, jsou například v této práci popsané vlivy EOS či ESD.
- h) Implementace nápravných opatření, jako je update stávajících systémů, nasazení nových systémů, tvorba nových manuálů spojená s proškolením příslušného personálu tak, aby se zamezilo případným úrazům a činnost byla co nejvíce efektivní. V praxi by se mohlo jednat o implementaci 2D/3D kamer, RGB senzorů, vibračních testů,

kamerových měření, 3D měření, měření hluku mechanických dílů se speciálními mikrofony, měřením elektrických parametrů či různá haptická měření. Veškerá zařízení jsou založena na principu variabilních ICT systémů, přičemž jak HW, tak programovatelný SW, se mohou přizpůsobit různým produktovým řadám.

- i) Aktualizace dokumentace typu FMEA/CP. Veškerá nápravná opatření musí být zdokumentována a předána ke schválení příslušným manažerům. Následně je dokumentace předána příslušným procesním inženýrům, kteří provedou statistické přepočítání a následné úpravy FMEA a kontrolních plánů.

V rámci této práce a zkoumání různých kontrolních systémů a systémových nástrojů vyplynula potřeba implementace systémového myšlení v případě verifikace dopadů nápravných opatření ještě ve fázi před samotnou implementací.

Jedná se o poznatek, že samotné systémy, které provádějí verifikace, bývají samotné elektrotechnickým produktem, a proto je potřeba zvažovat potenciální negativní vlivy na produkci elektrotechnických produktů, již implementovaných systémů a další procesy.

V tomto ohledu existují potenciální rizika dopadu na výstup a s tím spojené finanční ztráty, přičemž následně může nastat omezení času pro některé kontrolní činnosti a v určitých případech může dojít k samotnému zrušení nápravného opatření, čímž opětovně nastane situace, kdy systém neobsahuje nápravné opatření. V rámci posouzení dopadů na proces lze využít různých analýz. Některé způsoby analýzy byly zmíněny v této práci, jako například analýza 5W, různé grafické diagramy, zpracování big data, fyzická analýza a měření. Nejdůležitější je najít nejvhodnější řešení s minimálním nebo žádným negativním dopadem na proces a co nejnižšími náklady spojenými s řešením.

ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na systémy řízení kvality v elektrotechnickém prostředí s důrazem na hodnocení kvality a bezpečnosti produktu. Potřebné informace k tomuto tématu byly čerpány jak z dostupných zdrojů, tak na základě dlouholetých praktických zkušeností autora v oblasti investigace příčin problémů a implementace nápravných opatření.

Pro zpracování tématu jsem navrhnul postup skládající se z více etap, které z různých úhlů pohledu a v logické návaznosti rozvíjejí danou problematiku. Vlastní zpracování každé tematické etapy je pak popsáno ve stejnojmenné kapitole této diplomové práce – Specifika elektrotechnického průmyslu, Bezpečnost produktu, Kvalita produktu, Nástroje kvality, Systémy pro verifikaci kvality a bezpečnosti produktů.

V rámci zpracování jednotlivých etap byla definována východiska včetně legislativních, v rámci vývoje průmyslového prostředí z pohledu kvality a inovací byly identifikovány hlavní nástroje v hodnocení kvality a bezpečnosti produktů, jako je FMEA zahrnující systémovou, procesní a designovou analýzu rizik. Analýza možností řízení nápravných opatření pomocí nástrojů typu 5W analýzy nebo diagramu příčin a následků reprezentuje současné techniky v elektrotechnickém průmyslu. Byly zkoumány technické systémy pro kontrolu kvality a bezpečnosti produktů, jako jsou systémy verifikace klimatické odolnosti, vizuální verifikace produktů, verifikace funkčnosti produktů, verifikace elektrických charakteristik, 3D měření rozměrů, měření hlučnosti mechanických dílů, kamerový kontrolní systém, vibrační systém, robotický měřicí systém, verifikace elektromagnetické kompatibility a simulace elektrostatického výboje. Zohledněny byly aplikace moderních ICT a jejich vliv na systém řízení kvality, včetně komunikačních a databázových nástrojů. Byl zdůrazněn význam systému managementu bezpečnosti informací, včetně souladu s normami ISO/IEC 27001.

Tato rozsáhlá analýza a k tomu dlouholeté zkušenosti autora v daném oboru, to vše vyústilo do návrhu Systému řízení neshodného výrobku. Tento návrh se odlišuje zavedením systémového myšlení ve fázi implementace nápravných opatření jako prevence k předcházení potenciálních rizik, a implementací dvojí 5W analýzou k identifikaci kořenové příčiny vzniku problémů a identifikaci kořenové příčiny úniku problému.

Přínosem diplomové práce je navržený inovativní Systém řízení neshodného výrobku, který zlepšuje prevenci rizik a zvyšuje efektivitu. Dalším významným přínosem práce je komplexní analýza systémů a nástrojů pro řízení kvality a bezpečnosti v elektrotechnickém prostředí.

