



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

QUALITY ASSURANCE NETWORK

QUALITY ASSURANCE NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Ježek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Jiří Ježek
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.
Akademický rok:	2019/20

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

Quality Assurance Network

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce se zaměřuje na zavádění dokumentace a mapování procesů v oblasti Quality Assurance Network (QAN), jako komplexního nástroje na detekce místa vzniku vad výrobku. Jedná se o graficky reaktivní a preventivní nástroj firemních procesů, díky němuž lze a schematicky zmapovat vznik a detekci vad v určitém výrobním procesu.

Cíle bakalářské práce:

Systémový rozbor řešené problematiky.
Provedení rešerše požadavků relevantních platných norem.
Zhodnocení podnikových informací ze zdroje dat PFMEA podniku.
Zpracování QA network.
Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

NENADÁL, Jaroslav. Měření v systémech managementu jakosti. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2004. ISBN 80-7261-110-0.

NENADÁL, Jaroslav. Moderní systémy řízení jakosti: quality management. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6.

ČSN EN ISO 9001:2015: Systémy managementu jakosti - Požadavky. 02. Praha: Český normalizační institut, 2016.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o zvýšení kvality výrobního procesu pomocí QA network. Nástroj graficky mapuje vznik a detekci vad ve výrobním procesu tak, aby vada byla odhalena co nejdříve po jejím vzniku. K přípravě Quality Assurance Network byla použita jako zdroj analýza možných příčin a důsledků (FMEA). V práci je rozebrána řešerše současného stavu z oblasti kvality – zlepšování procesu a analýzy možných příčin a důsledků. Následně je v práci realizace QA networku a poté je v závěru vlastní zhodnocení řešené problematiky.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with increase of quality of manufacturing process using the QA network. This tool graphically maps the occurrence and detection of defects in manufacturing process so that the defect is detected as soon as possible after its occurrence. The method Failure mode and effects analysis (FMEA) was used as the source for preparation of Quality Assurance Network. In the thesis, there is an analysis of a current situation in branch of quality – improving process and failure mode and effects analysis. After that there is a realization of QA network and the evaluation of the solved issue in conclusion.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zajištění kvality, QA network, detekce vad, zlepšování výrobního procesu, kvalita výrobního procesu

KEYWORDS

Quality assurance, QA network, defects detection, improving of manufacturig process, quality of manufacturing process

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JEŽEK, Jiří. *Quality Assurance Network* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125245>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Jana Rozehnalová.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Janě Rozehnalové, M.Sc. za cenné rady a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Děkuji také kolegům z oddělení QMO LED, především děkuji panu Vlastimilovi Fučíkovi za možnost realizace práce. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině a zároveň svým nejbližším za morální podporu během studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jany Rozehnalové, M.Sc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. 06. 2020

.....

Ježek Jiří

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	17
2.1	Normy ISO	17
2.1.1	ČSN EN ISO 9000:2016 Systém managementu kvality – Základy a slovníky	18
2.1.2	ČSN EN ISO 9001:2016 Systém managementu kvality – Požadavky	18
2.1.3	IATF 16949	19
2.2	Total Quality Management	19
2.3	Nástroje managementu kvality	20
2.3.1	Ishikawa diagram	20
2.3.2	Vývojový diagram	21
2.3.3	Metoda FMEA	21
2.3.4	Metoda FTA (Fault Tree Analysis)	25
2.3.5	8D report	25
2.4	World Class Manufacturing	26
2.4.1	Kaizen	26
2.4.2	Six Sigma	27
2.4.3	QA Matice	27
3	MARELLI AUTOMOTIVE LIGHTING S.R.O.	29
3.1	Představení společnosti	29
3.2	Vize společnosti do následujících let	30
3.3	SWOT analýza	30
3.4	Organizační struktura	30
3.5	Složení oddělení kvality společnosti	31
3.6	Výrobky Marelli Automotive Lighting s.r.o.	31
3.6.1	Halogen	31
3.6.2	Xenon	32
3.6.3	Technologie LED	32
3.6.4	Laserová technologie	34
4	QUALITY ASSURANCE NETWORK	35
4.1	Představení nástroje	35
4.2	Preventivní QA Network	35
4.3	Reaktivní QA Network	35
4.4	Dokumentace	36
4.5	Zhodnocení dat pro aplikaci nástroje	38
4.5.1	Výrobní proces	38
4.5.2	Vstupní data pro preventivní QA network	41
4.5.3	Vstupní data pro reaktivní QA network	43
4.6	Reaktivní QA network	43
4.6.1	Vypracování reaktivní QA network	44
4.7	Zhodnocení dat	49
4.7.1	Využití nástroje	49
4.7.2	Ekonomické zhodnocení	50
4.7.3	Reklamace	50
5	ZÁVĚR	51
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	53

7	SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A ZKRATEK.....	55
7.1	Seznam tabulek.....	55
7.2	Seznam obrázků.....	55
7.3	Seznam zkratek.....	56

1 ÚVOD

Světlo se stalo již mnoho let zpátky nedílnou součástí lidského života. S vývojem žárovky bylo lidem umožněno uměle prodloužit den, což přineslo člověku možnost, jak být produktivní i po soumraku. S rozvojem průmyslu a ve 20. století s prvními dopravními prostředky proniklo svícení i do těchto strojů. V oblasti automobilového průmyslu nastal ve způsobech svícení během posledních pár neskutečný průlom, kdy se desítky let používaný zdroj světla ve formě halogenové žárovky změnil postupně přes světla xenonová až k variantám LED. Touto technologií ovšem vývoj světla nekončí a prostupuje k využívání svícení laserem, který je přisvěcován LED diodou.

Všechna tato světla musí během výroby i používání splňovat zákaznické požadavky, a tak při vývoji je potřeba vše zohlednit a vytvořit takový výrobní proces, který bude zaručovat nejspolehlivější výrobu a co nejmenší zmetkovitost, kterou zajišťuje monitorováním procesu a výběru nejlepšího možného způsobu detekce vad a jejich odhalení ve výrobním procesu nejen pomocí nástrojů World Class Manufacturing.

Předložená bakalářská práce je zaměřena na zavedení reaktivního nástroje do sériové výroby společnosti Marelli Automotive Lighting s.r.o. Součástí práce je pojednání o normách a nástrojích kvality určených k navýšení kvality výrobního procesu. Následně jsou zhodnocena data a jejich aplikace do QA networku. Následuje ekonomické zhodnocení, využití nástroje a závěr.

2 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

Průřezem předchozích desetiletí označení systémů managementu kvality zažilo bouřlivý vývoj. Oficiálně je tento pojem definován již normami řady ISO 9000. „V poslední verzi normy ISO 9000:2015 se píše, že systém managementu kvality je systém managementu s ohledem na kvalitu.“ [2]

Pojetí systému managementu kvality by však nemělo být pouze výsadou jednoho pracovníka, tak jak je k němu ve většině společností přístupováno, ale má být chápán jako problém celku. Zároveň by měl mít určité garantované funkce a přistupovat s podporou pro všechny zaměstnance tak, aby společně byly naplňovány zvyšující se požadavky zákazníků. V současné době lze systém managementu kvality rozvíjet třemi základními směry. Jedná se o koncepci norem ISO, následně o koncepci odvětvových standardů a Total Quality Management (TQM). [2, 4]

2.1 Normy ISO

Koncepce norem ISO řady 9000, které se týkají managementu kvality, jsou vypracovávány technickou komisí nezávislé Mezinárodní organizace pro normalizaci se sídlem v Ženevě, která spojuje mezinárodní standardy pokrývající všechny oblasti normalizace ve zhruba 164 zemích po celém světě. Mimo to, existuje ještě doplňková řada ISO 10000, které se zaměřují na návody, jak u normy ISO 9001 plnit její specifické požadavky. [10, 2]

Mezinárodní normy dostávají i své překlady a jsou poté uváděny v systému norem ČSN, zde bude kladena pozornost na normy řady ISO 9000:

- ČSN EN ISO 9000:2016 (Systém managementu – Základy a slovníky)
- ČSN EN ISO 9001:2016 (Systém managementu kvality – Požadavky) [2]

K tomu přidáme IATF 16949 specifikující orientaci na zákazníka v automobilovém průmyslu. [4]

Z doplňkové řady ISO 10000, které organizacím mohou být nápomocné při zlepšování a vytváření systémů managementu kvality, činností nebo procesů se týkají:

- ISO 10001 Management kvality – Spokojenost zákazníka – Směrnice pro pravidla chování organizací. Zabývá se návodem, že ustanovení spokojenosti zákazníka splňují jeho očekávání a potřeby. [1]
- ISO 10003 Management kvality – Spokojenost zákazníka – Směrnice pro externí řešení sporů organizace. Pojednává o efektivním řešení sporů, které se týkají produktu. [1]
- ISO 10004 Management kvality – Spokojenost zákazníka – Směrnice pro monitorování a měření. Přináší návod ke zvýšení spokojenosti zákazníka vedoucí k posílení jeho loajality a udržení. [1]

2.1.1 ČSN EN ISO 9000:2016 Systém managementu kvality – Základy a slovníky

Uvádí a vysvětluje pojmy, o které se opírá celý systém filozofie a řízení kvality. Především je základem pro pochopení normy ČSN EN ISO 9001:2016. Shrnuje tedy základní terminologii, která je potřebná k dalšímu pochopení norem. Definuje zásady managementu kvality. [11]

2.1.2 ČSN EN ISO 9001:2016 Systém managementu kvality – Požadavky

Jedná se o standard, který je mezinárodně uznávaný a od doby své první publikace v roce 1987 prošla několika revizemi, které spíše upřesňovaly požadavky prvků normy. Je popsána na základě zásad managementu kvality. [13] Těmi jsou:

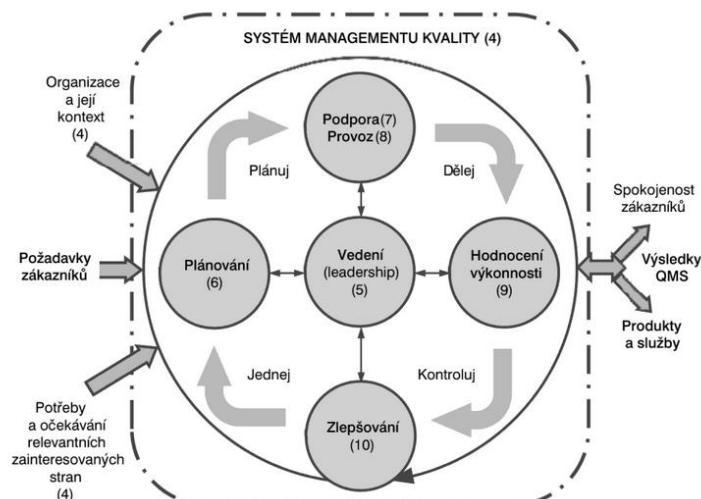
- Zaměření na zákazníka
- Vedení (leadership)
- Angažovanost lidí
- Procesní přístup
- Zlepšování
- Rozhodování založené na faktech
- Management vztahů [1]

V této normě dochází k prosazení zefektivnění systému managementu kvality, jehož úkolem je zvýšení spokojenosti zákazníka tak, že dojde k plnění jeho požadavků. Přístup, kdy je pochopeno řízení, ve kterém jsou procesy vzájemně provázány, přispívá k tomu, aby organizace dosahovala stanovených výsledků. Dochází k vzájemnému doplnění požadavků na služby a produkty s požadavky na systém managementu kvality. Procesní přístup normy využívá cyklus PDCA a zvažování rizik. [1]

Metoda PDCA, jejíž funkčnost je založena především na kontinuálním zdokonalování současných procesů, je zpracována pomocí Demingova cyklu (Plan – Do – Check – Act), který lze považovat za nejzákladnější model pro zlepšování. Ve čtyřech fázích by se měla postupně zlepšovat jakost a zároveň provádět změny. Tento proces nemá konec a pro zajištění neustálého zlepšování by se měl neustále opakovat. [1, 4]

První fáze „Plánuj“ slouží k vypracování nápravných, nebo preventivních opatření na základě příležitostí, které byly identifikovány. Následuje přechod do fáze „Vykonej“, která má na starosti vykonání těchto naplánovaných aktivit z první fáze. Krok „Zkontroluj“ je zainteresovaný především na analýzu a měření dosažených výsledků a jejich následná komparace s naplánovanými cíli v první fázi. Poté přichází fáze „Reaguj“ a ta reaguje na výsledky tohoto pozorování. Při konečném vyhodnocení se nahlíží, zda se cílů, které byly v počátku naplánovány, dosáhlo. Proběhl-li tento krok v pořádku, dochází ke standardizaci. V opačném případě, kdy zavedená opatření nebyla dostatečně účinná, dochází k hledání jiných způsobů a cest, jak plánované cíle splnit. *„V Podstatě všechny používané metodiky zlepšování jsou rozpracováním těchto čtyř základních kroků cyklu PDCA, popřípadě jejich upravené podoby.“* [4, 7]

- Plan – Plánuj – identifikování problému – plán zlepšení
- Do – Vykonej – realizace plánu – přijetí opatření
- Check – Zkontroluj – zhodnocení účinnosti opatření
- Act – Reaguj – záběh standardu opatření [7]



Obr. 1) Struktura normy ISO 9001 v cyklu PDCA [1]

Zároveň je nezbytně nutné i zvažování rizik, aby byl vybudován efektivní systém managementu kvality. Aby bylo organizací vyhověno požadavkům normy, musí se zavádět preventivní opatření, aby byly odstraňovány potenciální neshody a zároveň byla přijata opatření, aby bylo zabráněno opětovnému výskytu. [1]

Důležité je v normě dbát na slovesné tvary, neboť patrně shodná slova mají odlišné významy:

- „musí“ je interpretace pro požadavek,
- „má“ je interpretace pro doporučení,
- „smí“ je interpretace dovolení,
- „může“ je interpretace pro možnost nebo způsobilost. [1]

Pro tuto normu je klíčová vazba na předchozí normu ISO 9000 a zároveň i na ISO 9004 Řízení udržitelného úspěchu organizace – přístup managementu kvality, jež nese návod organizacím, které řeší rozšířená témata nad rámec normy a následně cílí k tomu, aby výkonnost organizace byla celkově zlepšována. [1, 3]