8 POUŽITÉ ZDROJE

8.1 Seznam literatury

- BRECHTA, B., GRASSEOVÁ, M., ed. (2013). *Efektivní rozhodování: analyzování, rozhodování, implementace a hodnocení*. 1. vydání. Brno: Edika., 21s. ISBN 978-80-266-0179-1.
- DRASTICH, Martin, *Systém managementu bezpečnosti informací*, Grada Publishing, a.s. 2011, ISBN 978-80-247-7616-3.
- FILIP, Ludvík, *Efektivní řízení kvality*, Pointa, 2019, ISBN 978-80-907-5308-2.
- GÁLA, Libor, POUR Jan, ŠEDIVÁ, Zuzana, *Podniková informatika*, 3., aktualizované vydání – Počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi, Grada Publishing, a.s., 2015, ISBN 978-80-247-9918-6.
- LÖFFER, Vladimír, ŠTĚTINOVÁ, Barbora, BERNAT, Lukáš, *Big data a umělá inteligence pro manažery*, nakladatelství Vladimír Löffler 1. vydání, 2021, ISBN 978-80-908226-3-4.
- MITRA, Amitava, *Fundamentals of Quality Control and Improvement* – 4th ed, John Wiley & Sons, Inc., 2016, 29-33s., ISBN 978-1-118-70514-8.
- NENADAL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- SAK, Petr, *Úvod do teorie bezpečnosti – Nekonvenční pohledy na minulost, přítomnost a budoucnost lidstva*. Petrklíč, 2018, ISBN 978-80-7229-793-1.
- SEDLÁČEK, Milan, SUVHÁNEK Petr, ŠPALEK Jiří, *Kvalita a výkonnost průmyslových podniků*. Masaryková univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-8174-1.
- TVRDLIKOVA, Milena, *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy: nástroje ke zvyšování kvality informačních systémů*, Grada Publishing, a.s. 2008, 172 s. ISBN 978-80-247-2728-8.
- VDA, Svaz automobilového průmyslu, *Dekoratивní povrchy zástavbových a funkčních dílů v oblasti interiéru a exteriéru automobilů*, Česká společnost pro jakost, Tiskárna Bruk, 2017, ISBN 978-80-02-02745-4.
- VEBER, Jaromír a kol., *Management inovací*, Management Press, 2016, ISBN 978-80-7261-423-3.

VRANA, Ivan, RICHTA, Karel, *Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů*, Grada Publishing, a.s. 2005, ISBN 978-80-247-6324-8.

8.2 Internetové zdroje

APTIEN, *Preventivní a nápravná opatření - jaký je rozdíl*, [online]. © 2023 [cit. 2024-05-10].

Dostupné z: <https://aptien.com/cs/kb/articles/preventive-and-corrective-actions>

BATTENBERG, *Applications-Industries*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z:

<https://www.battenberg-robotic.com/en/branchen/branchen-ubersicht#Branches>

BEEWATEC, *ESD - Elektrostatický výboj – Důležitost a ochrana pro průmysl*, [online].

© 2024 [cit. 2024-09-19]. Dostupné z: [https://www.beewatec.com/cs/blog/esd-](https://www.beewatec.com/cs/blog/esd-elektrostaticky-vyboj-dulezitest-a-ochrana-pro-prumysl)

[elektrostaticky-vyboj-dulezitest-a-ochrana-pro-prumysl](https://www.beewatec.com/cs/blog/esd-elektrostaticky-vyboj-dulezitest-a-ochrana-pro-prumysl)

DOI, Ryojro, *Vizuální kontrola vad dílů: Metody, výzvy a příležitosti*, [online]. © 2024 [cit.

2024-09-21]. Dostupné z: [https://www.olympus-ims.com/cs/insight/visual-inspection-of-](https://www.olympus-ims.com/cs/insight/visual-inspection-of-part-defects-methods-challenges-and-opportunities)

[part-defects-methods-challenges-and-opportunities](https://www.olympus-ims.com/cs/insight/visual-inspection-of-part-defects-methods-challenges-and-opportunities)

DUDEK, Martin, *Proces schvalování dílů k sériové výrobě*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-19].