2.1.3 IATF 16949

International Automotive Task Force je skupinou výrobců z oblasti automobilového průmyslu a má podporovat navyšování kvality tohoto odvětví. IATF 16949 zároveň není plnohodnotným dokumentem, ale tvoří doplněk normy ISO 9001:2015. Plně respektuje všechny základní požadavky a strukturu normy ISO 9001:2015, ovšem hodnotí specifika automobilového průmyslu a zpřísňuje požadavky předchozí normy. [4, 9]

2.2 Total Quality Management

Koncept, který je možné dnes považovat za filozofii managementu, se od sedmdesátých let používá pro řízení jakosti v japonských firmách. Koncepce TQM není předepsaná normami jako koncepce ISO, skládá se z několika principů a názorně ukazuje otevřený systém, který napomáhá k neustálému zlepšování procesů společnosti. [3, 6]

2.3 Nástroje managementu kvality

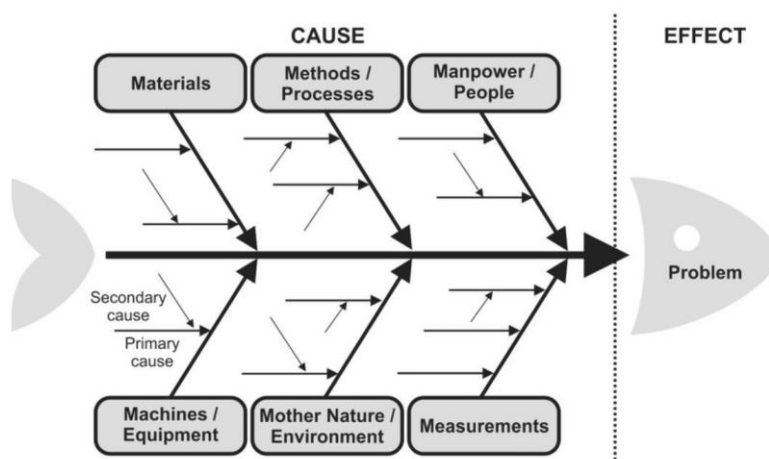
K objektivnímu vykonávání a aplikaci účinných a efektivních principů, byly specifikovány různé kvalitativní a kvantitativní nástroje a metody pro řízení kvality. Existuje sedm základních nástrojů managementu kvality, mezi které se řadí Kontrolní tabulky, které zaznamenávají počty výpadků, Histogram, Vývojové diagramy, které graficky zpracovávají návaznosti procesu. Dále Paretův diagram, Ishikawův diagram, Bodový diagram, Statistická regulace procesů a případová studie. Nástroje není nutné používat ve zmíněném pořadí, jedná se pouze o souhrn nejpoužívanějších nástrojů managementu kvality. Zajímavým je nástroj 5 Proč, který napomáhá kladením otázek, proč se něco děje, až k nalazení kořenové příčiny. Bude zmíněn Ishikawa diagram, který se řadí mezi sedm základních nástrojů managementu kvality a napomáhá k odhalení kořenových příčin procesu, taktéž podkapitola k vývojovým diagramům. Zmíněna bude analýza možných příčin a důsledků a metody FTA, která se dá považovat za opak FMEA. [6, 23]

2.3.1 Ishikawa diagram

Je-li potřeba efektivně nalézt příčinu daného následku, lze použít přesně tento grafický nástroj, kterému přezdívá „rybí kost“, protože díky své struktuře vyjadřuje postupně zdroje příčin, u kterých je možné provádět na základě vzájemných vztahů následnou analýzu. Tento diagram interpretuje příčiny daných následků, protože shromažďuje informace z několika částí, a to především z výkonnosti, procesů a konečných výsledků procesu. [4]

Vzhledem ke své přehlednosti a pochopitelnosti je nástroj použitelný k řešení všech různých potenciálních problémů, kdy je možné ho využít v celé škále řízení. [5]

Postup je možné rozdělit na dvě části, kdy v jedné je připravován brainstorming a v druhé části už pouze probíhá jeho realizace. První část realizují základní kroky, a to je výběr kolektivu, organizace schůzky, realizace základní kostry a poté je již svolán samotný brainstorming, kde je zvolen moderátor, který poté s týmem optimálně definuje problém. Jsou definovány skupiny příčin, kdy se nejčastěji používají aspekty: materiál, lidé, metody, prostředí, stroje. Ukázka diagramu je v následujícím obrázku. [4]



Obr. 2) Ishikawa diagram [12]

Diagram je složen na základě formulace elementárních příčin daného efektu, které se zapisují do diagramu, a to až do chvíle, kdy jsou vyčerpány všechny možnosti a nápady. Celkově do tvorby diagramu vstupuje tvůrčí myšlení, a proto je vhodné dbát na zásady, že žádné nápady by neměly být kritizovány, a proto by se měl zaznamenat každý zmíněný nápad. [4]

Vyhodnocení poté pomáhá najít příčinu za pomoci bodového hodnocení. Každý člen má určitý počet bodů, které jsou poté postupně rozděleny a následně jsou určeny příčiny, které jsou následně zpracovány dál. Jednou možností je využít Paretovu analýzu, která pracuje s tím, že jakostní problémy působí velmi malé procento příčin (5-20 %). Získaná data se přenáší do diagramu a jsou určeny nejdůležitější příčiny, které jsou zdrojem pro dočasná nápravná opatření aplikovaná tak, aby došlo k jejich odstranění. K dosažení efektivnosti dochází ke sběru dat vlivu příčin na proces. Při zlepšení dochází k přijetí nápravných opatření. [4]

2.3.2 Vývojový diagram

Jedná se o přehledný nástroj, který graficky znázorňuje návaznost všech jednotlivých kroků procesu a umožňuje jeho analýzu. Do procesu tvorby by měly být zapojeny všechny zainteresované strany procesu, protože se používá při týmovém řešení problémů. Pro dostatečnou přehlednost by neměl přesáhnout jednu stranu a k jeho vypracování je využito grafické symboliky, která se řídí normou ČSN ISO 5807:1996 – Zpracování informací. Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému, síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému. [7, 24]



Obr. 3) Základní symboly vývojových diagramů [25]

2.3.3 Metoda FMEA

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, spojenou s ohodnocením jejich rizik, jež je východiskem pro návrh a realizaci opatření vedoucích ke zmírnění těchto rizik. Je důležitou součástí přezkoumání návrhu a její aplikací lze odhalit až 90 % možných neshod. Tato metoda byla vyvinuta v šedesátých letech minulého století v USA a byla původně určena pro analýzy spolehlivosti složitých systémů v kosmickém výzkumu (byla vyvinuta NASA pro projekt Apollo) a jaderné energetice. [4, 14]

Později FMEA však začala svým výstupem poskytovat preventivní opatření vůči výskytu neshod i v jiných oblastech, a to zejména v automobilovém průmyslu, kde se postupem času stala povinnou součástí procesu pro uvolnění dílů do sériové výroby. V současné době, kdy roste složitost vyráběných produktů, je kladen důraz na rozvoj technologií a automatizaci procesu je více než pravděpodobné, že bude následovat další rozvoj jejího využití. Nejčastěji se používá při vzniku nových, nebo jinak inovovaných produktů či procesů již v rané fázi prvního řešení konceptu, avšak ji lze aplikovat i na stávající procesy a produkty. Celkové vyhodnocování metodiky FMEA je nutné zpracovávat týmově, aby byly zastoupeny znalosti všech odborných pracovníků. [4, 14]

Aplikaci FMEA můžeme rozdělit na FMEA návrhu produktu, která minimalizuje rizika u výsledného zákazníka a procesní FMEA, která minimalizuje rizika v procesu výroby. [4]

Analýza FMEA a její výsledek se zaznamenává průběžně ve strukturované podobě do standardizovaného formuláře. [4]

Výstupy díky aplikaci FMEA je možné definovat:

- kladení důrazu vůči prevenci nízké kvality
- klasifikace rizik možných vad vedoucích k stanovení priorit opatření
- snížení počtu změn při realizaci díky možnosti optimalizace návrhu
- dochází ke vzniku cenné informační databáze produktu i procesu
- minimální náklady na provedení v porovnání s náklady, které by mohly vzniknout při výskytu vad [4]

FMEA návrhu produktu

Úkolem je při návrhu produktu v této etapě odkrýt možné nedostatky a následně před schválením finálního produktu umožnit zrealizovat opatření tak, aby tyto nedostatky byly odstraněny. Složený tým pro realizaci FMEA by měl zastupovat různé nositele znalostí, kteří zvládají kriticky posoudit navrhované řešení. Tvorba FMEA je vedena zkušeným moderátorem. Aplikace metody se uskutečňuje v několika fázích. [4, 8]

Zhodnotí se současný stav a produkt se rozloží na dílčí součásti u nichž probíhá vlastní analýza částí. V první části tým analyzuje rozpad částí a jejich funkcí tak, aby byly správným podkladem pro určování vad. Následuje identifikace možných vad, které mohou během životního cyklu produktu vzniknout. Je třeba brát v potaz různé podmínky a okolnosti, za kterých bude produkt využíván. Dalším krokem pro předcházení možným vadám se tým začne zaměřovat na analýzu možných příčin a následků. Vždy s ohledem na bezpečnost uživatele je potřeba zhodnotit dopady, jaké vada může mít na uživatele i jeho okolí. Vše pokračuje analýzou současných preventivních opatření, která snižují pravděpodobnost výskytu vady. [4, 8]

Vyhodnocování rizik těchto možných vad je založeno na evaluaci jejich odhalitelnosti, významu, případně očekávaném výskytu. Tato tři kritéria jsou hodnocena stupnicí, která představuje trestné body, a to na škále 1 až 10 bodů. Tudiž při celkovém zhodnocování tým určuje závažnost následku vady pro zákazníka. Nastane-li situace, kdy jedna vada je schopna vyvolat několik různých následků, poté je vyhodnocován nejzávažnější následek vady. [4, 8]

Poté, co je určeno hodnocení pro každou možnou vadu ze všech tří kategorií, vypočte integrované kritérium, jež lze popsat jako rizikové číslo RPN, které pochází z anglického Risk priority number, které je součinem jednotlivých hodnocených kritérií a vzhledem k rozsahu hodnocení může nabývat hodnot v rozmezí 1 až do 1000. [4]

$$„Rizikové číslo = Význam \times Výskyt \times Odhalitelnost“ [8]$$

Po tomto hodnocení a určení výsledných rizikových čísel se označí rizika nepřijatelná, která bude potřeba zmírnit tak, že dojde k návrhu opatření. Vše se odráží od kriticky stanovené hodnoty rizikového čísla, která stanovuje přijatelnost, či případnou nepřijatelnost. Hodnota rizikového čísla je ve většině případů stanovena zákazníkem. Zároveň je důležité nezabývat se rizikovým číslem jako jediným způsobem hodnocení přijatelnosti rizika, především pokud jsou kladeny přísnější požadavky na spolehlivost. Je stejně důležité se zabývat i možnými vadami, které dosáhly vysoké hodnoty i v dílčích kritériích. [4]

Návrh a realizace opatření ke zmírnění rizik

Možné vady, konkrétně ty, které byly díky analýze evaluovány jako nepřijatelné, by měly být týmem eliminovány tak, že dojde k návrhu opatření, které bude dbát na to, aby došlo ke snížení významnosti vady a zároveň se snížila její pravděpodobnost vyskytnutí a zlepšilo se případné odhalení vady. Tím, že dojde k návrhu opatření dochází ke konci druhé fáze týmu FMEA.

Vytvořená opatření jsou předána vedoucímu, poté jsou stanoveny termíny a odpovědnosti za realizaci opatření. [4]

Hodnocení stavu po realizaci opatření

Po aplikaci všech opatření, započne poslední fáze, kdy opět tým FMEA uděluje hodnocení po zavedení opatření. Cílem je, aby bylo po předchozím hodnocení možná rizika již považovat za přijatelná a aby poklesla riziková čísla oproti předchozím hodnocením pod kritickou hodnotu. Pokud stále u některých vad nejsou opatření přijatelná a nedaří-li se zajistit dostatečné snížení, je potřeba navrhnout robustnější opatření, které se pokusí snížit hodnotu rizikového čísla. [4]

FMEA procesu

Procesní FMEA je prováděna již při inovování produktů, nebo při změnách v technologickém postupu výroby. Postup při této analýze je víceméně shodný s FMEA návrhu produktu, který je zmíněný výše s jediným rozdílem, kdy příčiny možných vad nejsou hledány v navrhovaném produktu, ale již v navrhovaném procesu. Tímto může být v konečném důsledku přínosem, protože přezkoumává již běžící výrobní proces a může tím pádem odkrýt slabá místa, která mohou být jistou iniciací zlepšována. Procesní FMEA monitoruje celý technologický postup, který se line fází výroby a povýrobními operacemi, až do chvíle, kdy je konečný výrobek předán zákazníkovi. V obrázku na následující straně je k vidění vzor formuláře pro vyplnění procesní FMEA. [4, 7]

<p style="text-align: center;">Potential Failure Mode and Effects Analysis (Design FMEA)</p>																			
System Subsystems Component Model Year / Vehicle(s) Core Team:			Design Responsibility: Key Date:			FMEA Number: Prepared by: FMEA Date (Orig.):				(Rev.):									
Item / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S E V	C L A S S	Potential Causes / Mechanisms of Failure	Current Design Controls Prevention	O C C	Current Design Controls Detection	D E P T N	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Action Results						
													A	S	E	V			

Obr. 4) Formulář procesní FMEA [13]

2.3.4 Metoda FTA (Fault Tree Analysis)

Metoda, jež v českém jazyce známe spíše jako „analýzu stromu poruch“ je alternativou pro metodu FMEA. Přístup identifikace a analýzy příčin je podobný, jen opačným východiskem je, že přistupuje od vady a jejího následku k příčinám. Zaznamenává se do stromového diagramu a člení příčiny do úrovní. Výpočtem pravděpodobnosti výskytu vady dojde ke stanovení míry rizika. [14]

2.3.5 8D report

Dalším nástrojem, který je využíván především pro řešení reklamací, je 8D report. Ke vší přehlednosti poskytuje jednoduchý, systematický a neustálý postup. Především, protože je tato metoda vhodná k analýze kořenových příčin do hloubky, pomáhá efektivně odstranit příčinu neshody. Zároveň nedetekuje jen jednu příčinu, ale snaží se monitorovat systematické neshody, které mohou v procesu vzniknout. Taktéž je efektivní pro sdílení informací v rámci organizace, aby se dalo předejít a zároveň zabránit stejným, či rekapitulujícím se problémům. Chronologické pořadí 8D reportu, který optimálně vychází z PDCA cyklu, vytvoří náhled, který nepokryje jen původní symptom, ale i nalezne skutečnou kořenovou příčinu a přijde s řešením vzniklé neshody natrvalo. Celkový proces se dělí na několik disciplín. [15, 23]

Celý proces 8D začne ve chvíli, kdy je nalezena neshoda, která zahájí vytvoření řešitelského týmu, který se bude následující neshodě věnovat. Tento tým by měl být tvořen odborníky, kteří znají proces a zároveň mají dostatečné kompetence a znalosti k řešení neshody. První fáze tvorby reportu má za úkol popsat problém, který bude obsahovat jeho definici a popis. Vychází především z Ishikawa diagramu, ale lze použít ke sběru, co nejvíce informací. Může vycházet i z nástroje 5 Proč. Co nejdříve poté, co je problém popsán, dochází v procesu k okamžitým nápravným opatřením, která zajistí, že výroba nebude omezena. Při přesunutí k dalšímu kroku dochází k řešení problému pomocí nástrojů kvality, ve kterém dojde i k zapojení Quality Assurance network. Po potvrzení kořenové příčiny se ověřuje, zda má nápravné opatření dostatečný efekt a přechází se k nastavení trvalých nápravných opatření. Tato opatření dávají za vznik plánu trvalého opatření, které povede k zamezení problému. V závěru dochází při získání zkušeností k tomu, aby se přenesla a aplikovala na další generaci produktu. Pro jednodušší pochopení je na řádcích níže rozebrán 8D report po jednotlivých krocích: [15, 23]

- D1: Vytvoření řešitelského týmu
- D2: Popis problému (definice + popis 5 Proč)
- D3: Dočasné opatření
- D4: Příčina problému (řešení a užití nástrojů kvality)
- D5: Nápravná opatření
- D6: Zavedení trvalých opatření
- D7: Opatření k zamezení opakování problému
- D8: Shromáždění zkušeností a ukončení [15, 23]

2.4 World Class Manufacturing

K rostoucímu stavu konkurence se snaží organizace postupně najít nové způsoby a cesty, jak se svou společností přežít a rozvíjet se, ať už v oblasti výroby nebo logistiky, je k dobrým výsledkům potřeba zahrnout i problematiku ekologie, bezpečnosti, zároveň i společenské odpovědnosti. Ty můžeme poté spojit do jednoho komplexního celku, který nazýváme World Class Manufacturing (WCM). Jeho hlavním cílem je pomocí radikálního a přírůstkového zlepšování, zajistit co nejvyšší snížení plýtvání a ztrát všech typů, kdy jsou zapojeni pracovníci ze všech oddělení a úrovní podniku, s následnou standartizací práce a rozvoje těchto pracovníků. Myšlenky, které podírají celou hierarchii WCM lze vyslovit následujícím způsobem, kdy je důležité být netolerantní vůči jakékoliv ztrátě a je důležité zajistit dostatečnou motivaci pro pracovníky tak, aby pro ně byl proces takový, jako kdyby přímo oni byli jeho vlastníci a zároveň sami přicházeli s nápady na jeho neustálé zlepšování. [4]

Celý koncept programu je postaven na následujících principech a metodách. Hovoříme o Kaizenu, Six Sigma, TQM a štíhlé výrobě. Především tím nejdůležitějším cílem metodiky je zajistit při výrobě následujících hodnot nula odpadu, nulová poruchovost, nulové vady, nulová zásoba, nulová úrazovost a v neposlední řadě minimální náklady. [4]

Na základě toho můžeme kontrolovat a vyhodnocovat výsledky, jestli je společnost na správné cestě k dosažení úrovně světové třídy výrobců, kterou nazýváme World Class. Realizace procesu probíhá pomocí několika aktivit a metod, kde existuje 10 manažerských a 10 technických pilířů. Při správném plnění pravidelných auditů se díky hodnocení jednotlivých pilířů organizace může nechat ocenit zlatou, stříbrnou, nebo bronzovou medailí. Ve chvíli, kdy společnost dosáhne 80-100 bodů, začne se jednat o World Class Standard. Ovšem dosažení světové úrovně je běh na dlouhou trať a je to proces, který je standartně naplánovaný na deset let. [4]

2.4.1 Kaizen

Celkově můžeme kaizen definovat jako „*KAI (změna) + ZEN (k lepšímu) = kontinuální zlepšování.*“ [4]

Principem je provádět drobná zlepšení jednotlivými pracovníky s předpokladem, že bude v rámci jejich denní aktivity usnadněna, zrychlena a zároveň zjednodušena jejich práce. Shrneme-li vše do jednoho celku, tak představujeme proces, kdy je kontinuálně vše zlepšováno s jediným cílem, aby vzniklo bez zbytečného, případně nulového plýtvání mnohem více hodnoty. Nejdůležitějším prvkem, který je zveličován nejvíce, je respekt vůči všem pracovníkům. Dalsím hlavním aspektem je standartizace práce. [4, 17]

Tato metoda však nemůže fungovat v případě, že v celém podniku nefunguje důvěra během týmové práce. Každý jedinec musí spolupracovat tak, aby celý tým fungoval jako jeden celek. Z toho plyne i informovanost a znalost cílů a úkolů podniku každým jednotlivcem. Tím pádem je nejdůležitější otevřenost a informovatelnost na všech pozičních stupních. [4, 18]

2.4.2 Six Sigma

Jednou z hlavních vizí Six Sigma je dosáhnout spokojenosti zákazníka, a přitom mít i dostatečný zisk. Tato jednoduchá motivace se snaží ztělesnit filozofii, ve které se postupně během procesu aplikuje strukturovaný, disciplinovaný, systematický a na data orientovaný přístup, jež má za úkol, aby stoupal podnikatelský výkon během každodenních činností. [4, 16]

Cíle a poslání Six Sigma jsou následující

- Zisk
- Spokojenost zákazníků
- Spokojenost zaměstnanců
- Spokojenost dodavatelů
- Ekologie
- Bezpečnost
- Etika [4, 16]

Naopak Lean nabízí možnost, kdy jsou maximalizovány aktivity, které přidávají hodnotu výrobku, nebo službě a zároveň se snaží eliminovat ty případy, kdy dané aktivity nepřinášejí absolutně žádnou hodnotu. [4]

Stejně jako Six Sigma má i Lean základní principy

- Zmapování procesu a eliminace plýtvání
- Zákazníkem určené specifické hodnoty
- Tok (pohyb produktu)
- Tah (produkty tažené poptávkou zákazníka)
- Dokonalost [4, 16]

Spojením a aplikací Lean & Six sigma dojde k vytvoření docela silného nástroje, protože Lean dokáže zrychlit proces a snižuje kapitál investovaný do procesu tím, že odstraní plýtvání a k tomu se připojí Six Sigma, která sníží variabilitu a zároveň zvýší kvalitu. [4, 16]

2.4.3 QA Matice

Je reaktivním nástrojem, který je vhodný především k identifikaci priorit, protože především zohledňuje, kolik vadných kusů se vyrobilo. Dochází zde ke zhodnocení optimálních kritérií problémů vzniklých ve výrobě. Na ty lze přihlížet z hledisek závažnosti, oblasti detekce, nebo například i případnou finanční ztrátou. Zvyšuje efektivitu procesu z hlediska, kde jsou řešeny převážně prioritní problémy, které matice vyhodnotí a ne problémy, které se zdají subjektivně prioritní. Matice jsou průkazné především při kvartálním vyhodnocení, a to díky prokázání kritických procesů, které mají největší podíl na vzniku defektů. Tím, že dojde k separaci do kategorií Man, Machine, Material, Method, Design. A vyhodnotí se vliv jednotlivých M v kritických procesech. Tato metoda je nápomocná při hledání jednotlivých řešení a usnadní volbu toho, které bude nejvíc optimální a urychlí jeho vyřešení v co nejkratší možné době. [23]

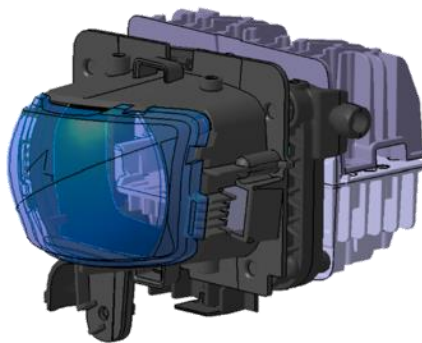
3 MARELLI AUTOMOTIVE LIGHTING S.R.O.

3.1 Představení společnosti

Marelli Automotive Lighting s.r.o. je společnost, se sídlem v Jihlavě a má dva závody, z nichž jeden z nich je v průmyslové zóně na Pávově a druhý ve Stříteži. V závodě Střítež se vyrábí a kompletují komponenty světelných modulů, které jsou následně v závodě Pávov montovány do kompletních sestav světel. Mezi zákazníky odebírající světelné moduly se řadí i ostatní zahraniční pobočky společnosti Marelli Automotive Lighting. Celá společnost čítá 24 měst, které se nachází na čtyřech kontinentech a je zdrojem příjmu pro zhruba osmnáct tisíc zaměstnanců. [20]

Společnost, která byla založena v roce 1999 jako divize firmy Robert Bosch GmbH ve spolupráci s italskou společností Magneti Marelli, dlouhou dobu svému původnímu majiteli nevydržela. Již krátce po založení v roce 2001 vzrostl majoritní podíl společnosti Magneti Marelli v závodě na 75 %, kdy poté následně o dva roky později již společnost vlastnila celých 100 % výrobního závodu, a tak se Automotive Lighting s.r.o. stal členem Magneti Marelli Group, která byla součástí koncernu Fiat Chrysler Automobiles. V roce 2019, kdy došlo ke změně vedení ve společnosti Fiat Chrysler po smrti Sergia Marchionneho došlo k prodeji divize Magneti Marelli společnosti Calsonic Kansei. Poslední událostí, která nastala, byla změna názvu z Automotive Lighting na Marelli Automotive Lighting. [20]

Závod Střítež, taktéž nazývaný LEDkov, se zabývá výrobou světelných modulů a zároveň slouží jako dodavatel světelných zdrojů pro ostatní mezinárodní závody.



Obr. 5) Světelný modul [26]

Závod na Pávově kompletuje světlometry v různých provedeních od halogenu přes xenon až po LED a laser. Zároveň se může pyšnit oddělením výzkumu a vývoje, zkráceně R&D, které pochází z anglického Research and development. Zde ožívá většina nových projektů pro přední evropské automobilky, které jsou významnými zákazníky společnosti. Mezi ně se řadí koncern Volkswagen, BMW, Audi, Mercedes a další. [20]

Aktuálně závody Střítež a Pávov pojímají dohromady přibližně 2200 kvalifikovaných zaměstnanců a vyrobí přibližně 4,5 milionu světel ročně. [20]

3.2 Vize společnosti do následujících let

Společnost během roku 2019 očekává růst tržeb, který se odráží od náběhu technologií spojených se zákazníkem BMW. Jedná se o laserové technologie u nových projektů GX. Zároveň v roce 2019 dochází k uvolnění inovativních modulů DML pro zákazníka Audi, kdy dochází díky novým technologiím k posílení výrobního portfolia. Výhodou nových generací světlometů jsou mnohem lepší světelné charakteristiky. Mají také pozitivní dopad na životní prostředí a vydrží po celou dobu životnosti vozu. Počet komponent takových světlometů nové generace je skoro dvojnásobný. Celkově dochází k poklesu výroby klasických halogenových a xenonových světlometů. [21]

3.3 SWOT analýza

V následující tabulce je přehledně zobrazena SWOT analýza společnosti. [23]

	Silné stránky (Strengths)	Slabé stránky (Weaknesses)
Interní faktory	<ul style="list-style-type: none"> - Používání nástrojů WCM - Umístění podniku - Globálně orientovaný trh - Naplánované cíle - Neustálý vývoj 	<ul style="list-style-type: none"> - Zdvojování pracovních úkonů nesprávným používáním nástrojů vede k neefektivní práci zaměstnanců - Sledování výsledků a tok informací napříč společnostmi - Výdaje za nekvalitu
Externí faktory	Příležitosti (Opportunities)	Hrozby (Threats)
	<ul style="list-style-type: none"> - Vývoj nových technologií - Expanze na nové trhy 	<ul style="list-style-type: none"> - Omezené skladovací a výrobní prostory - Nepredikovatelný vývoj trhu

Tab 1) SWOT analýza společnosti [21]

3.4 Organizační struktura

Ke vši přehlednosti je vhodné si představit organizační strukturu ve společnosti, které mají na starost zařadit pracovní úkoly k nim spadající. Všechny tyto útvary zajišťují společně plynulý a co nejefektivnější chod společnosti. Jedná se o následující: [21, 23]

- Nákup
- Kvalita
- Personální
- Vývoj
- Informatika
- Předvýroba
- Výroba
- Příprava výroby
- Technický servis
- Logistika

3.5 Složení oddělení kvality společnosti

Quality Management Customer

Zaměstnanci tohoto oddělení komunikují a řeší se zákazníkem problémy a reklamace. Spolupracují s ostatními složkami QM, protože předávají informace od zákazníků a mají na starosti analýzy a zároveň i nápravná opatření. [23]

Quality Management Operative

Tým QMO zajišťuje kvalitu v sériové výrobě, kontroluje kvalitu dílců a nastavuje hraniční OK a NOK kusy, zároveň mají na starosti interní výpadky linek a dohlíží nad správným dodržováním standardů výroby. [23]

Quality Management Projects

Příprava nových projektů běží pod tímto oddělením a zavádí specifické požadavky zákazníků. Zároveň operativně řeší problémy, které vznikají při rozjíždění nových projektů a zajímá se o nápravu konstrukčních problémů tak, aby se předešlo nekvalitě v budoucí výrobě.

Poté ještě existuje oddělení zkušeben, která patří též pod QMP, jedná se především o provádění testů ve světelných a materiálových laboratořích. [23]

Quality Management System

Pracovníci spravují systémovou dokumentaci a v kooperaci s ostatními oddělení mají za úkol připravovat certifikační audity a interní audity projektů, procesů a systému. [23]

3.6 Výrobky Marelli Automotive Lighting s.r.o.

Předmětem podnikatelské činnosti společnosti je výroba světelných zařízení pro dopravní prostředky. Jedná se o výrobu světel, ale i jejich částí. Danými částmi mohou být světelné moduly, které společnost exportuje pro další výrobu světel svým zákazníkům. Nyní si rozebereme, o jaké typy světlometů se jedná.

3.6.1 Halogen

Halogen je nejtypičtější nasazovaný typ světlometu již od 60. let 20. století. Poskytuje oproti jejich předchůdcům více životnosti a světelného toku. I v dnešní výrobě jsou stále používány pro všechny typy svícení, máme na mysli potkávací, dálková i parkovací světla. [22]



Obr. 6) Halogenový světlomet [22]

3.6.2 Xenon

Psal se rok 1991 a Automotive Lighting jako první uvedl na trh světla xenonová, která mají schopnost poskytnout o 200 % více světla než typický světlomet s halogenovými žárovkami. Zároveň spotřebuje během svého provozu zhruba o třetinu méně energie než halogen a bezpečně by měl vydržet po celou dobu životnosti automobilu. [22]

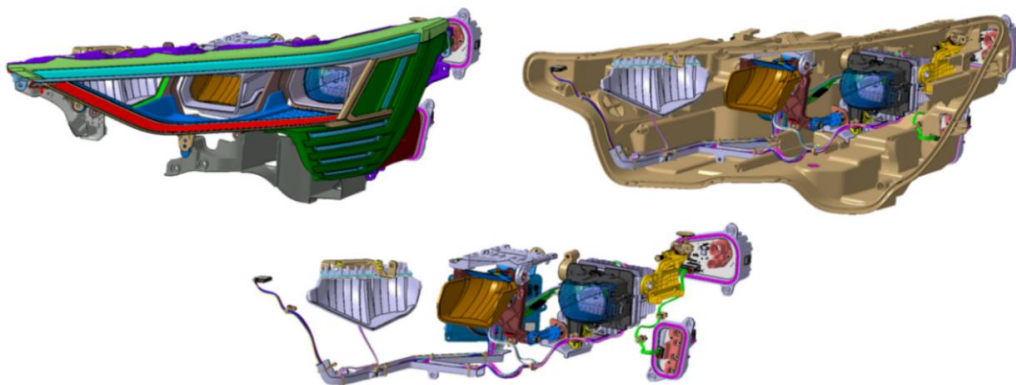


Obr. 7) Xenonový světlomet [22]

3.6.3 Technologie LED

Volba svícení technologií LED vyniká svou životností a zároveň svou energetickou nenáročností. Zjednodušeně se jedná o elektronickou součástku, u které dochází k vzniku světla tím, že se uvolňují fotony při průchodu elektrického proudu polovodičovými rozhraním. Ta pro svou správnou funkci potřebuje adekvátní napájení neboli řízený zdroj proudu a zároveň dostatečný odvod tepla, který je zajišťován pasivně, kdy je chladič dostatečně dimenzován k odvodu tepla, nebo aktivním chlazením, kdy vzduch cirkuluje a teplo je odváděno ventilátorem. Konečný světelný obraz je poté tvořen pomocí reflektoru odrážejícího světlo a čoček, které světlo lámou a clon, které zastíňují určité části zdroje světla. [23]

Světelný zdroj je součástí každého modulu. Skládá se z chladiče, kterým většinou bývá odlitek ze slitiny hliníku, na kterém jsou v přesně definovaných pozicích umístěny jednotlivé LED nebo celá deska tzv. PCB (PC board), na které jsou rozmístěny LED diody. Zároveň součástí každého světelného zdroje je i součástka citlivá na teplo tzv. termistor, který je umístěn na PCB a slouží jako zpětná vazba pro řídicí jednotku tak, aby bylo zamezeno zničení LED vysokou teplotou. Tyto moduly jsou dále zabudovávány do světlometů, jak je viditelné v následujícím obrázku. [23]



Obr. 8) Složení LED světlometu [26]

V návaznosti na přechodí odstavec se LED světlomety mohou dále členit:

- **Basic LED:** Toto svícení je založeno na polovodičové technologii. Ta je velice užitečná, neboť je zaručena extrémní životnost světlometů. Ty by měly svou životností spolehlivě vydržet po celou dobu životnosti vozu a zároveň jsou nenáročné na spotřebu energie. V neposlední řadě dokážou zastat světelnou teplotu, která se dost přibližuje kvalitě denního světla. [22]
- **Advance LED:** Zatím jedna z nejpokročilejších technologií, která nechá řidiče se běžně věnovat řízení a dokáže přepínat mezi dálkovými a potkávacími světly. Při provozu takových světlometů je vytvořeno zhruba 14 světelných módů, které jsou automaticky korigovány většinou na základě rychlosti automobilu, nebo vzdálenosti protijedoucích aut, a přitom je uceleně vytvářen dojem, při kterém se světelný tok mění plynule. [22]



Obr. 9) LED světlomet [26]

Pro představu se takový kompletní LED světlomet skládá z 337 souborů, které obsahují výkresy a modely. Závěrem k LED technologiím se jeden takový světlomet rovná ekvivalentu sedmi výkresům formátu A0. Celková délka výkresu je 8,5 metru při měřítku 1:1. Obsahuje všechny informace k výrobě světlometu. V následujícím obrázku je pouze malý výřez.



Obr. 10) Miniatura dokumentace k LED světlometu [26]

3.6.4 Laserová technologie

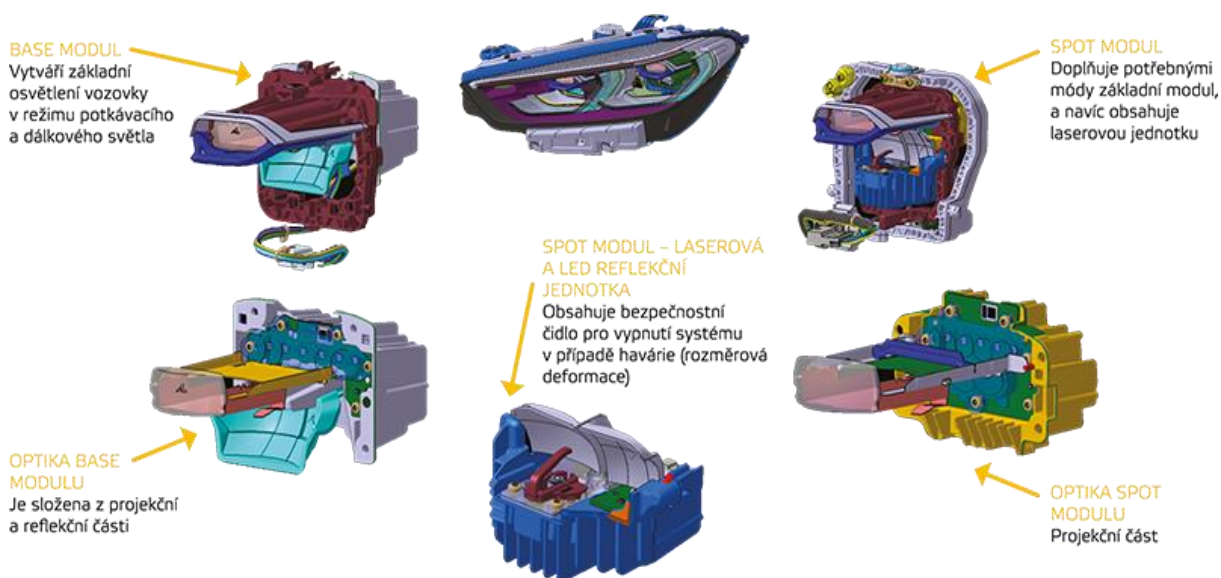
Protože LED svícení se dá považovat za standard pro dnešní světlomety, následující technologie by se dala považovat za technologický milník pro jihlavský závod. Jedná se o novinku, která se teprve pomalu začíná pojit s osvětlením vozovky. Dosvit laserové jednotky činí 600 metrů. Tak vysoký dosvit je docílen díky extrémně vysoké intenzitě světelného toku. Zároveň při přisvícení LED diodou vytvoří spolupracující kombinaci. [19]



Obr. 11) První laserový světlomet z Jihlavského závodu [19]

U tohoto typu světlometů se používají dva moduly, které se právě vyrábí v závodě na výrobu LED modulů. Jedná se o moduly s označením „Base“ a „Spot“. Ty využívají vzájemné spolupráce, aby došlo k vytvoření potřebných jízdních módů.

Níže je detailnější pohled na skladbu hlavních modulů. Nalevo se nachází modul Base a napravo modul Spot.



Obr. 12) Rozpad světlometu na světelné moduly [19]

4 QUALITY ASSURANCE NETWORK

4.1 Představení nástroje

Vzhledem k tomu, že Quality Assurance Network, kdy níže budeme zkracovat na QA network, je analytickým nástrojem, jehož schopností je vyobrazit graficky výrobní proces, napomáhá především v první řadě ke zlepšení kvality tohoto procesu tak, aby došlo k co nejefektivnější optimalizaci kontrol. To znamená, aby vzniklá vada mohla být detekována již na výchozím pracovišti a neprocházela tak celým procesem, protože by zvyšovala náklady na nekvalitu za vyhozený materiál. Nástroj může sloužit k odhalování místa vzniku vad, a tak šetřit čas inženýra kvality, při jejím odhalování, ale i ke zvýšení spokojenosti zákazníka, díky tomu, že je nápomocný nastavit robustnost systému tak, že v procesu bude probíhat výroba, kde vady nebudou ideálně vůbec vznikat. [23]

Využit QA network lze i při řešení reklamací, případně interních výpadcích, protože umožňuje efektivnější operativní řešení problémů, neboť z vypracovaného grafického schéma je viditelné místo vzniku vady. Jako výsledek správného užívání se projeví časová úspora inženýra kvality na hledání místa vzniku vady, ale i dosažení menších ztrát při výrobě. [23]

4.2 Preventivní QA Network

Nástroj v preventivní fázi monitoruje především výsledky z procesní FMEA u takových vad, které mají stanovené vyšší RPN. Preventivní QA network se vytváří v projektové fázi. Základním smyslem všeho je především co nejvíce zkrátit vzdálenost mezi místem detekce a místem vzniku vady. Aby byl vznik vad eliminován, jsou využívány i další nástroje kvality, například Poka Yoke, ale i vizuální kontroly. Ve chvíli, kdy je projekt uvolněn do sériové výroby, je QA network předán interní kvalitě, která si zajistí vypracování reaktivní části. [23]

4.3 Reaktivní QA Network

Reaktivní QA network je klíčovým pro tuto bakalářskou práci, která se zabývá jeho vypracováním. Ze slova reaktivní je patrné, že nástroj je nápomocný ve chvíli, kdy celý proces již běží. Vytváří se v okamžiku, kdy projekt přejde do sériové výroby a jako její zdroj dat používá již vytvořená sběrná karta chyb. To znamená, že dochází pouze k zaměření se na vady, které se v konečném procesu objevují. Smyslem je opět nápomocnost k nejvčasnějšímu nalezení místa vzniku vady, případně nastavení robustnějšího způsobu detekce. [23]

4.4 Dokumentace

Ke správnému vypracování je zapotřebí dokument, do kterého se výrobní proces graficky zaznamená. Je potřeba soubor, který má preventivní a reaktivní sešit. Při vypracování tohoto souboru se vytvoří ucelený přehled pro montážní linku daného projektu. Preventivní fázi vypracovává FMEA moderátor a reaktivní část v sériové fázi si řídí oddělení kvality, které projekt náleží.

První sloupec tabulky reaktivní části obsahuje zmíněné vady, kdy čerpá svoje data z preventivní části a ze sběrné karty chyb a popisuje danou vadu, která ve výrobním procesu vznikla. Viz následující obrázek. Vzhledem k tomu, že se jedná o živé dokumenty, je důležité aktualizovat sběrné karty chyb a QA network v závislosti na výrobním procesu, protože následně se tyto nástroje stávají efektivnějšími a celkově přínosnějšími.



Kód vady	Název vady
1	Držák čočky - mechanická vada
2	Clonka - mechanická vada
3	Nosný rámeček - mechanická vada

Obr. 13) Popis nalezené chyby [23]

V záhlaví tabulky je označení pracovních stanic s označením WPxx, z anglického workplace. Každé pracoviště má své specifické číslování, aby došlo k odlišení montážního pracoviště od automatu. Automaty jsou většinou označeny WP2x. Ty nastavují světelný modul, aby splnil následně předepsané parametry. Pracoviště WP50 je s výstupní kontrolou a po zabalení modulu dochází k jeho expedici.

Červené pole značí výskyt vady, od kterého poté běží procesem až do chvíle, kdy je vada odhalena. Díky tomu, že není například dostatečně správně nastavená kontrola procesu již na pracovišti, kde vada vznikla, může dojít k jejímu odhalení až na dalších pracovištích. Může se tak stát, že vada je odhalena až na sešroubovaném modulu při výstupní kontrole. To lze vyřešit správnou optimalizací detekce a kontrol pro danou linku. Nejhorší variantou je, že k odhalení během procesu nedojde vůbec a vada, která vznikne, se dostane až k zákazníkovi, který výrobek reklamuje. Všechny tyto nežádoucí komplikace se snaží oddělení kvality podchytit, a tak díky QA network může tyto kroky urychlit. V případě horšího scénáře, kdy se reklamace vrací od zákazníka zpět k výrobcí se stává nápomocným k odhalení místa vzniku vady.

Ve chvíli odhalení vzniklé vady je do QA networku zaznačeno písmeno, které definuje typ detekce vady. To znamená, jakým způsobem je vada detekována. Každý typ detekce má svoje vlastní označení, podle toho, zda je vada odhalena v procesu vizuální kontrolou, kterou dělá operátor, nebo kontrolou kterou provedl automat. Nejedná se pouze o tyto dvě možnosti. Existuje jich několik a budou následně rozebrány. Pro jednodušší představení si, jak vlastně tato tabulka vypadá, je popsáný přehled graficky znázorněn v následujícím obrázku.

	WP2	WP4	WP26	WP50
	C	C		C
	C			C
	C			

Obr. 14) Pracovní pole QA networku [23]

V obrázku výše jsou zobrazeny vady, které vznikají na prvním pracovišti a měly by tam být zároveň dle standartního operačního postupu kontrolovány, někdy však může nastat vada při montáži a vadný díl tak může projít celým procesem a je zachycen až na posledním pracovišti, kde probíhá výstupní kontrola.

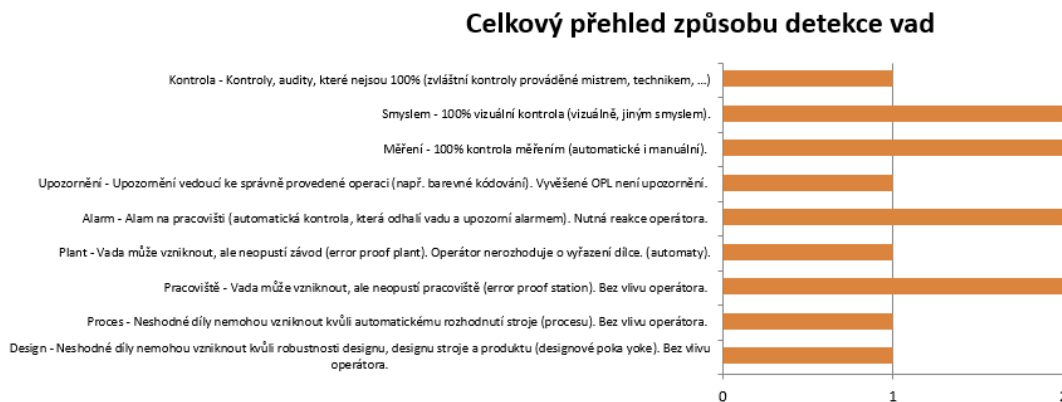
Základních typů detekce vady v QA networku je devět. Jsou zde komplexně zahrnuty možnosti, jakými lze vady odhalit.

Pro přehlednost je níže v tabulce uvedeno shrnutí všech způsobů detekce v i s jejich zkratkou.

Způsob detekce	Zkratka	
Design	D	Neshodné díly nevzniknou díky nastavení robustnosti designu. Například designové poka-yoke. Je bez vlivu operátora.
Proces	P	Vady nevznikají díky automatickému rozhodnutí stroje, kterým je procesní poka-yoke. Je bez vlivu operátora.
Station	S	Vada vznikne, ale díky error proofing station neopustí pracoviště. Například počítání šroubů, kdy neuvolní sestavu, pokud není zašroubováno.
Facility	F	Vada sice odejde z pracoviště, ale neopustí závod. Například při chybějícím dílci. Poté dojde k výpatku, protože vada je na automatu detekována.
Alarm	A	V případě chyby okamžitě upozorní alarmem na problém. Například spadlé kusy z podavače. Vyžaduje reakci operátora.
Notify	N	Umí naopak upozornit ke správně vedené operaci, aby například světelné čidlo signalizovalo, kterou část zašroubovat jako další.
Measure	M	Kontrola měřením, kdy je každý kus okamžitě vyhodnocen kus jako OK nebo NOK.
Check (Smysl)	C	Vizuální kontrola, kdy po sobě operátor kontroluje vyrobené kusy, případně kontroluje před zamontováním kusy, které kompletuje
Inspection	I	Mezi tyto kontroly patří audity, případně náhodné kontroly mistrem, nebo uvolnění prvního kusu, kdy se kontroluje kompletnost a vizuální kontrola.

Tab 2) Způsoby detekce a jejich zkratky [23]

Každý vytvořený QA network poté po vyplnění automaticky vytvoří graf, který prezentuje přehled detekcí vad pro celou montážní linku. Z takových přehledů je následně patrné, jaké detekce jsou v procesu používány, a zároveň může docházet k úpravě detekcí, tak aby došlo k zefektivnění a zlepšení procesu. Následující obrázek interpretuje ukázkou grafu.



Obr. 15) Přehled detekce vad [23]

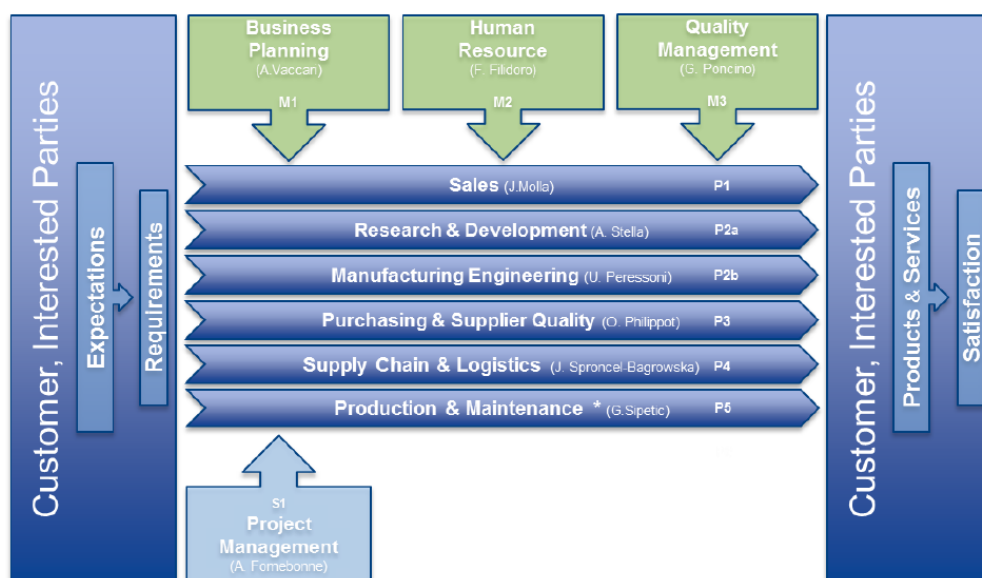
Poslední v tabulce se nachází vyhodnocení, které pomáhá určit hlavní faktor vzniku vady pomocí prvků Man, Machine, Material, Method a Design.

4.5 Zhodnocení dat pro aplikaci nástroje

Marelli Automotive Lighting vyrábí desítky různých světelných modulů, pro které se tvoří procesní FMEA a následně QA network. Názorná ukázkou proběhne na projektu rozebraném v dalších kapitolách.

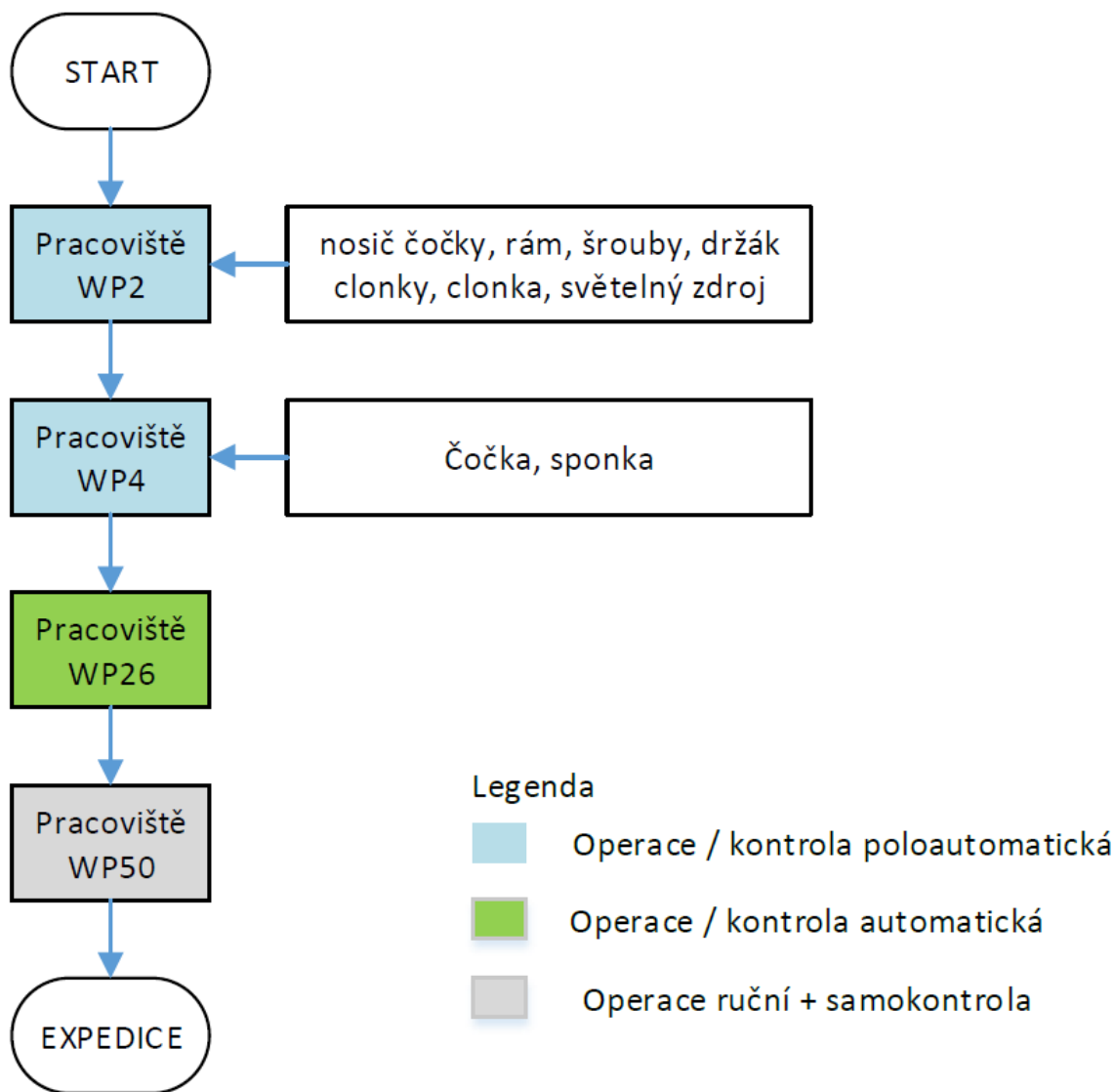
4.5.1 Výrobní proces

Při zhodnocení současného stavu společnosti je vhodné zmínit procesní mapu, kde k hlavním procesům vstupují řídicí a podpůrné procesy. Touto procesní mapou se řídí všechny závody společnosti Marelli Automotive Lighting. [23]



Obr. 16) Procesní přístup [23]

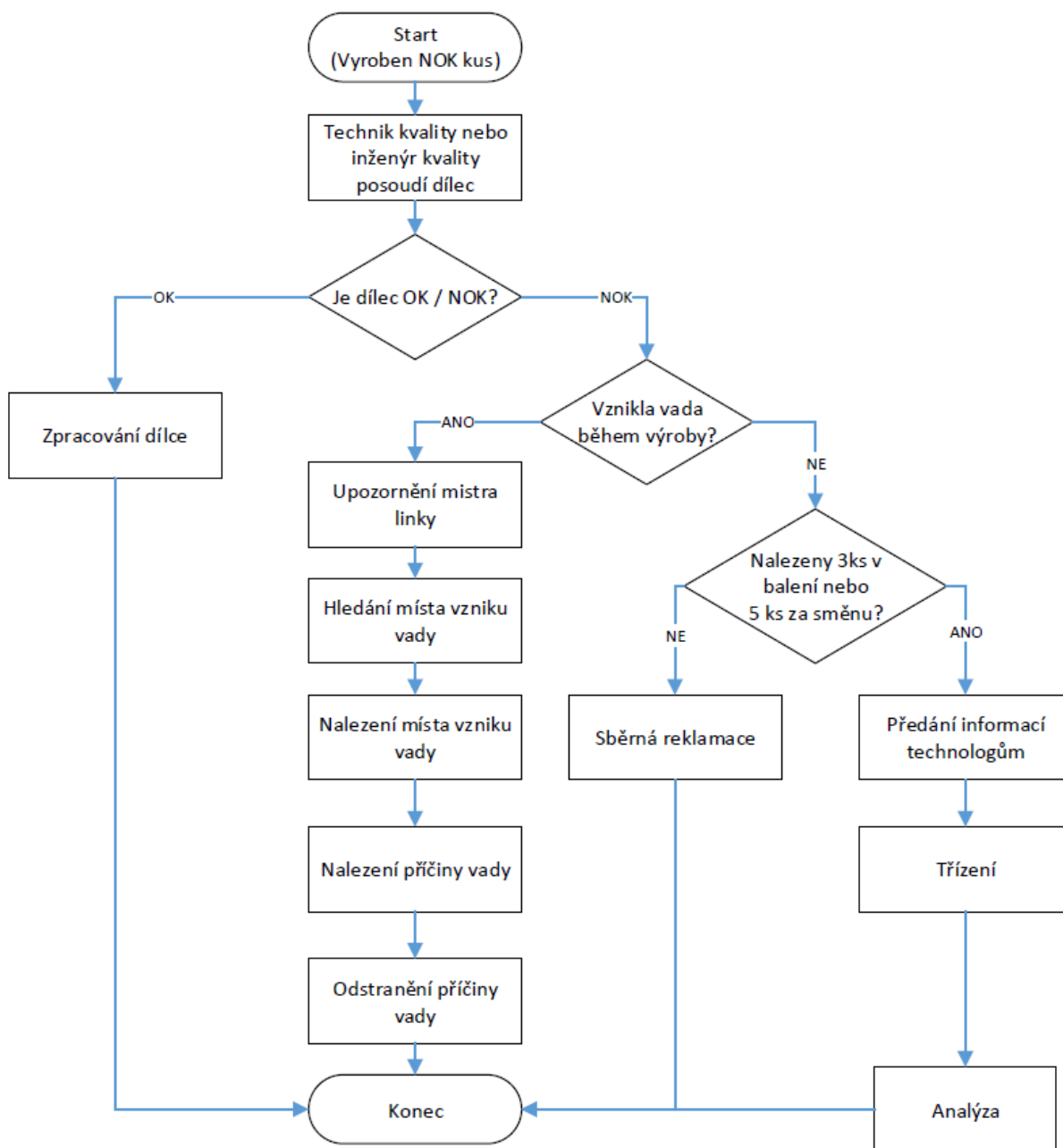
Linka, pro kterou budu graficky zpracovávat QA network v této práci má čtyři pracoviště. Z těchto jsou dvě montážní, za kterými následuje automat a poté výstupní kontrola. Jedná se o pracoviště, která se značí WP2, WP4, WP26 a WP50. Tímto procesem dojde ke zkompletování modulu, který je poté odeslán k další montáži do světla k zákazníkovi.



Obr. 17) Procesní flow chart [23]

Na prvním pracovišti se kompletuje nosič čočky, do kterého se zasune tepelný štít a k němu se zafixuje rám, poté na tom stejném pracovišti se v dalším přípravku zkompletuje clonka a její držák, který se následně vloží zpět do sestavy v prvním přípravku. Kompletní montáž na daném stanovišti zakončí založení zdroje světla a jeho zašroubování. Následně se předá na další pracoviště. Na stanici WP4 se založí modul do přípravku a založí se čočka na nosič čočky, poté se vyjmou z balení sponky a ty se zavěsí na čočku. Sponkovacím nástrojem se poté zafixují. Tím je montáž kompletní a modul přechází do automatu na pracovišti WP26 dojde k nastavení modulu a jeho světelných parametrů a kontrole, zda je OK, či NOK. Vytvoří se laserový popis, aby měl modul zaznamenaný v databázi sběr dat. Vyjde-li modul jako OK, poté jej operátor na stanovišti WP50 načte, zkontroluje a provede založení do připravené bedny.

Pokud během výroby vznikne vada a je odhalena poté se postupuje podle následujících kroků, kdy je NOK vyrobený kus předán technikovi kvality, ten informuje inženýry kvality, který si poté řeší interní výpadek podle následujícího diagramu.



Obr. 18) Řízení neshodného výrobku [23]

4.5.2 Vstupní data pro preventivní QA network

Pro preventivní část QA networku, která je úkolem FMEA moderátora byly použity vady, které měly vyšší rizikové číslo RPN. Zahrnutý byly však i vady s nižšími čísly RPN, protože dle zkušeností z předchozích projektů se i tyto vady mohou následovně v procesu vyskytovat. Následující tabulka shrnuje vady, které jsou vyjmuty z procesní FMEA a ty z nich, které se následně vykytly ve výrobě, budou dále vystupovat i v reaktivním QA networku.

Vada	RPN	Vada	RPN	Vada	RPN
Chybí tepelný štít	63	Sestava chybí	72	OK vyhodnocen NOK	60
Šroub chybí	42	2D kód nenačten	36	světelné parametry NOK	90
Nedotočený šroub	168	Light Source chybí	48	Šroub chybí	48
Protočený šroub	63	Záměna Light Source	81	Neodotčený šroub	63
Špatně zašroubováno	72	Protočený šroub	63	Protočený šroub	63
Záměna rámečku	54	Poškození čočky	126	Kód chybí	28
Protočený šroub	63	Záměna čočky	81	Kód nečitelný	28
Nedocvaknutý držák clonky	54	Sponka chybí	48	Kód nenačten	48
Clonka chybí	48	Sponka nedocvaknuta	72	Chybná pozice kódu	28
Nesprávná clonka	54	NOK vyhodnocen OK	135	Zabalen NOK kus	72

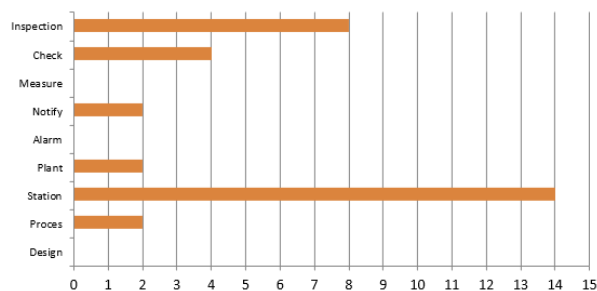
Tab 3) Vstupní data pro preventivní QA network [23]

Z tabulky je patrné, že některá rizika jsou nepřijatelná, především ta s vysokým RPN, které přesahují přes 100. Ty mohou být znatelným impulzem pro následující vypracování reaktivní části, která může být použita k dalšímu snižování RPN.

Protože procesní FMEA je citlivý dokument, nepodílel jsem se na vypracování preventivních částí u nových projektů, které jsou vypracovávány moderátorem již s procesní FMEA. V následujícím obrázku je pro úplnost preventivní část projektu, kterou poté můžeme srovnat s vypracovanou reaktivní částí.

AL AUTOMOTIVE LIGHTING		QA NETWORK												
Kód vady	Název vady	Pracoviště				Faktor vzniku							RPN	
		WP2	WP4	WP26	WP50	Mina	Method	Mechanism	Material	Design	Základnost	Varik		Detekce
1	Chybí tepelný štít	S				X					7	3	3	63
2	Šroub chybí	P				X					7	3	2	42
3	Nedotočený šroub	C				X					7	3	8	168
4	Protočený šroub	I				X					7	3	3	63
5	Špatně zašroubováno	S				X					6	3	4	72
6	Záměna rámečku	S				X					6	3	3	54
7	Protočený šroub	I				X					7	3	3	63
8	Nedocvaknutý držák clonky				F	X					9	3	2	54
9	Clonka chybí				F	X					8	3	2	48
10	Nesprávná clonka	S				X					9	3	2	54
11	Sestava chybí	S				X					8	3	3	72
12	2D kód nenačten	S					X				6	2	3	36
13	Light source chybí	S				X					8	3	2	48
14	Záměna light source	S				X					9	3	3	81
15	Protočený šroub	I				X					7	3	3	63
16	Poškození čočky		C		C	X					6	3	7	126
17	Záměna čočky		S			X					9	3	3	81
18	Sponka chybí		S			X					8	3	2	48
19	Sponka nedocvaknuta		S			X					8	3	3	72
20	NOK vyhodnocen OK				I		X				9	3	5	135
21	OK vyhodnocen NOK				I		X				4	3	5	60
22	Světelné parametry NOK				I		X				9	2	5	90
23	Šroub chybí				P		X				8	3	2	48
24	Nedotočený šroub				I	C	X				7	3	3	63
25	Protočený šroub				I		X				7	3	3	63
26	Kód chybí				S		X				7	2	2	28
27	Kód nečitelný				S		X				7	2	2	28
28	Chybná pozice kódu				S		X				7	2	2	28
29	Kód nenačten					N	X				4	3	4	48
30	Zabaleno NOK kus do balení					N	X				8	3	3	72

Obr. 19) Preventivní QA network



Obr. 20) Celkový přehled způsobu detekce vad

4.5.3 Vstupní data pro reaktivní QA network

Na základě vypracování preventivní části, kde je vyhodnocováno RPN dochází k podnětu pro vypracování reaktivní části, která dá impuls k tomu, zda je možné zkrátit detekce vznikajících vad s vyšším RPN a zároveň efektivně správným nastavením detekcí toto číslo snižovat.

Reaktivní QA network pracuje se sběrnou kartou chyb. Ta je vytvořena na základě dat z procesní FMEA a následně na počtu nově vzniklých vad, které se do karty zanesou a následně se zaznamenává v průběhu výroby jejich četnost, pokud se v procesu vyskytují. Data, která jsou přidána jsou většinou vizuálního charakteru, který se může týkat škrábanců, či poškození jednotlivých dílců. Vady budou velice podobné sestaveným pro preventivní část a bude se jednat o následující především mechanické vady:

Vada	Vada
Držák čočky – mechanická	Sponka – chybí
Tepelný štít – mechanická	Sponka – mechanická
Clonka – mechanická	OK vyhodnocen jako NOK
Nosný rámeček – mechanická	Obraz – seřízení
Šroub chybí	Šroub clonky – nedošroubován
Šroub nedotočen	2D kód – chybí
Nedocvaknutá clonka	2D kód – nečitelný
Držák clonky – mechanická	2D kód – chybné umístění
Light source – mechanická	Upínací bod – mechanická
Čočka – mechanická	Modul – nesprávný počet kusů
Čočka – záměna	Modul – NOK v balení

Tab 4) Vstupní data pro reaktivní QA network [23]

4.6 Reaktivní QA network

Než se pustíme do samotného grafického zpracování reaktivní části, určíme si cíl, kterého vypracováním plánujeme dosáhnout. Především by měla reaktivní QA network sloužit jako analytický nástroj, který graficky ukáže, kde v procesu vada vznikla a zda je v místě vzniku vady nastaven nějaký způsob detekce.

K tomu abychom si určili cíl vypracování reaktivní QA network nám pomůže následující SMART analýza.

S – Zavedeme reaktivní QA network, která pomůže dohledat místo vzniku vady.

M – Snížíme čas na dohledání místa vzniku vady o 50 % z průměrné ½ na ¼ hodiny.

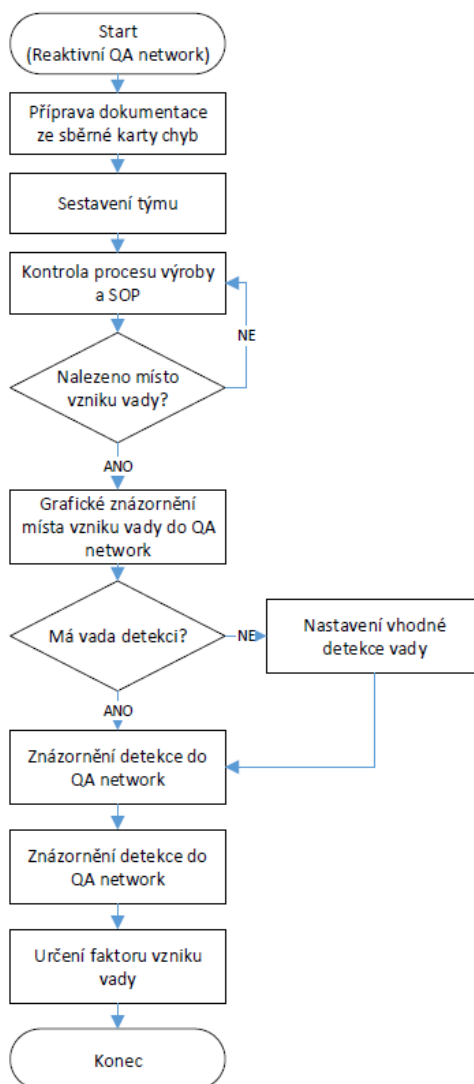
A – Cíl byl akceptovaný zodpovědnou osobou a je dosažitelný.

R – Veškerá potřebná data jsou k dispozici.

T – Na splnění úkolu byl vyhrazen časový rámec 5 měsíců od zahájení činností.

Při vypracování reaktivní části bylo potřeba připravit do souboru data ze sběrné karty chyb. Poté došlo k sestavení týmu, jenž zahrnoval inženýra kvality, který měl na starost danou linku, dále manažera sériové výroby a mé osoby s nezaujatým pohledem na proces. Došlo ke

zkontrolování výroby přímo na lince a standardního operačního postupu pro vznik jednotlivé vady, aby bylo dosaženo co nejpřesnějšího zpracování. Následně bylo vyhledáno místo vzniku vady a následně jeho detekce. Určil se faktor vzniku a poté jsem vše zanesl graficky do matice. Postup jsme provedli podle následujícího diagramu.

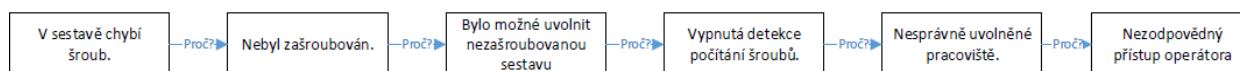


Obr. 21) Postup vypracování reaktivní QA network

4.6.1 Vypracování reaktivní QA network

V následujících odstavcích popíšu výrobu na jednotlivých pracovištích a poté přidám vypracovaný QA network pro dané pracoviště.

Určování faktorů vzniků vad se zpracovává týmově. K dohledání faktoru vzniku jsme použili metodu 5 Proč, kde se postupně pomocí kladení otázek pěti proč dostaneme k faktoru vzniku. Jako příklad si uvedme vadu, chybějícího šroubu z QA networku. Kladení otázek se pak opakovalo pro všechny vznikající vady, a tak došlo k určení faktoru vzniku.



Obr. 22) Příklad 5 proč pro určení faktoru vzniku

Pracoviště WP2

Na prvním pracovišti se do nosiče čočky zašroubuje tepelný štít a zasadí se rám, který se též zafixuje šrouby. Ve vedlejším přípravku dojde ke kompletaci držáku clonky a clonky. Je třeba zkontrolovat správnosti typu dílů a usazení. Na tuto sestavu je našroubován zdroj světla. Všechny dílce je operátor povinen vizuálně zkontrolovat před zamontováním, zda nejsou poškrábány, či mechanicky poškozeny. Zamezit vzniku vady by měla detekce Station, která se nachází na pracovišti, takže by sestava neměla být vyjmuta z přípravku před dokončením montáže.

Graficky znázorněná místa vzniku vady jsou opatřena detekcí Station a na dalších pracovištích pro jistotu ještě projdou vizuální kontrolou, která je uvedena v standardním operačním postupu a vede především k tomu, aby výrobou neprocházel NOK kus. Ke vzniku vad jedna až čtyři by dojít nemělo, protože mechanická vada by neměla dovolit montáž vzhledem k přesnosti dílců. Zároveň špatná montáž může být důvodem k výpadku na dalším pracovišti. Viditelné u vady sedm, kde automat díky detekci Facility vyhodnotí výrobek jako NOK. Kombinací detekce Station a vizuální kontrolou smyslem Check by neměly vznikat vady. Kontrola smyslem je v kompetenci operátora, který je proškolen pro danou montážní linku.

Faktor vzniku vad určený pomocí 5 proč je ve většině případů MAN. Na linkách jsou nastaveny detekce a většinou dochází k pochybení ze strany operátora, ať už z hlediska laxního přístupu, nebo nedostatečného proškolení. Existují však vady, kde je faktorem vzniku Material, například u vady šest. Zde se může jednat o poškozený šroub. Nebo faktor Method, kdy je poškozen nesprávným dodržením procesu držák clonky. V následujícím obrázku je vyhodnocení pro první pracoviště.

Kód vady	Název vady	Pracoviště				Faktor vzniku			
		WP2	WP4	WP26	WP50	Man	Method	Material	Design
1	Držák čočky - mechanická	S	C		C	x			
2	Tepelný štít - mechanická	S	C		C	x			
3	Clonka - mechanická	S	C		C	x			
4	Nosný rámeček - mechanická	S	C		C	x			
5	Šroub chybí	P				x			
6	Šroub nedotočen	C							x
7	Nedocvaknutá clonka			F		x			
8	Držák clonky - mechanická	S	C		C	x			
9	Light source - mechanická	S	C		C	x			

Obr. 23) QA Network WP2

Pracoviště WP4

Předáním sestavy na další pracoviště dojde k nasazení čočky na držák a jejímu zafixování zavěšenými sponkami, které jsou zacvaknuty sponkovacím přípravkem. Před usazením je čočka vizuálně zkontrolována a ofouknuta, stejně tak dochází k vizuální kontrole sponek, zda nenesou mechanické poškození.

Předjeme-li ke grafickému znázornění, vady vznikají na zmíněném pracovišti, které by neměly opustit. Dochází k vizuální kontrole čočky, před jejím založením a ke kontrole sponek.

Sponkovací přípravek zároveň nedovolí zacvaknout nesprávný typ čočky, protože každý typ čočky je odlišitelný. Pokud sponka chybí, taktéž by detekce Station neměla dovolit, aby modul opustil pracoviště. Faktory, které ovlivňují vznik vady jsou vyhodnoceny jako Man. Obrázek níže je částí vypracované reaktivní QA network pro druhé pracoviště.

Kód vady	Název vady	Pracoviště				Faktor vzniku				
		WP2	WP4	WP26	WP50	Man	Method	Machine	Material	Design
10	Čočka - mechanická		C			C	x			
11	Čočka záměna		S				x			
12	Sponka chybí		S			C	x			
13	Sponka mechanická		S				x			

Obr. 24) QA network WP4

Pracoviště WP26

Nyní máme již kompletní modul, který je vsazen do automatu na dalším pracovišti, který se stará o nastavení světelných funkcí modulu, dle specifikací zákazníka. Jedná se o nastavení barev, intenzity toku světelného paprsku tak, aby následně správně plnil svou funkci.

Práce automatu je bez vlivu operátora. Operátor pouze založí modul a spustí automat, který zajistí své úkoly. Automat by vždy při rozjezdu a přehození výroby měl být testován, zda funguje správně. Pokud automat vyhodnotí OK kus jako NOK, kontaktuje operátor mistra linky a ten nechá modul překontrolovat ve světelné laboratoři. Stejně kroky jsou provedeny při seřizování obrazu nebo dotáčení šroubu clonky. Vady, které na pracovišti vznikají jsou detekovány díky detekcím Station a Inspection. Pokud na modulu není po nastavení v automatu vypálen kód, není možné, aby pokračoval na další pracoviště, neboť nedojde ke sběru dat potřebnému k vydeklarování OK modulu při aplikaci balení. Nečitelnost kódu díky detekci Notify nedovolí kus zabalit. Faktory vzniku jsou Machine, protože vada vzniká v automatu. V případě nedotočeného šroubu se jedná o faktor Method. Grafické znázornění dalšího pracoviště v následujícím obrázku.

Kód vady	Název vady	Pracoviště				Faktor vzniku				
		WP2	WP4	WP26	WP50	Man	Method	Machine	Material	Design
14	OK vyhodnocen jako NOK			I				x		
15	Obraz - seřízení			I				x		
16	Nedotočený šroub clonky			I		C	x			
17	2D kód - chybí			S		C		x		
18	2D kód - nečitelný			S				x		N
19	2D kod - chybné umístění			S				x		

Obr. 25) QA network WP26

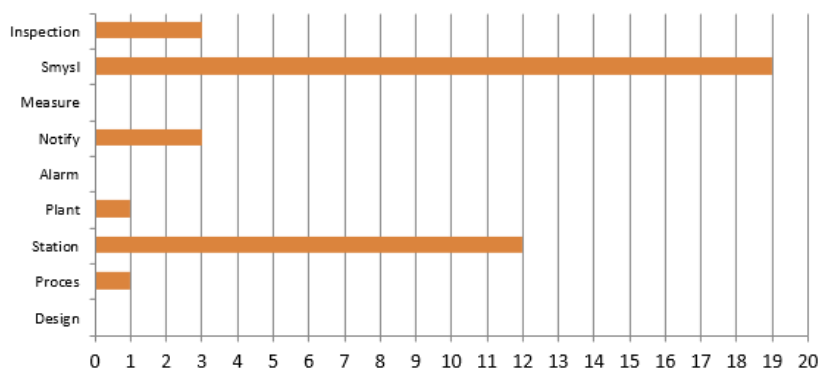
Pracoviště WP50

Pokud je výsledek testu a nastavení v automatu OK, pokračuje modul na poslední pracoviště, kde je podle standartu výstupní kontroly dodatečně vizuálně zkontrolován, zda ve viditelných zónách nejsou škrábance a modul není žádným způsobem mechanicky poškozen. Poté dochází k jeho deklaraci a zabalení. NOK kus nelze zabalit, protože díky sběru dat detekce Notify upozorní, že kus nemůže být zabalěn. Stejně tak jde vydeklarovat pouze kompletní balení, a ne pouze jeho část. Faktory vzniku následujících vad, které na pracovišti mohou vzniknout jsou vyhodnoceny jako Man.

Kód vady	Název vady	Pracoviště				Faktor vzniku				
		WP2	WP4	WP26	WP50	Man	Method	Machine	Material	Design
20	Upínací bod - mechanická									
21	Nesprávný počet modulů v balení									
22	Zabalěn NOK kus do balení									


Obr. 26) QA network WP50

Poslední věc, kterou se budeme z hlediska vypracování reaktivního QA networku zabývat, je vyhodnocení počtu detekce vad ve výrobním procesu. Z přiloženého vyhodnocení v následujícím obrázku je patrné, že nejvyšší četnost z hlediska detekcí vad získává kontrola smyslem. Následuje detekce Station, kdy vada vznikne, ale neopustí dané pracoviště díky robustnosti nastavených opatření. Zároveň některé detekce nejsou zastoupeny vůbec. Je jasné, že na pracovištích by mělo být použito více způsobů detekce. Především zastoupení kontroly smyslem by mohlo být sníženo, neboť operátor má povinnost provést spoustu pracovních kroků a při monotónnosti práce může snadno udělat chybu.



Obr. 27) Četnost detekcí vad výrobní linky

Následující obrázek nám ukáže celou vypracovanou reaktivní část QA networku pro příslušnou výrobní linku.

		QA NETWORK									
		reaktivní				Faktor vzniku					
Kód vady	Název vady	Pracoviště									
		WP2	WP4	WP26	WP50	Man	Method	Machine	Material	Design	
1	Držák čočky - mechanická	S	C			C	x				
2	Tepelný štít - mechanická	S	C			C	x				
3	Clonka - mechanická	S	C			C	x				
4	Nosný rámeček - mechanická	S	C			C	x				
5	Šroub chybí	P					x				
6	Šroub nedotočen	C								x	
7	Nedocvaknutá clonka				F		x				
8	Držák clonky - mechanická	S	C			C	x				
9	Light source - mechanická	S	C			C	x				
10	Čočka - mechanická		C			C	x				
11	Čočka záměna		S				x				
12	Sponka chybí		S			C	x				
13	Sponka mechanická		S				x				
14	OK vyhodnocen jako NOK				I					x	
15	Obraz - seřizení				I					x	
16	Nedotočený šroub clonky				I	C	x				
17	2D kód - chybí				S	C				x	
18	2D kód - nečitelný				S		N			x	
19	2D kod - chybné umístění				S					x	
20	Upínací bod - mechanická					C	x				
21	Nesprávný počet modulů v balení						N	x			
22	Zabaleni NOK kus do balení						N	x			

Obr. 28) Reaktivní QA network

4.7 Zhodnocení dat

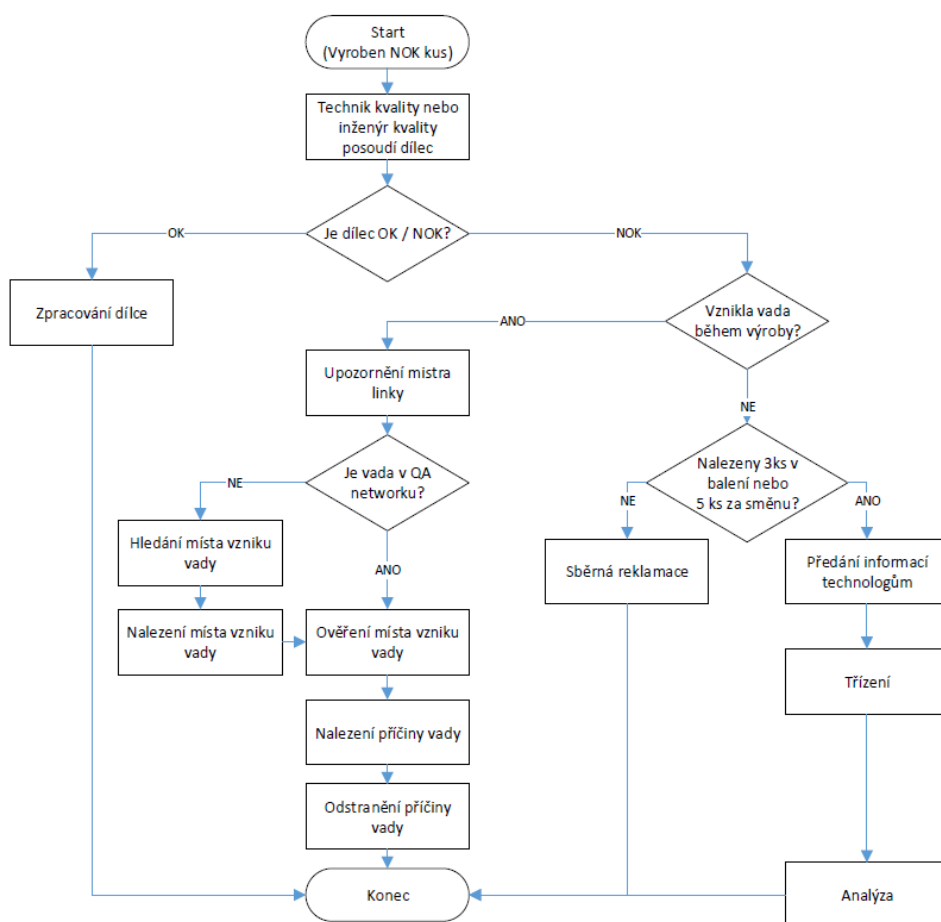
Při tvorbě preventivní fáze pracuje FMEA moderátor se vstupními daty z procesní FMEA. V tuto chvíli vlastně pracuje víceméně jen s teoretickými poznatky a nejedná se o účinný nástroj, ale spíš o graficky zpracovanou a přehlednou procesní FMEA.

Když se porovná preventivní QA network s reaktivní částí, je vidět, že v procesu sériové výroby nevzniká tolik vad, jako je předpokládáno v preventivní části. To se děje díky tomu, že většině možných vad se předchází zaváděním správných způsobů detekce. K zavedení reaktivní části především nabádá cesta za snižováním RPN u vad v preventivní části. Následně se však může stát i to, že vady se v sériové výrobě nakonec nevyskytují.

Může však docházet i ke vzniku nových vad, které jsou následně do QA networku zaneseny. Při vyhodnocování počtů detekcí vad je též patrné, že ve výrobě se následně dbá na vizuální kontroly, které byly přidány v průběhu, aby bylo zajištěno, že linka vyrobí co nejméně vadných kusů. Většina faktorů vzniku vad je u obou networků MAN, protože většina výrobního procesu je ošetřena tak, že by vada ani jiným způsobem neměla vzniknout.

4.7.1 Využití nástroje

Vypracovaná reaktivní část QA networku může být nápomocná při hledání místa vzniku vady tak, že inženýr kvality díky grafickému zpracování zhruba ví, kde vznik dané vady hledat a poté následně místo vzniku vady ověří. Návrh na řešení neshodného výrobku se zapojením reaktivní QA network je v následujícím obrázku.



Obr. 29) Návrh řešení neshodného výrobku po zavedení QA network

4.7.2 Ekonomické zhodnocení

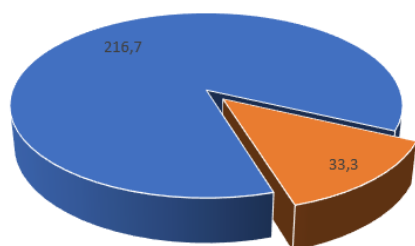
Z hlediska ekonomického může šetřit čas inženýra kvality, který nemusí hledat v procesu místo vzniku vady, ale za pomoci reaktivního QA networku si přiblíží místo vzniku a poté jej na lince pouze ověří. U linek, které mají více pracovních stanic může dohledání místa vzniku vady trvat zhruba půl hodiny. Zde dojde při odhalování místa vzniku vady k úspoře času. Úsporu prezentuje následující tabulka, která poté počítá s průměrným řešením dvou vad denně.

Čas potřebný k odhalení místa vzniku jedné vady před QA networkem.	½ hodiny
Čas potřebný k odhalení místa vzniku jedné vady po QA networku	¼ hodiny
Týdenní úspora při řešení dvou vad denně	2,5 hodiny
Roční úspora času při řešení dvou vad denně (250 pracovních dní)	125 hodin

Tab 5) Úspora při zavedení reaktivního QA networku

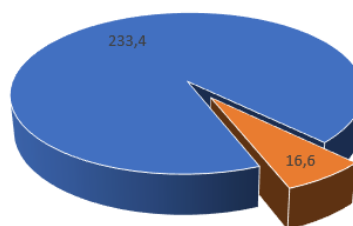
Když se podíváme na časovou úsporu, kterou je možné díky reaktivnímu QA networku získat, zkrátíme hledání míst vzniku vady na polovinu, což se v ročním přehledu zkrátí o 125 hodin, které jsou ekvivalentem 16,6 pracovních dnů, které je možné věnovat jiným pracovním povinnostem.

Roční zhodnocení před aplikací reaktivní QA



■ Zbývající pracovní dny ■ Pracovní dny věnované detekcím vad

Roční zhodnocení po aplikaci reaktivní QA network



■ Pracovní doba ■ Pracovní dny věnované detekcím vad

Obr. 30) Grafy ročního zhodnocení před a po vypracování QA network

4.7.3 Reklamacce

Uveďme si příklad na příchozí reklamaci od zákazníka. V první fázi je potřebné založit 8D report a připravit si podklady pro řešení reklamacce. V této fázi je důležité najít místo vzniku vady a určit kořenovou příčinu, a tak musí inženýr kvality projít linku a najít místo, kde daná vada může vzniknout. V tuhle chvíli již může použít reaktivní QA network. Pokud je v něm daná vada zanesena, může s jistou pravděpodobností díky vypracovanému reaktivnímu QA networku určit místo vzniku vady, které následně poté ověří. Zde dochází k časové úspoře zmíněné v předchozí podkapitole. Taktéž může rychleji reagovat na reklamaci, kdy vidí, jaký způsob detekce linka má a zda odhalí vadu, případně vyvrátit zákazníkovi, že vada v procesu závodu vzniknout nemohla, protože jsou nastaveny způsoby detekce, které zamezují vzniku dané vady. Není-li vada v QA networku zanesena, dojde k aktualizaci a doplnění, protože své využití najde i při řešení interních výpadků.

Dalším příkladem, k čemu může QA network sloužit, je prezentace společnosti před zákazníkem, jak průběžně časem dochází k optimalizaci a zefektňování procesů správným nastavováním detekcí, kdy dochází k zdokonalování linek a aplikaci znalostí z předcházejících projektů.

5 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na zavedení reaktivního nástroje, především pro linky sériové výroby na LED závodě, který graficky ve svém zpracování odhaluje místa vzniku vad a následně může být nápomocný při nastavování robustnější detekce, aby vady byly odhaleny co nejdříve, případně vůbec nevznikaly. Jednalo se o nástroj Quality Assurance network.

V předkládané práci je rozebrána řešerše relevantních norem. Jedná se o normy ISO a IATF. Poté byl rozebrán současný stav v oblasti managementu kvality a zmínění nástrojů managementu kvality. Je zde zmíněn Demingův cyklus, vývojové diagramy, Ishikawův diagram. Poté metoda FMEA a FTA, která je víceméně považována za opak metody FMEA. Zmíněn byl i 8D report, který spojuje více nástrojů v jeden celek a napomáhá ve většině případů při řešení zákaznických reklamací. Rozebrán je i současný stav společnosti, její výrobky a vize a poté následuje přechod k nástroji QA network. Došlo ke stanovení cíle. Vypracování reaktivní QA network, možnostem využití nástroje a ekonomickému zhodnocení.

Pro bakalářskou práci, která byla zpracována ve firmě Marelli Automotive Lighting s.r.o., byly jako zdroj použity data z procesní FMEA, která jsou pro ukázkový QA network shrnuta v tabulce k vypracování. Vypracování preventivních QA networků probíhá před zahájením sériové výroby FMEA moderátorem. Pro zasetou sériovou výrobu se zpracovává reaktivní QA network, který má na starosti příslušné oddělení kvality a jedním z cílů bakalářské práce bylo jeho vypracování. Protože se jedná o grafický nástroj, zpracovává se pro vši přehlednost graficky tabulka, která detekuje vadu, její místo vzniku a detekci, která je schopna ji odhalit. Dále se hodnotí faktor vzniku vady, ke kterému lze využít metodu pěti proč.

Quality Assurance network považují za přehledný nástroj, který graficky ukáže místo vzniku vady a její průběh procesem až do chvíle, kdy je odhalena. Především inciuje k tomu, aby byl nastaven robustnější způsob detekce, pokud není vada detekována hned po jejím vzniku. Mým osobním doporučením je využívat více kontrol do kterých není zapojen člověk smyslem. Těch však není možné dosáhnout v procesu, kde se hledí na vizuální vady. Zde je potřeba se zaměřit například na linky s roboty, kteří umí být značně nápomocní s výrobním procesem, ale neumí subjektivně vyhodnotit vizuální vadu, a i přestože celá linka zvládá automaticky celou výrobu, musí mít na konci operátora, který zkontroluje výrobek vizuálně.

Vypracování desítky reaktivních QA networků pro sériovou výrobu mi vneslo nadhled do výroby mnoha linek a ukázaly mi, že týmová práce je důležitá. Především, když se složený hodnotící tým skládá z několika lidí a osoby s nezaujatým pohledem na proces, protože poté je možné díky názorům všech hodnotitelů graficky zpracovat matici pro výrobní linku a určit faktory vzniku mnohem snáze.

Z mého pohledu je rozhodně praktické používat reaktivní QA networky při řešení reklamací, protože dochází k úspoře času, jež je patrné z podkapitoly ekonomického zhodnocení, kdy inženýr kvality zvládne ještě předtím, než vyrazí do výroby určit místo vzniku vady a poté jde na jistotu pouze na linku ověřit, zda tomu tak je. Výhodou se stává pro linky, které mají více pracovních stanic. Počet pracovních stanic záleží na složitosti vyráběného modulu. Počítejme, že průměrná doba, než inženýr kvality ve výrobě najde místo vzniku vady, může trvat půl hodiny. Po zavedení reaktivní QA network dojde ke zkrácení času na polovinu, protože inženýr kvality se již díky graficky zpracované tabulce snáze orientuje ve výrobě a díky

znalosti linky si může potvrdit místo vzniku vady. Pokud by řešil denně dvě takové vady, dochází k časové úspoře z 250 pracovních dnů o 16,6 dne, což už není zrovna málo.

Na druhou stranu je opět nutné respektovat, že inženýr kvality je zahlcen tolika nástroji, které mu mají pomáhat a nemůže je používat všechny, aby byl schopen vyloženě pracovat efektivně. Nutná je především vhodná kombinace tak, aby celková práce byla efektivní.

Zároveň díky přístupu neustálého zlepšování a řadě nástrojů WCM, kdy zaměstnanci všech úrovní podávají kaizeny, dochází k zefektivňování procesu i ze strany operátorů a všech lidí působících u výrobních linek.

Reaktivní QA networky jsou podle mě přínosem pro oddělení QMO LED a doufám, že se jejich používání stane standardem, protože je potřeba nezapomínat na neustálé zdokonalování v oblasti managementu kvality. Jedině tak bude dosaženo co nejlepších výsledků.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN ISO 9001:2016 *Systémy managementu kvality – Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016
- [2] NENADÁL, Jaroslav. *Systémy managementu kvality: co, proč a jak měřit?*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-426-4.
- [3] SPEJCHALOVÁ, Dana. *Management kvality*. Vyd. 3. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2011. ISBN 978-80-86730-68-4.
- [4] NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-1561-2.
- [5] SKALICKÝ, Jiří, Milan JERMÁŘ a Jaroslav SVOBODA. *Projektový management a potřebné kompetence*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-975-3.
- [6] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-726-1071-6.
- [7] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [8] *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Přeložil Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02101-8.
- [9] IATF 16949: *Managementmania* [online]. Praha: ManagementMania's Series of Management ISSN 2327-3658, 2018 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/iatf-16949>
- [10] *ISO About us* [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://www.iso.org/about-us.html#isoname>
- [11] FILIP, Ludvík. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Pointa, 2019. ISBN 978-80-907530-5-1.
- [12] HRISOTSKI, Ilija S, Olivera KOSOTSKA, Zoran KOTEVSKI a Tome DIMOVSKI. Causality of Factors Reducing Competitiveness of e-Commerce Firms. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences* [online]. 2017 [cit. 2020-06-02]. ISSN 2149-9314. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/317196193_Causality_of_Factors_Reducing_Competitiveness_of_e-Commerce_Firms
- [13] *Process FMEA* [online]. [cit. 30. 5. 2020]. Dostupné z: <https://quality-one.com/pfmea/>
- [14] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007. Manažer. ISBN 978-80-247-1782-1.
- [15] CHALOUPKA, Jiří. Metodika zlepšování. In: *Chaloupka kvalita* [online]. 2008 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/metodika-zlepsovani>
- [16] VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [17] KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-802-5123-492.
- [18] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.

- [19] Laserový světlomet z Jihlavy pro BMW 8. In: *Tvoříme světlo* [online]. Jihlava: Marelli Automotive Lighting, 2019 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.tvorimesvetlo.cz/laserovy-svetlomet-z-jihlavy-pro-bmw-8/>
- [20] *O společnosti* [online]. [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://www.al-lighting.cz/cs/#s-3>
- [21] *Veřejný rejstřík a Sbíрка listin: Výroční zpráva 2018 společnosti Marelli Automotive Lighting Jihlava s.r.o.* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2012 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=57027756&subjektId=587441&spis=720086>
- [22] *Naše produkty a technologie* [online]. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://www.al-lighting.cz/cs/z-nasi-dilny>
- [23] Marelli Automotive Lighting s.r.o., Interní dokumentace. Jihlava, 2020.
- [24] ČSN ISO 5807 *Zpracování informací. Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému, síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému*. Praha: ČNI, 1996.
- [25] *Vývojové diagramy* [online]. [cit. 2020-06-19]. Dostupné z: www.ikvalita.cz/download/kap2.pdf
- [26] První FULL LED světlomet pro elektromobil Audi e-tron. In: *Tvoříme světlo* [online]. Jihlava: Marelli Automotive Lighting, 2019 [cit. 2020-06-19]. Dostupné z: <https://www.tvorimesvetlo.cz/prvni-full-led-svetlomet-pro-elektromobil-audi-e-tron/>

7 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A ZKRATEK

7.1 Seznam tabulek

TAB 1)	SWOT ANALÝZA SPOLEČNOSTI [21]	30
TAB 2)	ZPŮSOBY DETEKCE A JEJICH ZKRATKY [23].....	37
TAB 3)	VSTUPNÍ DATA PRO PREVENTIVNÍ QA NETWORK [23].....	41
TAB 4)	VSTUPNÍ DATA PRO REAKTIVNÍ QA NETWORK [23]	43
TAB 5)	ÚSPORA PŘI ZAVEDENÍ REAKTIVNÍHO QA NETWORKU	50

7.2 Seznam obrázků

OBR. 1)	STRUKTURA NORMY ISO 9001 V CYKLU PDCA [1].....	19
OBR. 2)	ISHIKAWA DIAGRAM [12]	20
OBR. 3)	ZÁKLADNÍ SYMBOLY VÝVOJOVÝCH DIAGRAMŮ [25].....	21
OBR. 4)	FORMULÁŘ PROCESNÍ FMEA [13].....	24
OBR. 5)	SVĚTELNÝ MODUL [26]	29
OBR. 6)	HALOGENOVÝ SVĚTLOMET [22].....	31
OBR. 7)	XENONOVÝ SVĚTLOMET [22]	32
OBR. 8)	SLOŽENÍ LED SVĚTLOMETU [26]	32
OBR. 9)	LED SVĚTLOMET [26]	33
OBR. 10)	MINIATURA DOKUMENTACE K LED SVĚTLOMETU [26]	33
OBR. 11)	PRVNÍ LASEROVÝ SVĚTLOMET Z JIHLAVSKÉHO ZÁVODU [19].....	34
OBR. 12)	ROZPAD SVĚTLOMETU NA SVĚTELNÉ MODULY [19]	34
OBR. 13)	POPIS NALEZENÉ CHYBY [23].....	36
OBR. 14)	PRACOVNÍ POLE QA NETWORKU [23]	37
OBR. 15)	PŘEHLED DETEKCE VAD [23].....	38
OBR. 16)	PROCESNÍ PŘÍSTUP [23]	38
OBR. 17)	PROCESNÍ FLOW CHART [23]	39
OBR. 18)	ŘÍZENÍ NESHODNÉHO VÝROBKU [23]	40
OBR. 19)	PREVENTIVNÍ QA NETWORK	42
OBR. 20)	CELKOVÝ PŘEHLED ZPŮSOBU DETEKCE VAD	42
OBR. 21)	POSTUP VYPRACOVÁNÍ REAKTIVNÍ QA NETWORK.....	44
OBR. 22)	PŘÍKLAD 5 PROČ PRO URČENÍ FAKTORU VZNIKU.....	44
OBR. 23)	QA NETWORK WP2	45
OBR. 24)	QA NETWORK WP4	46
OBR. 25)	QA NETWORK WP26	46

OBR. 26)QA NETWORK WP50	47
OBR. 27)ČETNOST DETEKČÍ VAD VÝROBNÍ LINKY	47
OBR. 28)REAKTIVNÍ QA NETWORK	48
OBR. 29)NÁVRH ŘEŠENÍ NESHODNÉHO VÝROBKU PO ZAVEDENÍ QA NETWORK.....	49
OBR. 30)GRAFY ROČNÍHO ZHODNOCENÍ PŘED A PO VYPRACOVÁNÍ QA NETWORK.....	50

7.3 Seznam zkratk

%	procento
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
FTA	Fault tree analysis
FMEA	Failure mode and effects analysis
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IATF	Internatioal Automotive Task Force
LED	Light Emitting Diode
Obr.	Obrázek
QA	Quality assurance
QMO	Quality management operative
RPN	Risk Priority Number – rizikové číslo
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Tab.	Tabulka
TQM	Total Quality Management
WCM	World Class Manufacturing
WP	Work place – pracovní stanice