Dostupné z: <https://kvalita-jednoduse.cz/ppap/>

ELEHTRIKA.CZ, *Klasifikace spotřebičů*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-29]. Dostupné z:

<https://elektrika.cz/data/clanky/klasifikace-spotrebicu/view>

ELEKTRIKA.CZ, *Funkční generátory*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z:

<https://elektrika.cz/data/clanky/funkcni-generatory>

CHALOUPKA, Jiří. FMEA, [online]. [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: [http://www.chaloupka-](http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea)

[kvalita.cz/fmea](http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea)

INDUSTRY COUNCIL ON ESD TARGET LEVELS, *Understanding Electrical Overstress -*

EOS, [online]. © 2024 [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: [https://www.esdindustrycouncil.org/](https://www.esdindustrycouncil.org/ic/en/)

[ic/en/](https://www.esdindustrycouncil.org/ic/en/)

JETTYVISION, *Co vám přinese 3D měření a kontrola kvality v průmyslu*, [online]. © 2020

[cit. 2024-09-22]. Dostupné z: [https://jettyvision.cz/clanky/co-vam-prinese-3d-mereni-a-](https://jettyvision.cz/clanky/co-vam-prinese-3d-mereni-a-kontrola-kvality-v-prumyslu/)

[kontrola-kvality-v-prumyslu/](https://jettyvision.cz/clanky/co-vam-prinese-3d-mereni-a-kontrola-kvality-v-prumyslu/)

JIRA-ATLASIAN-PRODUKTY, Morosystems Orchestra, *Jira*, [online]. © 2024 [cit. 2024-

09-19]. Dostupné z: <https://orchestra.morosystems.cz/produkty/jira/>

- JOHNER, Institute, Process FMEA, [online]. © 2019 [cit. 2023-10-16]. Dostupné z: <https://www.johner-institute.com/articles/risk-management-iso-14971/and-more/process-fmea-pfmea-how-to-systematically-identify-process-risks/>
- KAITRADE, *Komory pro sluneční simulaci*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://kaitrade.cz/produkty/komory-pro-slunecni-simulaci>
- KUDÉLKA, Vladimír, HALUZÍKOVÁ, Tereza, MÁŠOVÁ, Pavla, *Technická bezpečnost výrobků a technických* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/novinka/technicka-bezpecnost-vyrobku-a-technickyh-zarizeni-obecna-provozni-bezpecnost-zivotni-i-pracovni-prostredi-a-hygiena-z-hlediska-kriterii-rizik>
- MICROSOFT, Teams, Microsoft Teams premium, [online]. © 2022 [cit. 2024-09-18]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-teams/premium>
- MIKROELEKTRONIKA, *Kontrola a testování*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-21]. Dostupné z: <https://kaitrade.cz/produkty/komory-pro-slunecni-simulaci>
- QUALITY TRAINING, A Resource Engineering Company, Types of FMEAS, [online]. © 2023 [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <https://qualitytrainingportal.com/resources/fmea-resource-center/fmea-types/>
- RAS, Operating manual, *Software for Hearing Aids Tests*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: https://www.rohde-schwarz.com/cz/manual/r-s-upv-k7-operating-manual-manuals_78701-28904.html
- REMCOM, *Electrostatic Discharge Testing and Simulations*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-21]. Dostupné z: <https://www.remcom.com/applications/electrostatic-discharge-testing>
- STROJIRENSKÝ ZKUŠEBNÍ ÚSTAV, *Měření hluku mechanických zařízení*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.szutest.cz/mereni-hluku-a-vibraci>
- TEMEX, *Kamerové kontrolní systémy*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.temex.cz/produktove-listy/kontrolni-systemy/kamerove-kontrolni-systemy/>
- TESTO, *Údržba pomocí termokamer od společnosti Testo*, [online]. © 2024 [cit. 2024-09-22]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/aplikace/termokamery-pro-udrzbu>
- TONEVA, Michaela, *Unlock the Power of 5 Whys: Root Cause Analysis Made Easy*, [online]. © 2024 [cit. 2024-06-10]. Dostupné z: <https://www.esdindustrycouncil.org/ic/en/>

TWI, *FMEA vs. DFMEA*, [online]. © 2022 [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/fmea-vs-dfmea#DFMEA>

UNC, university libraries, *Introduction to Knowledge Management*, [online]. 2007-03-19 [cit. 2024-05-09], Dostupné z: https://www.unc.edu/~sunnyliu/inls258/Introduction_to_Knowledge_Management

VIBRATION RESEARCH, *Vibrační systém*, [online]. © 2024 [cit. 2024-07-19]. Dostupné z: <https://vibrationresearch.cz/vyrobky/vibracni-system>

ZPS SLEVÁRNA, *Zajištění kvality laboratoře*, [online]. © 2023 [cit. 2024-09-17]. Dostupné z: <https://www.zps-slevarna.cz/zajisteni-kvality-laboratore>

8.3 Normy, zákony a vyhlášky

ČSN EN ISO 14001, bezpečnost pracovního a životního prostředí - hygienická i ekologická bezpečnost

ČSN OHSAS 18001, zásady, požadavky a kritéria rizik pro bezpečnost práce

Nařízení vlády č. 117/2016 Sb., o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh

Nařízení vlády č. 118/2016 Sb., o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/34/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se zařízení a ochranných systémů určených k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu (přepracované znění) Text s významem pro EHP

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014, o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh (přepracované znění) Text s významem pro EHP

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh