



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

POSOUZENÍ SPOLEHLIVOSTI PROCESU BALENÍ OPTICKÝCH KABELŮ

RELIABILITY ASSESSING OF THE FIBER OPTIC PACKAGING PROCESS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zuzana Plodková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2021

Zadaní diplomové práce

| | |
|-------------------|--|
| Ústav: | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky |
| Studentka: | Bc. Zuzana Plodková |
| Studijní program: | Strojní inženýrství |
| Studijní obor: | Kvalita, spolehlivost a bezpečnost |
| Vedoucí práce: | doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D. |
| Akademický rok: | 2020/21 |

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 diplomové práce:

Posouzení spolehlivosti procesu balení optických kabelů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V rámci funkčního systému managementu kvality musí výrobní organizace plánovat, zavádět a řídit procesy potřebné k plnění požadavků na poskytování produktů. Z hlediska spolehlivosti je zde nezbytné zajistit, aby výrobek i výrobní proces byli schopné fungovat tak, jak a kdy je požadováno. Z toho důvodu je potřeba, aby se organizace zabývala identifikací a analýzou podmínek a faktorů, které mohou potenciálně způsobit výskyt nežádoucí situace (poruchy nebo neshody) a navrhovat vhodná preventivní opatření, která sníží náklady spojené s výskytem těchto nežádoucích situací. Existuje celá řada přístupů, nástrojů a metod, které lze použít pro zvýšení spolehlivosti výrobku nebo výrobního procesu.

Mezi nejčastěji používané náleží například FMEA, FMECA, FTA, Six Sigma, štíhlá výroba nebo Shewhartovy regulační diagramy. Diplomová práce je zaměřena na vhodný způsob posouzení spolehlivosti procesu balení optických kabelů a návrh relevantních preventivních opatření pro zajištění spolehlivosti daného procesu.

Cíle diplomové práce:

- Provést analýzu procesu balení optických kabelů.
- Definovat cíle jakosti/kvality posuzovaného procesu.
- Systémový rozbor řešené problematiky.
- Výběr vhodné metody/nástroje pro posouzení kvality/spolehlivosti.
- Aplikace vybrané metody/nástroje.
- Analýza přínosů vybrané metody/nástroje.
- Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN IEC 60812. Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA a FMECA). Druhé vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

ČSN EN 61025. Analýza stromu poruchových stavů (FTA). Praha: Český normalizační institut, 2007.

ČSN EN ISO 9001. Systémy managementu kvality: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN EN ISO 9004. Management kvality: Kvalita organizace - Návod k dosažení udržitelného úspěchu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

ČSN ISO 10014. Management kvality: Směrnice pro dosahování finančních a ekonomických přínosů. Praha: Český normalizační institut, 2007.

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: www.infozdroje.cz

ČSN online [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje posouzení spolehlivosti procesů na balicím centru ve firmě CommScope Czech Republic s.r.o. První část práce má rešeršní charakter a jsou zde uvedeny možnosti řízení kvality za pomoci norem řady ISO 9000, ale i užitím přístupů TQM. Zároveň jsou zde rozebrány metody a analytické techniky, které budou dále užity v praktické části této diplomové práce. V následující kapitole je představena firma CommScope Inc. a její hlavní produkt – optické vlákno. Praktická část pak obsahuje seznámení s balicím centrem a jeho procesy, dále je zde popsána provedená analýza spolehlivosti původního stavu a návrhy nápravných opatření, které byly realizovány v rámci Kaizen event. Zbytek práce se pak věnuje implementaci navržených změn a jejich ekonomickému posouzení. Závěrem je uvedeno zhodnocení užitých metod, dosažených výsledků a další doporučení.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the assessment of the reliability of processes at the packaging center in the company CommScope Czech Republic s.r.o. The first part of the work is research about options for quality management using ISO 9000 standards, but also TQM approaches. At the same time, methods and analytical techniques are discussed, which will be further used in the practical part of this thesis. The following section introduces CommScope Inc. and its main product – optical fiber. The practical part contains an introduction to the packaging center and its processes, it also describes the analysis of the reliability of the original state and proposals for corrective measures that were designed within the Kaizen event. The rest of the work is then devoted to the implementation of the proposed changes and their economic assessment. Finally, an evaluation of the methods used, the results achieved and other recommendations are given.

KLÍČOVÁ SLOVA

FMEA, špagetový diagram, Kaizen event, Paretovo pravidlo, optické kabely, balicí centrum, posouzení spolehlivosti

KEYWORDS

FMEA, spaghetti diagram, Kaizen event, Pareto rule, fiber-optic cable, packaging center, reliability assessment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PLODKOVÁ, Zuzana. *Posouzení spolehlivosti proces balení optických kabelů* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129639>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Blecha Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji svému vedoucímu doc. Ing. Petru Blechovi Ph.D. za vstřícný přístup při vypisování tématu této diplomové práce a také za cenné rady a připomínky při jejím zpracování. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tomášovi Procházkovi a zástupcům firmy CommScope Czech Republic s.r.o. za udělenou důvěru a prostor pro realizaci praktické části této práce. V neposlední řadě bych chtěla vyjádřit díky své rodině a přátelům, kteří mi byli podporou po celou dobu mého studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠ ENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Blechy Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 20. 5. 2021

.....

Bc. Plodková Zuzana

OBSAH

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 15 |
| 2 | MOTIVACE | 17 |
| 3 | PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ | 19 |
| 3.1 | Normy | 19 |
| 3.1.1 | ČSN EN ISO 9000:2016..... | 19 |
| 3.1.2 | ČSN EN ISO 9001:2016..... | 20 |
| 3.1.3 | ČSN EN ISO 9004:2018..... | 23 |
| 3.2 | TQM..... | 24 |
| 3.2.1 | Kaizen | 24 |
| 3.2.2 | Lean | 25 |
| 3.2.3 | Six Sigma..... | 25 |
| 3.3 | Nástroje řízení kvality | 25 |
| 3.3.1 | Metoda 5S | 26 |
| 3.3.2 | DMAIC | 27 |
| 3.3.3 | Muda – 7 druhů plývání..... | 27 |
| 3.3.4 | SMART | 28 |
| 3.3.5 | FMEA | 29 |
| 3.3.6 | Paretovo pravidlo..... | 30 |
| 3.3.7 | Špagetový diagram | 30 |
| 4 | O SPOLEČNOSTI COMMSCOPE | 32 |
| 4.1 | CommScope Czech Republic s.r.o. | 32 |
| 4.1.1 | Oddělení Fiber Termination | 33 |
| 4.2 | Optické vlákno | 33 |
| 5 | PRAKTICKÁ ČÁST | 35 |
| 5.1 | Seznámení s balicím centrem | 35 |
| 5.1.1 | Základní údaje | 35 |
| 5.1.2 | Portfolio | 36 |
| 5.1.3 | Procesy..... | 37 |
| 5.2 | Přípravná fáze Kaizen event | 38 |
| 5.2.1 | Přípravné meetingy | 39 |
| 5.2.2 | Analýza balicího centra | 39 |
| 5.3 | Kaizen event | 49 |
| 5.4 | Implementace změn | 56 |
| 5.4.1 | Ekonomické zhodnocení..... | 59 |
| 6 | ZHODNOCENÍ A DISKUZE | 61 |
| 7 | ZÁVĚR | 63 |
| 8 | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 65 |
| 9 | SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK | 67 |
| 9.1 | Seznam tabulek | 67 |
| 9.2 | Seznam obrázků..... | 67 |
| 9.3 | Seznam zkratk | 68 |
| 10 | SEZNAM PŘÍLOH | 71 |

1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce je posoudit spolehlivost procesů na balicím centru ve firmě CommScope Czech Republic s.r.o., která se mimo jiné věnuje výrobě a osazování optických kabelů. Z tohoto důvodu jsou v první části práce, která má rešeršní charakter, obsaženy požadavky na kvalitu a spolehlivost ve firmách. Tyto požadavky jsou vyjádřeny pomocí norem řady ISO 9000. Dále jsou zde rozebrány i alternativní přístupy k řízení kvality a to za pomoci tzv. Total Quality Managementu. Závěr rešeršní části uvádí metody a analytické techniky, které jsou pro účel posuzování a řízení kvality vhodné.

Dále je zde představena firma CommScope, ve které byla realizována potřebná praxe pro provedení praktické části. Jsou zde uvedeny základní informace o historii a produktech firmy, dále pak zaměření a organizace české pobočky. Zároveň jsou zde zmíněny vlastnosti optického vlákna a optického kabelu, jakožto hlavního produktu této organizace.

Z uvedených informací pak čerpá praktická část diplomové práce, která je věnována samotnému posouzení spolehlivosti a zlepšování procesů na balicím centru. Ke zhodnocení spolehlivosti jsou zde použity metody jako procesní FMECA a špagetový diagram. Na tomto základě jsou pak určeny cíle kvality pro balicí centrum a je realizován workshop v duchu filozofie Kaizen, který je zaměřen na zlepšení stavu těchto procesů. Závěr praktické části je pak věnován představení výstupů z Kaizen eventu a implementaci navržených změn, které obsahují například změnu layoutu, přerozdělení práce operátorů a designování nových software pro plánování výroby. Je zde uvedeno i ekonomické zhodnocení, kdy hlavním finančním přínosem bylo snížení počtu operátorů.

V kapitole, která je věnována zhodnocení, je pak diskutováno o praktičnosti použitých metod a zároveň jsou zde zmíněna i další doporučení pro postupování v řízení kvality na balicím centru do budoucna.

2 MOTIVACE

Hlavní motivací k vytvoření této práce pro mě bylo využití vědomostí získaných při studiu ve spolupráci s firmou CommScope, ve které působím jako trainee procesní inženýr po celou dobu svého navazujícího magisterského studia. Aplikací vybraných metod Total Quality Managementu a bližším seznámením se s normami řady ISO 9000 jsem chtěla dosáhnout získání plnohodnotné praxe, ze které budu moci čerpat ve svém následujícím kariérním životě.

Pro realizaci svých úmyslů jsem si vybrala téma posouzení spolehlivosti procesu balení optických kabelů. Oblast balicího centra byla vybrána z důvodu, že tento úsek výroby byl z dlouhodobého hlediska nejméně přezkoumáván a upravován, tudíž zde mohly být využity metody jak pro zmapování aktuální situace, tak pro její zlepšení. Po předběžném zhodnocení byly tedy pro úsek balicího centra vybrány cíle týkající se potřeby analyzovat jeho současný stav a získání kontroly nad zdejšími procesy v podobě zavedení systému plánování výroby, či aplikací 5S. Zároveň bylo naplánováno zlepšení původní situace na balicím centru díky snížení rozpracovanosti.

Z tohoto vyplývá další z důvodů k vypracování této diplomové práce a to reálné využití dosažených výsledků v praxi a možnost prakticky zhodnotit přínos aplikovaných postupů a zvolených metod.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

V současné době se klade ve firmách velký důraz na řízení kvality. Pod tímto pojmem si lze představit mnohé, ale týká se především soustavného zlepšování, které vede k zefektivňování procesů, zvyšování produktivity, snižování nákladů a tudíž k uspokojování zákazníka. Zlepšování se netýká pouze vyráběného produktu či poskytované služby, ale všech procesů ve firmě. Pro udržení konkurenceschopnosti a místa na trhu je tedy řízení kvality nezbytné a stalo se součástí normálního řízení úspěšných firem. Řízení je možné dosáhnout použitím norem a standardů, nejčastěji ISO norem, či vlastním systémem řízení kvality založeným např. na komplexních metodách TQM – Total Quality Management. Styl řízení bývá často ovlivněn požadavky odběratelů, jak je možné pozorovat např. v automobilovém průmyslu (VDA 6), ale také v chemickém a leteckém průmyslu či ve zdravotnictví. [1]

V následujících kapitolách budou tedy představeny minimální požadavky stanovené normami řady ISO 9000 a možné přístupy TQM. Zároveň je zde uvedena i podkapitola věnující se vybraným metodám a analytickým technikám, které jsou využitelné pro zmíněné způsoby řízení kvality, a zároveň je jejich pomocí v praktické části této diplomové práce dosaženo stanovených cílů.

3.1 Normy

Mezi nejdůležitější standardy řízení kvality spadají níže vedené normy z řady ISO 9000, které definují systém managementu kvality. ISO normy jsou vydávány Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO), které je Česká republika členem. Členstvím se zavazuje, že všechny vydávané normy přeloží a vydá do šesti měsíců a k jejich označení použije přidělenou zkratku ČSN. Tuto činnost v České republice zajišťuje úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví – ÚNMZ. [2]

Dodržování těchto standardů se kontroluje pomocí tzv. auditů. Audity mohou být interní, tedy iniciované a zajišťované oddělením kvality dané firmy, či externí. V případě externích auditů bývá najímána auditorská firma, která prověřuje dodržování daných norem, na které firmu audituje, a na základě těchto auditů je možné získání certifikace, ale také její odebrání.

Firma CommScope, ve které byla provedena praktická část diplomové práce, je certifikována na normy ČSN EN ISO 9001:2016 – Systém managementu kvality, ČSN EN ISO 14001:2016 – Systémy environmentálního managementu a ČSN EN ISO 45001:2018 – Systém management bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Zároveň k řízení kvality používá i prostředků TQM. V následujících kapitolách tedy budou uvedeny vybrané normy pro řízení kvality ze skupiny ISO 9000, ale i metody a analytické techniky, které často s uvedenými normami korespondují.

3.1.1 ČSN EN ISO 9000:2016

Norma ČSN EN ISO 9000:2015 nahrazuje normu z roku 2006 a definuje základní termíny, definice a principy managementu kvality potřebné k plnému porozumění ostatních norem souboru ISO 9000. [3] Přímo na ni odkazují kapitoly 2 – Citované dokumenty a 3 – Termíny a definice v normě ISO 9001. [8]

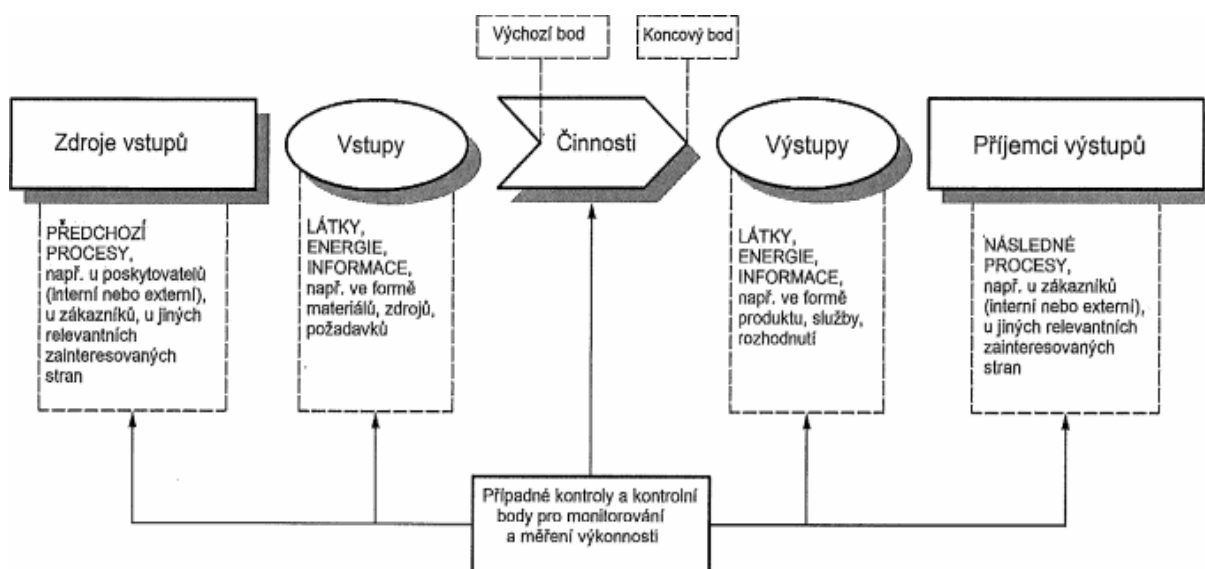
3.1.2 ČSN EN ISO 9001:2016

Certifikace dle normy ISO 9001 patří mezi nejběžnější nástroje k vyjádření, že je ve firmě zaveden systém managementu kvality. Certifikát je mezinárodně uznávaný a jeho platnost je stanovena na tři roky. Uvedené požadavky v této normě pomáhají k nastavování všech procesů v organizaci, vedoucí k jejich transparentnosti a přehlednosti. Hlavními přínosy certifikace jsou zlepšení konkurenceschopnosti firmy, uvedené zmapování procesů a jejich optimalizace, zvyšování kvality produktů, či snižování nákladů. Někdy je zavedení ISO 9001 podmínkou pro navázání spolupráce s ostatními firmami v daném průmyslovém sektoru. [4]

Norma ISO 9001 je rozdělena na deset hlavních kapitol a úvodní nultou kapitolu zmiňující procesní přístup včetně cyklu PDCA a zvažování rizik. V prvních třech kapitolách je rozebrán předmět normy, citované dokumenty a použité termíny a definice. Kapitoly čtyři až deset jsou již přímo zaměřeny na jednotlivé elementy ovlivňující řízení kvality jako definování kontextu organizace, leadership, plánování, podporu, provoz, hodnocení a zlepšování. [8]

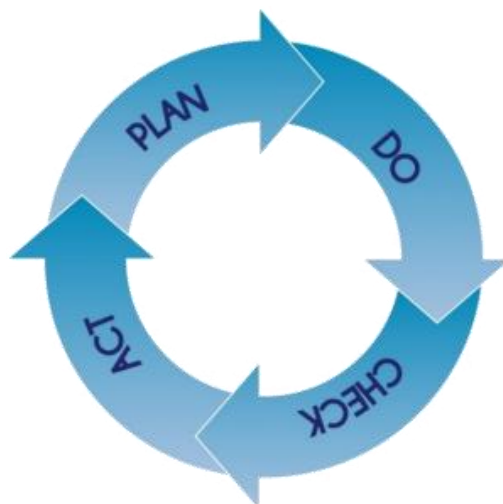
Procesní přístup

Procesní přístup je založen na myšlence pohledu na jednotlivé činnosti a děje v organizaci jako na navzájem provázané procesy, jejichž identifikace a následné řízení napomáhá k dosahování stanovených cílů. Jako pomůcka pro definování procesů je v normě uveden obrázek 1. [8]



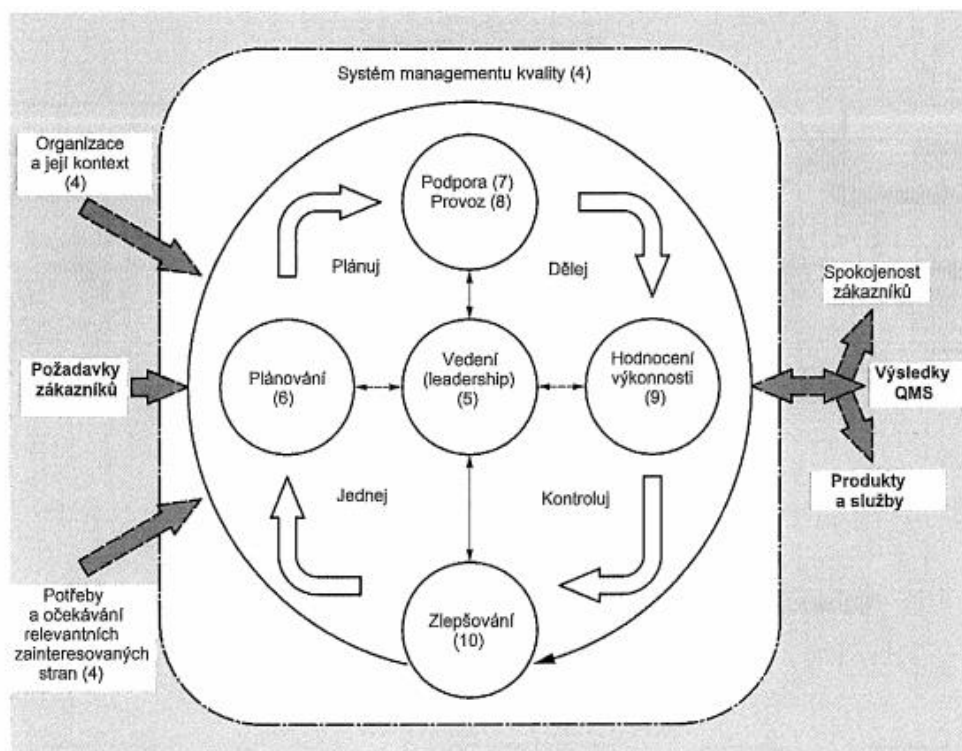
Obr. 1) Schématické znázornění prvků jednoho procesu [8]

K řízení procesů pak slouží tzv. cyklus PDCA. Zkratka PDCA je složena z prvních písmen slov Plan – plánuj, Do – dělej, Check – kontroluj a Act – jednej. Prvotní myšlenka této metody je připisována Walterovi Shewhartovi, ovšem o plné zpracování tohoto cyklu a jeho následné rozšíření do oblasti řízení kvality se zasloužil Edwards Deming, proto se můžeme setkat i s označením Demingův cyklus. [6] Grafické znázornění tohoto cyklu je uvedeno na obrázku 2.



Obr. 2) Cyklus PDCA [7]

Pod plánování spadá vytyčení cílů daného procesu, určení požadovaných zdrojů a možných rizik a příležitostí. V dalším kroku jsou implementovány naplánované změny, které jsou následně sledovány a kontrolovány. Na základě těchto kroků jsou potom v případě potřeby zaváděna vyplývající opatření, aby bylo dosaženo uvažovaného záměru. Norma uvádí rozšířenou variantu obrázku 2 se znázorněním zmiňovaných kapitol (čtyři až deset) a místa v procesu, kde je prostor pro jejich aplikaci. [8]



POZNÁMKA Čísla v závorkách odkazují na kapitoly této mezinárodní normy.

Obr. 3) PDCA dle normy ISO 9001 [8]

Kontext organizace

Pro vymezení kontextu organizace a rozsahu QMS je zapotřebí identifikovat vnější a vnitřní aspekty a zainteresované strany působící na chod organizace. Možnými vnějšími faktory jsou například politika a právní požadavky v místě působení firmy, dále environmentální, konkurenční a kulturní podmínky apod. Do interních aspektů pak spadá třeba stav zařízení a budov, kterými firma disponuje, popřípadě zkušenosti zaměstnanců a know-how organizace. Všechny požadavky těchto činitelů je zapotřebí neustále zkoumat a aktualizovat. [8] K tomuto slouží např. technika QFD – dům kvality.

Norma udává, že „rozsah systému managementu kvality organizace musí být k dispozici a musí být udržován jako dokumentovaná informace. Rozsah musí uvádět dané typy produktů a služeb a poskytovat zdůvodnění pro každý požadavek této mezinárodní normy, u kterého organizace určí, že není aplikovatelný pro rozsah jejího systému managementu kvality.“ [8] Z tohoto vyplývá, že systém řízení kvality je nutné vést ve formě řízené dokumentace, která zároveň zahrnuje i všechny procesy ve firmě a aspekty tyto procesy ovlivňující. [8]

Vedení (leadership)

Pátá kapitola normy ISO 9001 pojednává o zmiňovaném systému managementu kvality a rozdělení pravomocí a odpovědností za jeho prosazování při řízení organizace. Na základě QMS je potřeba vytvořit vhodnou politiku řízení kvality, která je opět dokumentována a případně dostupná zainteresovaným stranám. [8]

Plánování

Část normy popisující plánování se odvolává na kapitulu o kontextu organizace a zde určené aspekty a zainteresované strany a z nich plynoucí rizika a příležitosti. [8] K odhalení těchto rizik a následnému stanovení vhodných opatření slouží např. FMEA a její variace, případně FTA, ETA, HAZOP apod.

Pro plánování je důležité stanovit cíle kvality, kterých má být dosaženo, a zároveň rozdělit odpovědnost za jejich plnění, dále určit zdroje a způsob monitorování a evaluace výsledků.[8] Standardy uvedené v normě pro stanovování cílů korespondují s metodou SMART.

Podpora

Aby byla možná realizace chodu organizace a dosahování cílů kvality, je zapotřebí podpory ve formě zdrojů. Mezi uváděné zdroje spadají lidé, know-how, vybavení firmy včetně budov a zavedené logistiky a vhodného prostředí. Firma také musí zajistit potřebné informace ideálně formou řízené dokumentace a dbát na rozšíření povědomí o všech požadavcích kvality formou komunikace. [8]

Dalším důležitým aspektem jsou pak zdroje pro monitorování a měření. V případě, že firma vykazuje výsledky shody produktů s požadavky, je nutné zajistit adekvátní měřidla a vhodný způsob kontroly. Měřidla musí podle typu účelu prokazovat daný stupeň návaznosti měření a to buď kalibrací, či ověřováním. [8]

Provoz

Organizace je povinna na základně všech výše uvedených parametrů plánovat a řídit veškeré procesy tak, aby byly naplněny požadavky na produkty a poskytované služby, a uzpůsobovat je provozu ve firmě. Tyto požadavky vyplývají z komunikace se zákazníky, legislativních

požadavků, typu produktu, ale i rozhodnutí firmy a musejí být přezkoumávány. Zjištěné požadavky a výsledky těchto pravidelných přezkoumání by měly být dokumentované. Od těchto požadavků se následně odvíjí etapa návrhu a vývoje. [8]

Řízení se týká i externích procesů ovlivňujících provoz, mezi které spadají veškeré druhy dodavatelských služeb. S dodavatelskými firmami je opět důležitá komunikace ohledně požadavků na služby a dodávané produkty. Dalším důležitým aspektem řízení externě poskytovaných procesů je hodnocení dodavatelů a ověřování shod se stanovenými požadavky. [8]

Obdobné podmínky se týkají i samotné výroby a poskytování služeb. Zde je zvlášť důležitá kontrola plnění určených kritérií za pomoci vhodného monitorování a metrologie a případně následné stanovování opatření, pokud nejsou požadovaná kritéria dosažena. Dále je potřebné zajistit ochranu cizího majetku, se kterým organizace nakládá, a to např. formou vhodné identifikace, šetrné manipulace či bezpečným skladováním. [8]

Hodnocení výkonnosti

Pro splnění požadavků normy ISO 9001 musí organizace vykazovat pravidelné hodnocení výkonnosti pomocí různých analýz či měření. Hodnocení je vždy podmíněno tím, co a kdy se bude analyzovat, užitými metodami či stylem monitorování a tím, kdy bude provedeno vyhodnocení získaných dat. Dalším důležitým faktorem, který je potřeba hodnotit, je spokojenost zákazníka. K tomuto je možné využít např. průzkumy spokojenosti, recenze, ale i reklamace. Výsledky je opět potřeba dokumentovat a následně uchovávat. Získané poznatky je možné využít např. k posouzení či zlepšování řízení kvality v organizaci. [8]

Dále musí organizace pravidelně organizovat interní audity pro posouzení plnění vlastních cílů managementu kvality a zároveň požadavků této normy. [8]

Zlepšování

Poslední kapitola normy ISO 9001 je věnována zlepšování. To se týká především neustálého zlepšování produktů či poskytovaných služeb a řešení případných nežádoucích účinků, ale také řízení kvality jako celku. V případě neshod je vyžadována odezva organizace v podobě zavádění nápravných opatření, jejich přehodnocování a řešení následků.

3.1.3 ČSN EN ISO 9004:2018

Norma ISO 9004 je zaměřena na dosažení udržitelného úspěchu firmy. Její čtvrté vydání z roku 2018 koresponduje s normami ISO 9000:2015 a ISO 9001:2015 a zároveň se konkrétněji zaměřuje na chápání kvality a identity organizace. Umožňuje rozvoj organizace především z hlediska zvyšování výkonnosti a zajišťování důvěry v její schopnost dosáhnout udržitelného úspěchu. [5]

Strukturou je tato norma velmi podobná ISO 9001:2015, některé kapitoly jsou nahrazeny již zmíněným rozšířením o kvalitu organizace a její identitu. Zásadním přínosem je také nástroj pro sebehodnocení uvedený v příloze A této normy. Ten slouží k informativnímu posouzení výkonnosti a stavu systému managementu dané organizace, zároveň jej lze využít i k určení nežádoucích účinků či míst ke zlepšení, aby bylo následně možné stanovit adekvátní opatření. [5]

3.2 TQM

Total Quality Management (TQM), též překládaný jako komplexní řízení kvality, je alternativní, případně doplňkový způsob řízení kvality ke zmiňovaným normám řady ISO 9000. ISO popisuje TQM jako manažerský přístup zaměřený na kvalitu, zakládající se na spolupráci všech lidí v organizaci, vedoucí k udržitelnému úspěchu firmy ve formě spokojených zákazníků a prospěchu jak pro firmu, tak pro společnost. Tento význam zároveň koresponduje i s názvem, kdy pod slovy Total Quality Management si lze představit totální začlenění všech lidí v organizaci do uváděné filozofie řízení kvality, týkající se všech úrovní managementu. [9]

Základy TQM byly položeny v Americe v 50. letech minulého století a na jejich rozvoji se podíleli především A. V. Feigenbaum, dále již zmiňovaný W. E. Deming, nebo J. M. Juran, známý mimo jiné pro svoji Příručku řízení kvality (Quality Control Handbook). Filozofie TQM se ale uchytila i v Japonsku, kde byla rozvinuta do několika forem. Mezi nejznámější patří především Kaizen, či Lean. Japonská filozofie a metody určené pro řízení kvality se postupně rozšířily do celého světa a staly se běžnou součástí managementu kvality i pro evropské firmy. [9]

3.2.1 Kaizen

Kaizen, jak již bylo zmíněno, lze považovat za celopodnikovou filozofii založenou na neustálém zlepšování. Tomu odpovídá i název, jelikož „Kaizen“ znamená v překladu Zlepšení. Toto zlepšování se týká všech aspektů a pracovníků organizace od operátorů až po vrcholové manažery a zároveň nikdy nekončí. Pracuje se zde s tím, že je stále co zlepšovat a tyto změny probíhají kontinuálně a ne nárazově. [10]

Kaizen se vyznačuje rovnou několika prvky. Mezi hlavní z nich se řadí následující požadavky:

- Všem možnostem na zlepšení je potřeba se věnovat, ať už jsou jakkoliv významné.
- Kaizen se týká všech pracovníků organizace. Kdokoliv se může podílet na zlepšování.
- Organizace by měla vytvářet prostředí podporující změny a podněcovat zaměstnance ke spolupráci v duchu Kaizen vhodnou formou motivace.
- Ze strany managementu je očekávána dobrá informovanost o dějích ve firmě a zároveň podpora a odpovědnost za zavádění navržených změn. [10]

Bleskový kaizen

Do modifikací této filozofie spadá tzv. Kaizen Blitz, tedy Bleskový kaizen, někdy označovaný i jako Kaizen event.. Jedná se o druh workshopu v duchu myšlenek klasického Kaizen. [10]

Aby byl Bleskový kaizen úspěšný, je zapotřebí určit si vhodný cíl, kterého má být dosaženo, a následně k jeho řešení sestavit adekvátní tým. Tento tým by se měl skládat ze zástupců všech oddělení, kterých se daná problematika týká, a zároveň by měl zahrnovat i moderátora celého workshopu. Od všech členů je očekávána disciplína a zapojení se do řešení problému. Dále je potřeba předem stanovit čas a místo konání, časový rozvrh činností a rozpočet. [11] Doba trvání workshopu by se měla pohybovat v rozmezí dvou až pěti dnů a rozpočet by neměl přesáhnout částku 500 Euro, tedy přibližně 13 000 Kč. Z těchto požadavků je ale možné v případě složitosti problému ustoupit. [10]

3.2.2 Lean

Další možnou filozofii pro řízení poskytuje Lean. Většinou je tento pojem spojován se štíhlou výrobou, ale týká se i jiných oblastí než výroby a to např. managementu, logistiky, administrativy či řízení auditů. Lean je založen na myšlence hladkého a plynulého chodu celé firmy. Toho je dosaženo například eliminací plýtvání, zajištěním ergonomického a čistého pracoviště, nebo zaměřením na komunikaci ve firmě. Lean management tak může organizaci umožnit rychlejší a plynulejší procesy a zvýšit její celkovou flexibilitu. Tím pádem je zlepšována schopnost firmy uspokojovat zákazníky, což vede k přínosu většího zisku. [19]

Mezi postupy využívané v Lean managementu se řadí nástroje zaměřené na mapování materiálového a fyzického toku jako Value Stream Mapping a Špagety diagram, dále metody pro identifikaci a odstraňování plýtvání, mezi které spadá např. Muda – Sedm druhů plýtvání, či metody pro udržování čistého a organizovaného pracoviště jako je 5S. [19]

3.2.3 Six Sigma

Další metodika, která často velmi úzce spolupracuje s vizemi štíhlé výroby, se nazývá Six Sigma. Rozdíl mezi těmito filozofiemi je ovšem v tom, že Six Sigma se zaměřuje především na data, k čemuž využívá více statistických nástrojů než Lean. Dalším rozdílem je také původ. Jak již bylo zmíněno, Kaizen i Lean mají své počátky v Japonsku, zatímco základy Six Sigma byly položeny v Americe firmou MOTOROLA. [24]

Hlavním cílem této filozofie je pak eliminace chyb a snížení variability procesů. Toho je dosahováno především využitím řetězce DMAIC, který představuje rozšířenou verzi PDCA cyklu. [24] Výsledky této metody jsou pak posuzovány např. pomocí Sigma úrovně, která může nabývat právě od jedné do šesti, případně výpočtem DPMO, tedy Defects Per Million Opportunities (počet defektů při milionu příležitostí). Celkovou efektivitu je pak možné i vyjádřit ve finanční úspoře. [29]

Six Sigma je často aplikována v projektech, které mohou být určeny jak pro týmy, tak pro jedince. Po úspěšném ukončení tohoto projektu pak bývají lidem, kteří se na něm podíleli, přiděleny takzvané pásy odpovídající dané úrovni poznání Six Sigma metodiky. [24] Nejčastěji certifikované úrovně jsou pak tzv. Green Belt a Black Belt.

3.3 Nástroje řízení kvality

Jak již bylo uvedeno, řízení kvality, ať už za pomoci norem či TQM, se neobejde bez různých nástrojů ve formě metod a analytických technik. Metody bývají většinou všeobecnější a jsou určeny spíše pro dlouhodobější řízení organizace, zatímco analytické techniky mají užší zaměření a pomáhají tedy k řešení určitých druhů problémů. Analytické techniky mají jasně stanovená pravidla a postupy pro jejich vypracování a často využívají i různých výpočtů. Tyto nástroje jsou různorodé a je možné je používat v celém spektru řízení kvality, ať už se jedná o stanovování cílů, identifikaci rizik, či udržování pořádku na pracovišti. [13]

3.3.1 Metoda 5S

Metoda 5S, jak již název napovídá, je založena na pěti standardech, jejichž dodržování vede k vytvoření čistého, přehledného a produktivního pracoviště. Tyto standardy jsou vyjádřeny pomocí japonských slov:

- Seiry – Sortovat
 - Důraz na ponechání pouze potřebných věcí týkajících se činností na pracovišti.
- Seiton – Systematizovat
 - Pracoviště musí být uspořádané. Každá věc má své místo.
- Seiso – Stále čistit
 - Úklid musí být prováděn pravidelně, dbá se na čistotu a udržování pracovní pozice a zařízení v pořádku.
- Seiketsu – Standardizovat
 - Sjednocení pracoviště např. formou Standard Work. Tento dokument by měl uvádět seznam vybavení pracoviště a jeho vzhled a měl by být umístěn např. na informační tabuli.
- Shitsuke – Sebedisciplína
 - Je apelováno na disciplínu a zodpovědnost každého jedince za plnění uváděných požadavků. [12]



Obr. 4) Metoda 5S [18]

Propojenost všech požadavků je znázorněna na obrázku 4. Tato metoda je opět aplikovatelná v celém prostředí firmy, jak pro jednotlivé výrobní stanoviště, tak i pro kanceláře nebo meetingové místnosti.

3.3.2 DMAIC

Metoda DMAIC je zaměřena na neustálé zlepšování a zavádění změn. Jedná se o dokonalejší a novější verzi již uváděného PDCA cyklu. Jeho znalost je podstatná pro zavádění metody Six Sigma. Mezi jednotlivé fáze tohoto cyklu spadá:

- Define – Definovat
 - V prvním kroku je potřeba stanovit, co chceme zlepšovat, a určit si cíle, kterých chceme dosáhnout.
- Measure – Měřit
 - Dále je nutné získat o zlepšovaném objektu či procesu co nejvíce informací a tím pádem si vytvořit optimální přehled o výchozím stavu.
- Analyze – Analyzovat
 - Naměřená data jsou v této fázi analyzována. Jsou zde odhaleny možné nedostatky a zároveň i jejich příčiny.
- Improve – Zlepšovat
 - V tomto kroku jsou zaváděna veškerá opatření vyplývající z již zjištěných informací.
- Control – Řídit
 - Zavedené změny je potřeba plně implementovat do procesů a dohlížet na jejich dodržování. Zároveň je důležité zhodnocení prospěšnosti těchto změn a případně jejich optimalizace. [16]

Jak již vyplývá z pojmu cyklus, jde o nekončící proces sloužící k neustálému zlepšování, složený z těchto uvedených fází, jejichž návaznost je znázorněna na obrázku 5. [16]



Obr. 5) DMAIC – Cyklus zlepšování [16]

3.3.3 Muda – 7 druhů plýtvání

Tato metoda bývá aplikována ve štíhlé výrobě a často bývá součástí filozofie Kaizen. Metoda Muda pochází opět z Japonska, kde byla mimo jiné využívána a proslavena společností Toyota, a označuje plýtvání. Rozlišuje se zde sedm hlavních druhů plýtvání s cílem jejich identifikace a následného odstranění. Patří mezi ně:

- Transport
 - Nezávládnutá logistika způsobuje zbytečný pohyb materiálu a narušuje plynulost materiálového toku.
- Zbytečné pohyby
 - Nadbytečný pohyb osob zkracuje jejich produktivní čas.
- Čekání
 - Prostoje zapříčiňují nevyužití strojů a pracovníků.
- Nadbytečné zpracování
 - Zbytečné zpracování, které už není zákazník schopen docenit, ovlivňuje např. čas výroby a cenu produktu.
- Vady a opravy
 - Vady plýtvají náklady a časem na výrobu neshodného kusu a jeho opravu či likvidaci.
- Skladování
 - Skladování spadá pod plýtvání místem.
- Nadprodukce
 - Nadprodukce způsobuje plýtvání časem zaměstnanců, skladovací plochou a zbytečnou obsazenost strojů. [17]

Muda spadá zároveň mezi tak zvané Tři zla ve výrobě, označované jako 3M. Mezi zbylá dvě zla patří Mura a Muri. Pojem Mura zahrnuje nepravidelnost, nevyrovnanost a nestejnou měrnost, pod čímž si lze představit např. velké výkyvy poptávky a zásob, nebo nerovnoměrné pracovní zatížení. Muri odpovídá jakémukoliv druhu přetěžování, ať už se týká výroby, lidí či financí. Pro úspěšnost organizace je potřeba všechny tyto vlivy odhalit a věnovat se jejich eliminaci. [17]

3.3.4 SMART

Technika SMART je univerzální nástroj pro stanovování cílů, což je velmi důležitý prvek plánování. Tato metoda dostala opět název z prvních písmen dále rozvedených požadavků na nastavování cílů:

- Specific – Specifický
 - Cíl by měl být specifický, tedy přesně definovaný a pro všechny, kterých se týká, snadno pochopitelný.
- Measurable – Měřitelný
 - Cíl musí být měřitelný, což je podstatné pro zjištění, zda byl úkol splněn.
- Achievable/Acceptable – Akceptovatelný
 - Úkol musí odpovídat schopnostem a možnostem pracovníků, kterým je určen, a ti ho musí akceptovat.
- Realistic/Relevant
 - Cíl musí být reálný a dosažitelný.
- Time specific/Trackable
 - Úkol by měl být časově ohraničený minimálně pomocí termínů začátku a konce. V ideálním případě by měly být stanoveny i kontrolní body v průběhu vykonávání úkolu. [14]

Nově je možné se setkat i s rozšířením tohoto nástroje ve formě SMARTER, přičemž prvních pět písmen je ponechaných z uvedené techniky SMART a písmena E, R odpovídají následujícím požadavkům:

- Evaluate
 - Evaluate odpovídá v českém překladu výrazu ohodnotit, z čehož vyplývá, že je zapotřebí úkol po dosažení cíle zhodnotit.
- Reevaluate/Rewardred
 - Písmeno R zahrnuje přehodnocování, které spočívá i v archivaci a zaznamenávání úkolu, aby bylo možné se k němu zpětně vracet. Další význam zmiňuje odměňování za úspěšné dokončení úkolu, což může být vhodná forma motivace. [15]

3.3.5 FMEA

Zkratka FMEA vychází z prvních písmen anglického názvu této metody a to Failure Modes and Effects Analysis, což v českém překladu odpovídá analýze způsobů a důsledků poruch. Tato systematická metoda je využívána pro odhalování potenciálních poruch a jejich důsledků a vlivů na analyzovaný systém. Popisu této metody a jejímu rozšíření o hodnocení kritičnosti poruch – FMECA se věnuje česká technická norma ČSN EN IEC 60812 z roku 2019. V tomto dokumentu je i pro rozšíření FMECA používáno jednotné označení FMEA, proto bude i v následujících odstavcích uveden pouze tento referenční název. [30]

Existuje vícero přístupů FMEA podle účelu, nebo objektu, na který metodu aplikujeme. Mezi základní rozdělení patří systémová FMEA (SFMEA), pak procesní (PFMEA) a návrhová, někdy nazývána také jako konstrukční (DFMEA). Dále ale norma uvádí i FMEA údržbářského servisu. Ke správnému provedení této analýzy je potřeba mít náležitá pravomoci a převzít odpovědnost za dodržování postupu a mnohá rozhodnutí, proto je běžné pro tyto účely rozdělit role mezi vícero lidí a vytvořit tak tým, který se bude na zpracování podílet. Nehledě na druh aplikace je pak FMEA obvykle rozčleňována do tří kroků obsahujících plánování, samotné provádění této analýzy a následně její dokumentaci. Plánování obsahuje především stanovení cílů a rozsahu prováděné FMEA, dále určení potřebných zdrojů a způsobů dokumentace. Fáze provádění pak zahrnuje vypracovávání FMEA protokolu. Prvním krokem k jeho vyplnění je rozdělení objektu zájmu na jednotlivé prvky, ke kterým je pak následně prováděna identifikace jejich funkce, způsobů poruch, metod detekce těchto poruch a jejich důsledků a příčin. Pokud je vypracovávána rozšířenější varianta – FMECA, je před stanovováním nápravných opatření potřeba ještě provést analýzu kritičnosti poruch na základě RPN. [30]

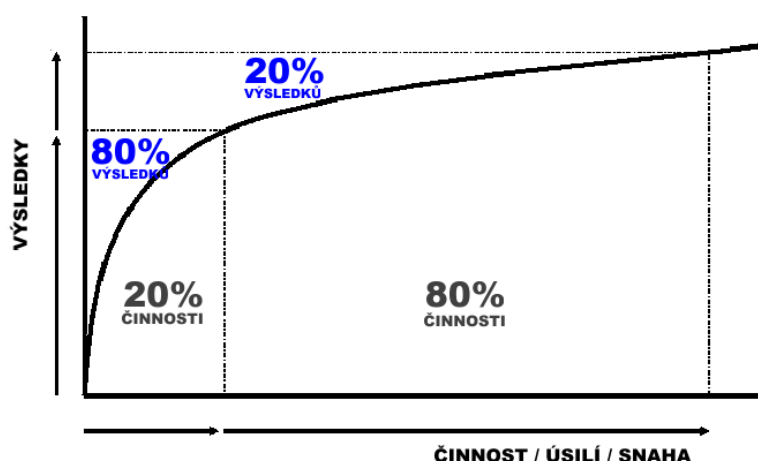
Důležitým parametrem, který ovlivňuje volbu poruch, pro která jsou stanovována nápravná opatření, je číslo priority rizika – RPN, které bývá označováno též jako metoda kritičnosti. Jedná se o součin čísel určených pro závažnost poruchy, její výskyt a detekovatelnost, přičemž jejich hodnoty se určují na základě klasifikačních tabulek a nabývají čísel od jedné do deseti. Výsledné RPN se tedy může pohybovat od jedné do tisíce. Někdy je možné vynechat parametr pro detekovatelnost, tudíž se rozsah RPN sníží na jedna až sto. Vyšší hodnoty RPN odpovídají vyšší závažnosti uvažované poruchy. [30] Většina organizací využívajících FMEA mívá stanovenou vlastní hodnotu RPN, nad kterou považuje hodnoty za kritické a v případě, že není tato hodnota přesazena, řeší např. pouze několik nejzávažnějších poruch s nejvyšším dosaženým RPN. Toto kritické číslo se pohybuje většinou kolem 100, případně 120. [30]

3.3.6 Paretovo pravidlo

Paretovo pravidlo, někdy také nazýváno jako Paretův princip či pravidlo 80/20, je často používaný nástroj při rozhodování a plánování. Pravidlo bylo pojmenováno podle Vilfreda Pareta, který v 19. století vypočítal, že 80 % veškerého bohatství v Itálii je rozprostřeno mezi 20 % zdejších obyvatel. Tento poznatek ovšem do oblasti řízení kvality zařadil až již zmíněný Joseph M. Juran. Paretův princip je možné využít například při zlepšování, kdy vyřešením 20 % příčin odstraníme až 80 % problémů. Zaměřením se tedy pouze na malé procento kritických příčin docílíme velkého efektu. Podobně lze pravidlo aplikovat i při plánování, kdy například při 20 % vynaloženého času dosáhneme 80 % výsledků. [20]

Paretovo pravidlo je nejčastěji znázorňováno ve formě grafu podobném obrázku 6, který už automaticky generují veškeré statistické software jako např. Minitab či Statistica, ale i tabulkový software jako Microsoft Excel.

PARETOVO PRAVIDLO 20 /80



www.zij-zdrave.cz

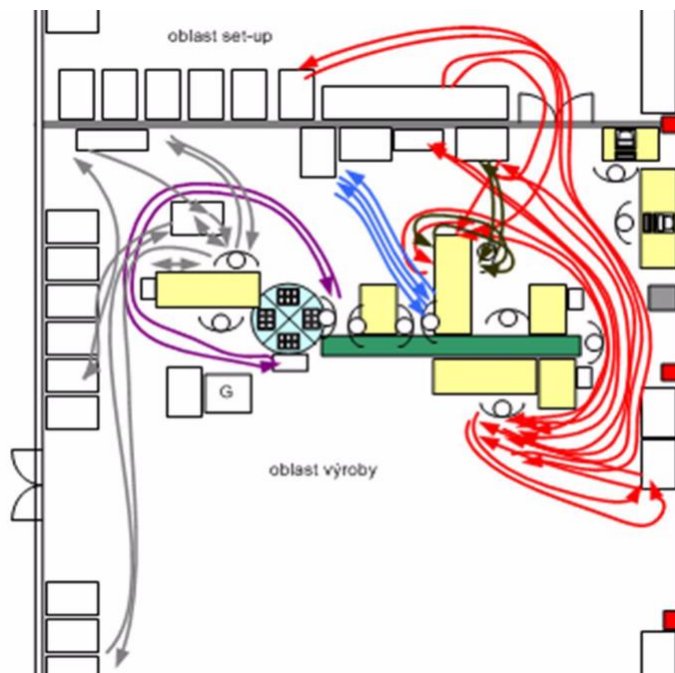
Obr. 6) Paretovo pravidlo [21]

3.3.7 Špagetový diagram

Špagetový diagram se řadí mezi nástroje užívané k odstraňování plýtvání časem, či plýtvání při pohybu a přepravě. Tato technika se využívá při řešení logistiky, jelikož je její pomocí možné trasovat pohyb osob a materiálu, ale např. i při změně rozmístění pracovních pozic a strojů. Technika je založena na monitorování pohybu, měření doby jeho trvání a zakreslování jednotlivých přesunů do layoutu, tedy grafického znázornění pozorovaného prostoru (např. výrobní haly). [22]

Při vytváření špagetového diagramu je vždy potřeba určit co a kde bude pozorováno a mít k dispozici již zmíněný layout daného pracoviště. Tento diagram lze vytvářet v reálném čase, ale pro větší přesnost je lepší veškerý analyzovaný proces nahrávat videokamerou. Je efektivnější zaznamenat více opakování dané činnosti a pak dané časy a zprůměrovat. Všechny pohyby jsou zakreslovány do layoutu, přičemž každý přesun je znázorněn vlastní čarou, která má daný směr např. šipkou či číselnou posloupností přesunů. Pro každý zmíněný přesun je důležité změřit čas jeho trvání a přiřadit ho k příslušné čáře. [22] Ukázka výsledného diagramu je znázorněna na obrázku 7.

Ze vzniklého diagramu je následně možné určit neefektivnosti stávajícího layoutu, jako jsou např. zbytečné pohyby ve formě příliš vzdálených pozic či křížující se cesty. Možnou nápravou těchto odhalených problémů je přemístění pozic, mezi kterými byl pohyb nejfrekventovanější nebo byla vzdálenost a čas mezi nimi nejdelší, co nejblíže k sobě. Zároveň je takto možné odhalit nepotřebné přesuny a zamezit tak jejich vzniku v budoucnu. Výsledkem pak bude větší podíl produktivního času a menší unavenost pracovníků vyplývající ze zbytečných pohybů. [22]



Obr. 7) Ukázka špagetového diagramu [23]

4 O SPOLEČNOSTI COMMSCOPE

Společnost CommScope Inc. je americká firma specializující se na výrobu telekomunikačních technologií, čímž zásadně přispívá k rozvoji globální síťové infrastruktury. [25]

Společnost byla založena v roce 1976 Drendelem a Jearldem Leonhardtovými, ovšem její počátky sahají až do roku 1953, kdy původní produkty spadaly pod společnost Superior Continental Cable. Postupem času se nynější CommScope stal jednou ze samostatných divizí, až došlo před 45 lety k jejímu úplnému oddělení. Nyní má CommScope Inc. pobočky po celém světě, jako například v Číně, Indii, Mexiku, Španělsku, ale i právě v České Republice, v nichž zaměstnává přes 30 000 lidí. [25]

Firma se pyšní širokým portfoliem produktů, které dodává do více než 130 zemí světa. [25] Mezi nejproslulejší značky tohoto portfolia spadají SYSTIMAX, RUCKUS, SURFBOARD, HELIAX, ERA a ONECELL. Každá z těchto značek pak obsahuje své vlastní produkty jako například optické i měděné kabely, modemy, ethernetové switche a další jiné výrobky a jejich příslušenství, které nacházejí využití například v tzv. chytrých budovách, či přispívají k rozvoji a zavádění 5G sítí. [26]



Obr. 8) Logo společnosti CommScope Inc.

4.1 CommScope Czech Republic s.r.o.

Česká pobočka firmy CommScope sídlí v Brně na adrese Tuřanka 856, 627 00 Brno – Tuřany. Od minulého roku se po projektu Rose, tedy sloučení se závodem v Brně Modřicích, stala jedinou pobočkou v České Republice, která aktuálně zaměstnává přes 1000 zaměstnanců.

Slatinský závod je rozdělen na několik oddělení, přičemž každé z nich se věnuje výrobě či montáži jiného typu produktů:

- FC – Fiber Cable
 - Výroba surových optických kabelů
- FT – Fiber Termination
 - Osazování optických kabelů konektory
- FCA – Fiber Cable Assembly
 - Montáž optických kabelů z FT do rozvaděčů
 - Výroba měděných slotů do komunikačních technologií
- Microwave
 - Výroba mikrovlnných antén

4.1.1 Oddělení Fiber Termination

Oddělení Fiber Termination se, jak již bylo řečeno, věnuje osazování různých druhů optických kabelů, především se pak jedná o produkty řady SYSTIMAX. Samotné oddělení pak lze rozdělit ještě na dvě části a to na outdoor a indoor. Z uvedených názvů lze odvodit, že se jedná o optické kabely pro vnější nebo vnitřní použití. Mezi konektory pro outdoor kabely se řadí např. Bayonet konektor, pod indoor pak patří mimo jiné LC, SC, MPO a další konektory.

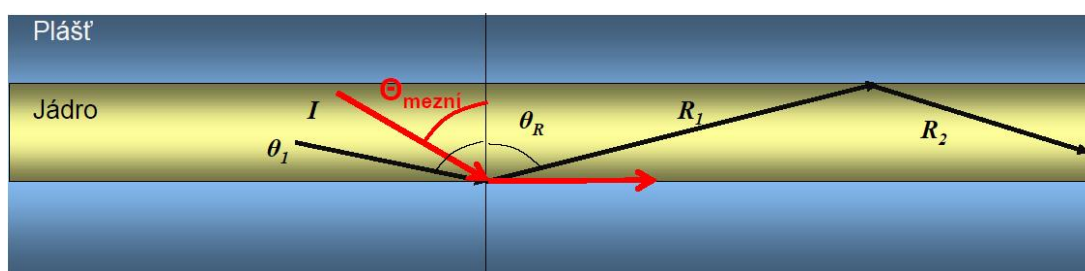
Zdejší produkty lze pak rozdělit i podle zákazníka. Část vyrobených produktů rovnou putuje za koncovým zákazníkem, kterým je např. společnost Microsoft, další část pak pokračuje na oddělení FCA, kde jsou kabely dále zpracovávány a zapojovány do rozvaděčů. V případě, že jsou kabely dodávány rovnou externímu zákazníkovi, je potřeba mimo jiné věnovat speciální pozornost finálnímu balení, ke kterému zde slouží balicí centrum. O balicím centru bude pojednáváno blíže v dalších částech, jelikož právě zde byla vykonávána praktická část této diplomové práce.

4.2 Optické vlákno

Hlavním produktem firmy CommScope, který je společný pro víceméně všechny její výrobky, je optické vlákno. V této kapitole budou rozebrány základní informace o fungování a struktuře optických vláken, jelikož mohou být nápomocné pro lepší pochopení praktické části této diplomové práce.

V dnešní době je stále aktuální rozvoj digitalizace, a proto postupně dochází k přechodu z měděných kabelů k optickým vláknům. Optická vlákna totiž dokáží vést jakýkoliv digitalizovaný signál rychleji a spolehlivěji než vlákna měděná. Jak již bylo řečeno, jsou využívána například pro přenos televizního signálu, v telekomunikaci, či při zřizování data center a zasíťování budov. [27]

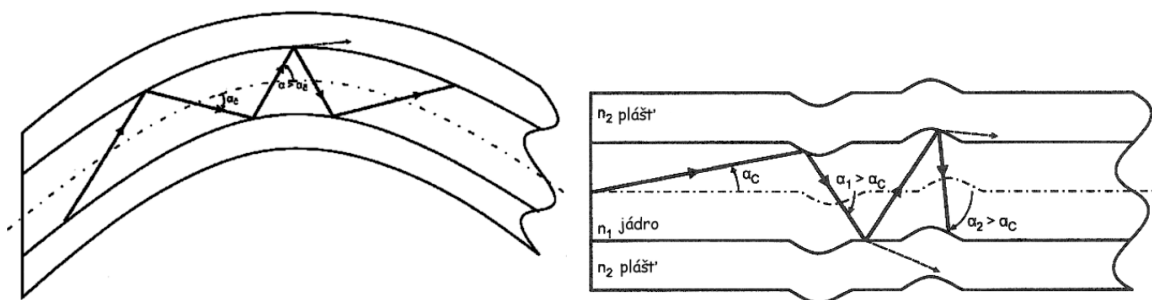
Signál je optickým vláknem přenášén díky principu odrazu paprsku světla na rozhraní látek s rozdílným indexem lomu. V případě optického vlákna tvoří toto rozhraní jádro a plášť. K úplnému odrazu dochází v případě, že je překročen kritický úhel daného rozhraní, jak je znázorněno na obrázku 9. [27]



Obr. 9) Princip přenosu signálu optickým vláknem [27]

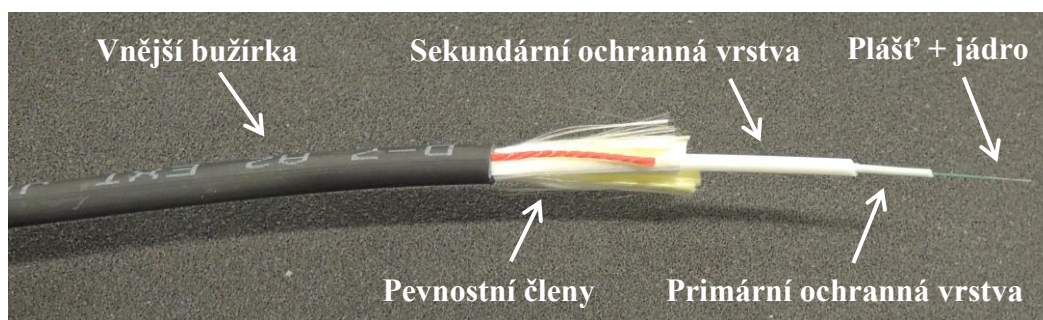
Důležité je též znát příčiny útlumu optického signálu. Ty mohou být způsobeny nečistotami v jádře, ke většině ztrát pak ale dochází při spojení kvůli nečistotám na konektoru, nebo při špatném zapojení např. vlivem excentricity, osovým vybočením, či spojováním vláken o různých průměrech jádra. Dalším významným faktorem ztráty signálu je pak ohyb. Ten může být způsoben buď působením vnější síly – Macrobend (obrázek 10 vlevo), nebo vnějším poškozením vlákna případně chybou při výrobě – Microbend (obrázek 10 vpravo). V případě tzv. Macrobend je zakřivení vlákna větší než průměr jádra, u Microbend je tomu

naopak. Oba druhy ohybu pak zapříčiňují snížení úhlu dopadu signálu, tudíž už nedochází k úplnému odrazu. [27]



Obr. 10) Macrobend a microbend [27]

Optických kabelů je vyráběno více druhů. Liší se například počtem vláken, či jejich tloušťkou, složení kabelu je ale vždy podobné, viz obrázek 11. Optický kabel vždy obsahuje již zmíněné jádro s pláštěm, které je obaleno primární a sekundární ochrannou vrstvou. Tyto vrstvy jsou uschovány v pevnostních členech, kterými většinou bývají kevlarová vlákna. Poslední a tedy vnější vrstvu kabelu tvoří bužírka, přezdívaná též jacket, která chrání kabel vůči vnějšímu poškození. [27]



Obr. 11) Struktura optického kabelu [27]

5 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce byla realizována na oddělení Fiber Termination, přesněji pak na balicím centru pro MPO a SF linky. Cílem této práce bylo zmapování procesů na balicím centru a jejich případné následné zlepšení a zároveň vytvoření a zavedení systému plánování výroby.

5.1 Seznámení s balicím centrem

Balicí centrum na oddělení FT slouží k finálnímu balení produktů před jejich odesláním externímu zákazníkovi. I když zde většina operací už nepřidává zdánlivou hodnotu samotnému produktu, je stále potřeba tomuto procesu věnovat zvýšenou pozornost, jelikož nesprávné zabalení by mohlo způsobit např. poškození produktu při přepravě, nebo zapříčinit odeslání špatného typu či množství.

Portfolio balicího centra je velmi rozmanité, jelikož sem konstantně proudí výrobky ze tří výrobních linek, které se uzpůsobují jednotlivým zakázkám. Proto se i postupy na balicím centru mění víceméně s každým produktem, jelikož má každý výrobek jiné požadavky na balení, ať už se jedná o úplně jiný typ balení (např. rozdíl mezi cívkou a smotkem), či pouze počet zabalených kusů.

5.1.1 Základní údaje

Všechny následující údaje se vztahují k výchozímu stavu balicího centra, ve kterém se nacházelo před Kaizen event, který probíhal od 21. 10. do 23. 10. 2020.

Počet operátorů

Balicí centrum je navrženo až pro 5 operátorů a jednoho senior operátora. Počet operátorů je zde upravován podle aktuální potřeby. Operátoři jsou proškoleni i na práci ve výrobních linkách, v případě jejich nevytíženosti na balicím centru je možné jejich využití na jiných pozicích.

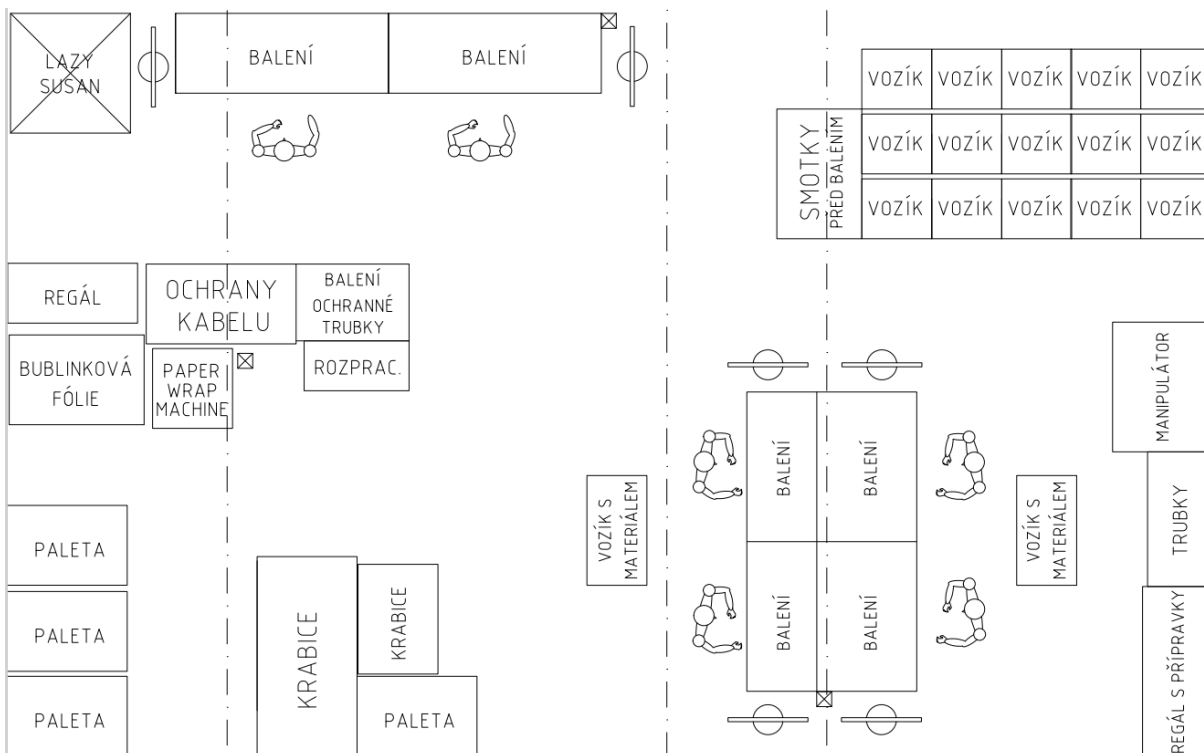
Práce operátorů

Práce senior operátora zahrnuje přijímání kabelů z výrobních linek, tisk produktových štítků a rozřazení zakázek v modré zóně, kde kabely čekají na zabalení. Dále se dle času věnuje klasickému balení stejně jako ostatní operátoři.

Práce operátorů začíná u převzetí kabelu z modré zóny a v případě smotku končí odnesením daného kusu do regálu s ostatními smotky čekajícími na zabalení, kde buď operátor kabel zanechá, popřípadě zabalí celou zakázku do krabice. V případě cívky operátor kabel rovnou zabalí do krabice, kterou následně umístí na paletu. Bližší informace jsou rozepsány v kapitole 5.1.3.

Layout

Balicí centrum se nachází u výstupu ze tří výrobních linek a zabírá plochu o rozloze 94 m². Rozložení balicího centra je znázorněno na obrázku 12.



Obr. 12) Layout původního balicího centra

5.1.2 Portfolio

Produkty na balicím centru můžeme rozdělit podle různých parametrů, přičemž z uvedených možností jsou možné různé kombinace a každá z nich vyžaduje jiný typ balení.

Rozdělení podle produktové řady:

- SYSTIMAX
- BT
- STANDART

Rozdělení podle produktové rodiny:

- ARRAY
- RUGGED
- TRUNK
- JUMPER

Rozdělení podle typu konekturu:

- Vícevláknové konektory
 - Osmivláknové (QP, QX...)
 - Dvanáctivláknové (MP, MX...)
 - Dvacetivláknové (2P, 2X...)
- Jednovláknové konektory
 - Konektory typu LC (LC, LU, LM...)
 - Konektory typu SC (SC, SA...)
- Neosazené kabely

Rozdělení podle možností tahacích ok:

- Bez tahacího oka
- Zipové tahací oko
- Ochranná trubka + tahací ponožka
- Plastový rukáv + ochranná trubka + tahací ponožka
- Mirelonová trubka + tahací ponožka

Rozdělení podle typu balení:

- Balení na smotek
 - Malý smotek
 - Střední smotek
 - Velký smotek
- Balení na cívku
 - Plastová cívka
 - Lazy Susan cívka
 - Velká dřevěná cívka

5.1.3 Procesy

Jak již bylo řečeno, postupy balení jednotlivých produktů se od sebe kolikrát velmi liší, vždy ale mají společné níže uvedené kroky.

- Identifikace kabelu
 - Po výstupu z výrobních linek přináší senior operátoři těchto linek osazené kabely na balicí centrum a umísťují je na stojan. Zde je senior operátor balicího centra identifikuje nascanováním kódu a pro každý kabel vytiskne produktový štítek, čímž se potvrdí, že kabel prošel všemi výrobními operacemi a že byl otestován.
- Umístění zakázky do modré zóny
 - Po přiřazení produktového štítku ke každému kabelu je senior operátor rozmísťuje dle zakázek na stojany do tzv. modré zóny.
- Rozdělení kabelů mezi operátory
 - Kabely jsou následně rozděleny mezi operátory dle data zakázky pro finální zabalení.
- Identifikace pracovního postupu
 - Operátor identifikuje způsob balení daného kabelu buď rozkódováním MID kabelu a použitím vhodné instrukce, nebo se řídí podle kusovníku (BOM), kde jsou napsané všechny komponenty a prostředky, které mají být k balení použity.
- Kontrola kabelu
 - Operátor před zabalením každého kusu zkontroluje, zda není kabel jakkoliv poškozen. V případě poškození kabelu chybu zapíše do QCPC tabulky. Kabel pak podle typu vady vrací na opravu zpět do výrobní linky nebo ho odnáší na oddělení kvality.
- Lepení štítků
 - Na každý kabel je podle příslušných šablon či výkresu nalepen identifikační (MO) a patentový štítek. V případě jednovláknových konektorů jsou na produkt lepeny černé štítky sloužící k identifikaci orientace kabelu.

- Ochrana konektorů
 - U jednovláknových konektorů jsou vždy konektory zabaleny do plastového sáčku. U vícevláknových konektorů se sáček nepoužívá, někdy je možné na požadavek zákazníka použít speciální kryt.
- Ochrana breakoutu
 - U vícesubunitových kabelů s vícevláknovými konektory se používá ochranná trubka, která má zabránit poškození kabelů při přepravě. Tato trubka je z jedné strany uzavřená a z druhé strany se ke kabelu připevňuje strečovou fólií. V některých případech je možné použití tzv. tahacích ok, které pomáhají zákazníkovi při rozbalování a aplikaci kabelu.
- Upevnění kabelu
 - Takto upravený kabel se následně v případě smotku upevní proti rozmotání suchým zipem a vloží do sáčku. V případě cívky jsou volné konce kabelu namotány a připevněny strečovou fólií. V některých případech je v tomto bodě do sáčku či k cívce vkládána čínská deklarace.
- Nalepení produktového štítku
 - Na každý produkt je nalepen identifikační produktový štítek. U smotku se štítek lepí na sáček, v případě cívky se lepí jeden na bok a druhý na návin cívky.
- Vyplnění inspekčního reportu
 - Každý operátor následně vyplní potřebné informace do inspekčního reportu a podepíše se zde.
- Přenesení produktu do balicí zóny
 - Takto zabalený produkt je následně přenesen do balicí zóny, kde v případě smotků čeká na zabalení celé zakázky, v případě cívek se rovnou balí do krabic.
- Balení do krabic
 - Po připravení všech kusů zakázky na zabalení jsou produkty s ochranným materiálem vkládány do krabic. Krabice jsou následně zalepeny, řádně označeny a umístěny na paletu.

Grafické znázornění postupu balení je pak uvedeno v příloze 1, která byla vypracována v rámci přípravy FMECA procesu.

5.2 Přípravná fáze Kaizen event

Firma CommScope se řídí filozofií Kaizen a tím zajišťuje spolehlivost a neustálé zlepšování svých procesů. V rámci tohoto řízení kvality se pravidelně organizují tzv. Kaizen events zaměřené na jednotlivé výrobní sektory. Na balicí centrum byl tento workshop naplánován na říjen 2020, přičemž přípravná fáze tohoto projektu probíhala již od srpna 2020. V následujících podkapitolách bude uveden průběh plánování zmíněného workshopu a analýza původního stavu balicího centra.

5.2.1 Přípravné meetingy

Kaizen events vyžadují přípravnou fázi, během které jsou stanoveny cíle, kterých má být dosaženo, určen tým, který se bude na projektu podílet, a naplánována podrobná analýza dané oblasti. Zároveň je potřeba zajistit podporu ve formě financí a případného vybavení pro realizaci projektu.

Během prvního přípravného meetingu byl sestaven tým v následující podobě:

| Účastníci | Role v projektu |
|--------------------------|------------------|
| Trainee procesní inženýr | Vedoucí projektu |
| Procesní inženýr | Mentor |
| Lean specialista | Mentor |
| Inženýr kvality | FMECA |
| Back up | - |
| Technik kvality | - |
| Senior operátor | - |
| Senior operátor | - |

Tab 1) Rozdělení rolí v projektu

Členové tohoto týmu byli voleni podle toho, aby zde byl vždy alespoň jeden zástupce každého oddělení, které přichází do kontaktu s balicím centrem.

Mezi zmíněné účastníky projektu byly následně rozděleny povinnosti pro uskutečnění workshopu. Tyto úkoly byly postupně rozvrženy do tzv. 3 2 1 plánu, ve kterém bylo postupně kontrolováno jejich plnění. Nasbíraná data byla průběžně vyhodnocována během pravidelných setkání, která se konala každý týden až do začátku Kaizen event.

5.2.2 Analýza balicího centra

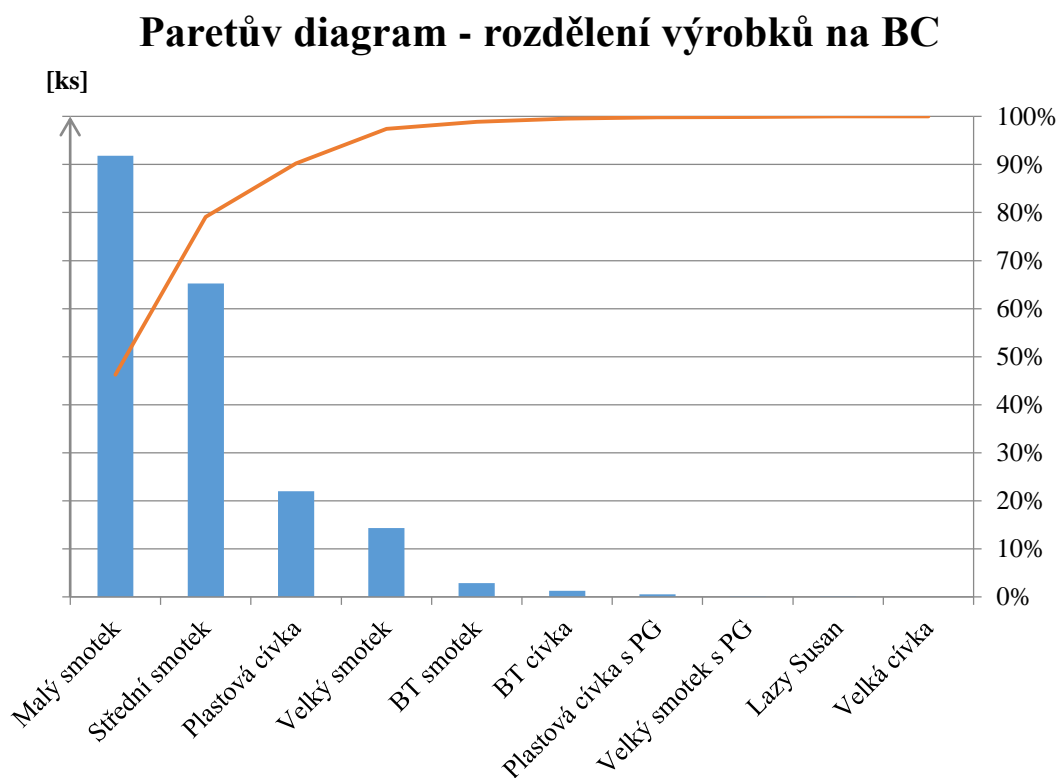
Pro analýzu balicího centra byly vybrány vhodné nástroje pro sběr dat ovlivňujících zamýšlené cíle projektu. Jako hlavní cíle Kaizen event byly určeny:

- Zmapování procesů na balicím centru
- Zavedení systému plánování výroby
- Definování standard work a 5S
- Zvýšení hodinových výstupů (PPH)
- Snížení rozpracovanosti

WIP + Paretův diagram

Nejdříve bylo potřeba určit produkty, kterými se tento projekt bude zabývat, jelikož portfolio balicího centra je velmi rozličné a bylo by náročné provádět analýzu všech produktů najednou. K tomuto bylo využito kombinace nástroje WIP a Paretova diagramu.













Pro WIP analýzu bylo třikrát denně zaznamenáváno rozmístění a počet všech rozpracovaných produktů nacházejících se na balicím centru. Z dat sesbíraných za prvních čtrnáct dní byl vytvořen následující Paretův diagram.



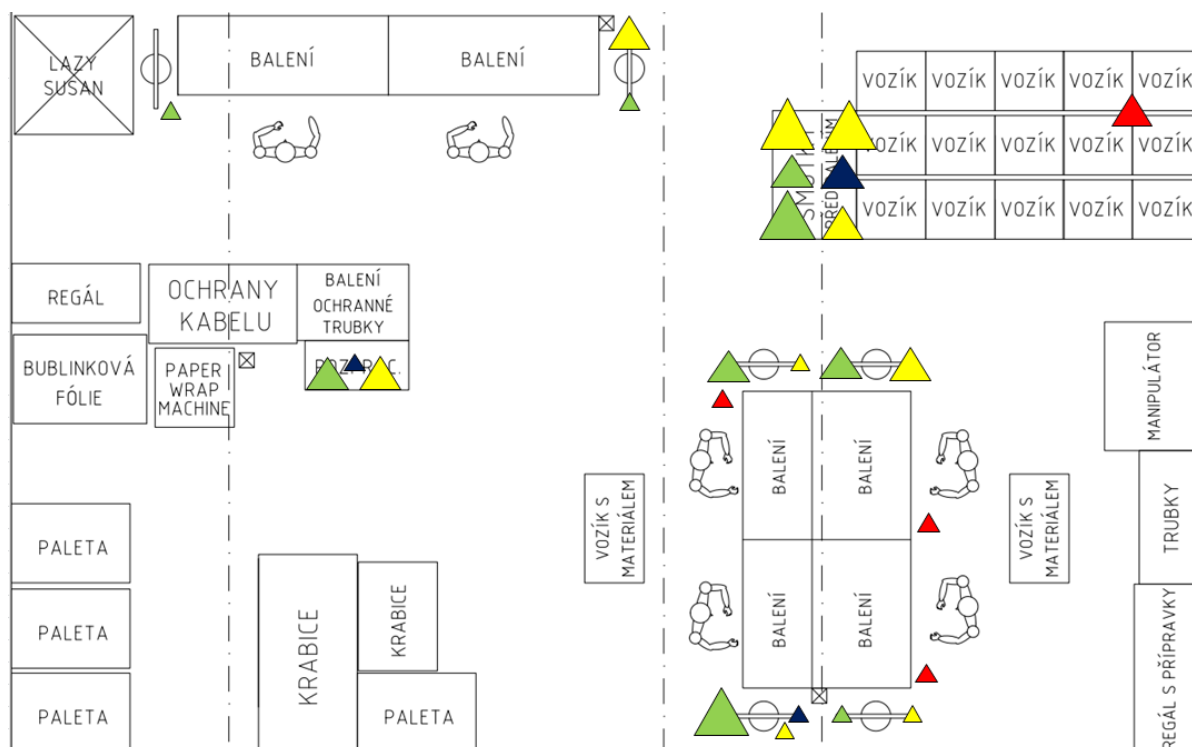
Obr. 13) Paretův diagram – rozdělení výrobků na BC

Již v průběhu sběru dat bylo zřejmé, že jsou v uvedených variantách rovnoměrně zastoupeny všechny typy konektorů a délek, tudíž bylo přistoupeno k rozlišení výrobků na základě packaging kit, tedy balicí sady. Z grafu na obrázku 13 je pak možné vyčíst, že v největším zastoupení mezi produkty na balicím centru jsou malé a střední smotky, po nich následují plastové cívky a velké smotky. Pokud by bylo postupováno podle pravidla 80/20, stačilo by vyřešit pouze problematiku malých a středních smotků. Ty se ovšem stylem balení velmi podobají velkým smotkům, tudíž byla pomyslná čára provedena až za nimi. Všechny následující analýzy se tedy věnovaly pouze těmto čtyřem typům produktů.

Následně bylo již pro vybrané produkty provedeno dle WIP znázornění rozpracovanosti (obrázek 14).

| Materiál | Značka | | |
|----------------|---|---|---|
| | 0-5 ks | 5-10 ks | 10+ ks |
| Plastová cívka |  |  |  |
| Malý smotek |  |  |  |
| Střední smotek |  |  |  |
| Velký smotek |  |  |  |

Tab 2) Legenda pro WIP

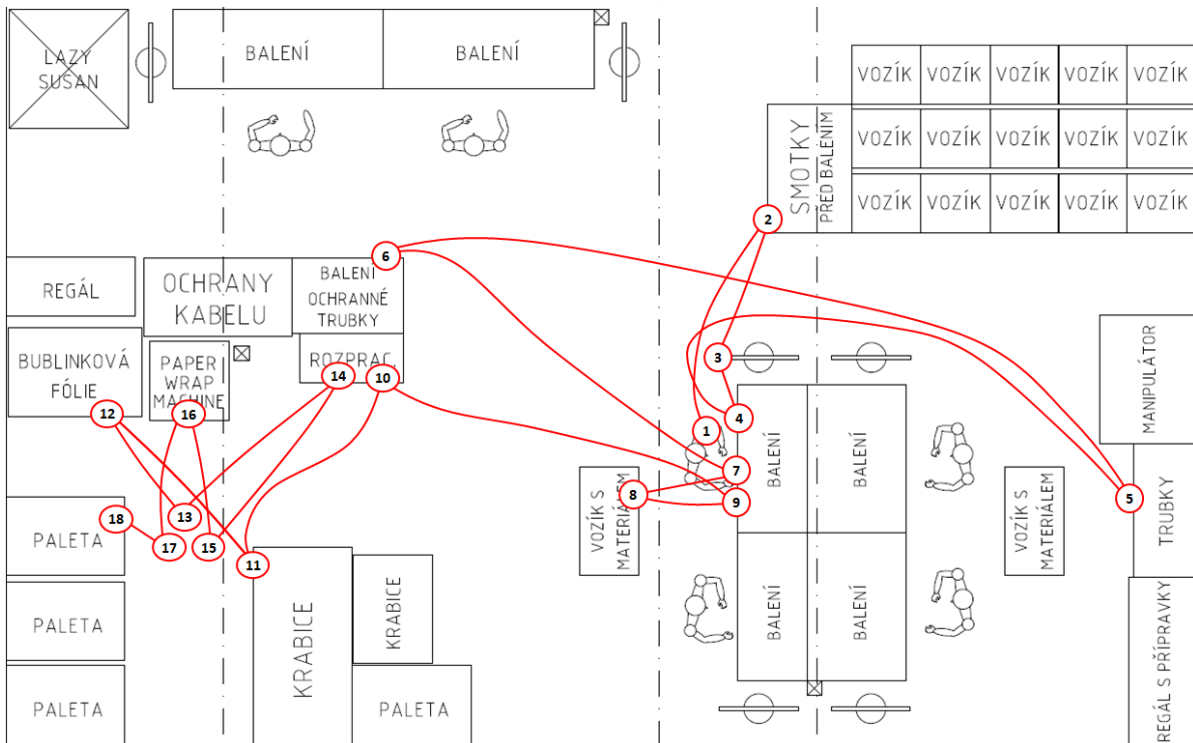


Obr. 14) WIP – Znázornění rozpracovanosti

Nejvíce rozpracovaných produktů se nacházelo v tzv. modré zóně, přesněji pak na stojanu pro smotky před zabalením. Běžně se zde vyskytovalo najednou až sto kusů různých produktů.

Špagetový diagram

Dále byla provedena studie pohybu operátorů zvaná špagetový diagram. Tento diagram byl vytvořen pro všechny typy vybraných produktů, pro potřeby diplomové práce bude ale uvedeno pouze znázornění pro střední smotek (obrázek 15).



Obr. 15) Špagetový diagram pro střední smotek

| Body | Operace | Čas | Body | Operace | Čas |
|------|------------------------------|-----|-------|-----------------------------|------|
| 1-2 | Přechod pro smotky | 4 s | 10-11 | Přechod ke krabicím | 3 s |
| 2-3 | Přinesení smotků ke stolu | 3 s | 11-12 | Přechod k bublinkové fólii | 3 s |
| 3-4 | Přenesení smotku na stůl | 1 s | 12-13 | Návrat s bublinkovou fólií | 3 s |
| 4-5 | Přechod pro trubky | 6 s | 13-14 | Přechod pro smotky | 3 s |
| 5-6 | Přechod k řezačce na trubky | 8 s | 14-15 | Návrat se smotky ke krabici | 4 s |
| 6-7 | Návrat ke stolu s trubkami | 5 s | 15-16 | Přechod pro mačkáci papír | 2 s |
| 7-8 | Přechod pro sáček a ČD | 1 s | 16-17 | Návrat s papírem ke krabici | 2 s |
| 8-9 | Návrat se sáčkem a ČD | 1 s | 17-18 | Přenesení krabice na paletu | 2 s |
| 9-10 | Přechod se smotkem do regálu | 5 s | | SUMA | 56 s |

Tab 3) Časy ke špagetovému diagramu (Střední smotek)

Timer Pro analýza

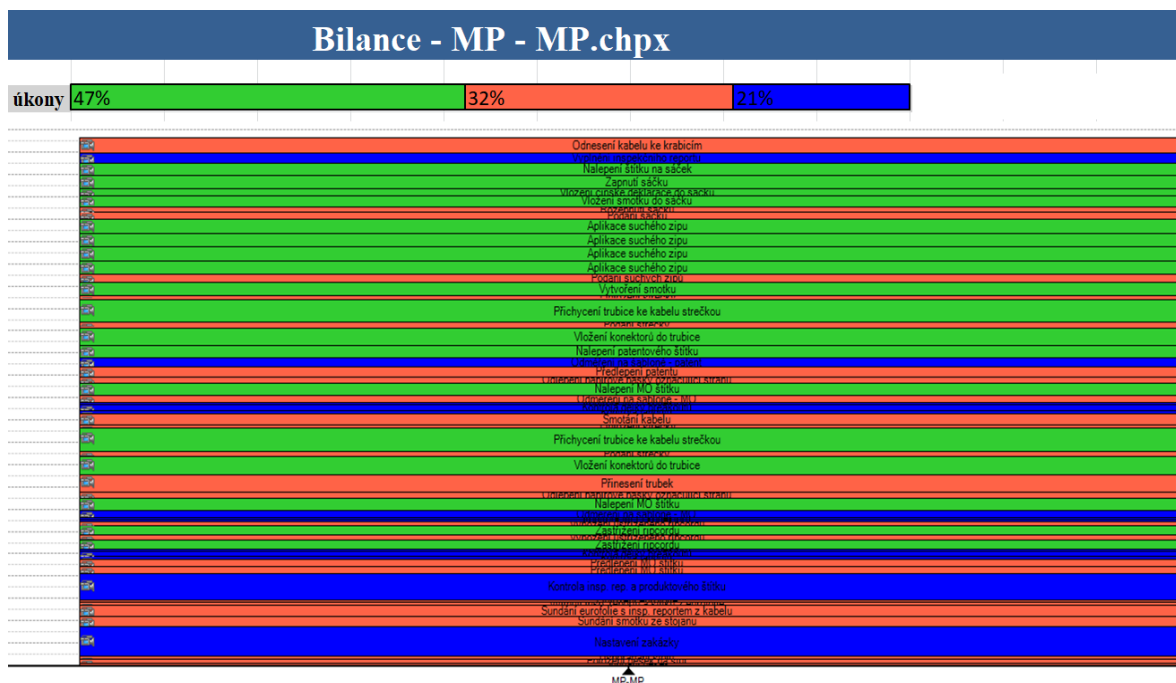
Součástí běžné praxe je ve firmě CommScope využívání software Timer Pro. V prostředí tohoto software je možné rozstříhat předem nahraná videa výrobních operací na jednotlivé úkony, kterým je pak přiřazena odpovídající hodnota:

- Operace přidávající hodnotu
 - Označené zelenou barvou
 - Přidávají hodnotu samotnému produktu (osazení kabelu...)
- Požadované operace
 - Označené modrou barvou
 - Nepřidávají hodnotu, ale jsou vyžadovány (kontroly, čištění...)
- Operace nepřidávající hodnotu
 - Označené červenou barvou
 - Nepřidávají hodnotu a je třeba je eliminovat (pohyb...)

Obvykle je nahráváno několik opakování dané operace, aby bylo možné časy zprůměrovat a software tak mohl vytvořit co nejvěrohodnější časovou bilanci. Timer Pro je pak využíván i při samotném Kaizen event, jelikož sám zvládá vyhodnotit např. vhodné rozvržení operací ve výrobní lince apod.

Pro naše potřeby byly zanalyzovány všechny možné variace produktů, které byly určeny z Paretova diagramu, ať už se jednalo o typ použitých konektorů, či počet subunitů, jelikož každá z těchto variant vyžadovala jiný čas na zabalení.

Na následujícím obrázku 16 jsou znázorněny časové bilance pro střední smotek s jedním subunitem, který byl osazený MPO konektory.



Obr. 16) Timer Pro bilance pro MP – MP střední smotek

Na základě takto zpracovaných videí byl pak přibližně určen potřebný čas na zabalení různých variant zvolených produktů.

Výpočet PPH

Pro výpočet PPH, tedy počtu produktů vyrobených za hodinu, bylo potřeba zřídit tabuli výstupů. Na tuto tabuli byly každou hodinu zapisovány následující údaje:

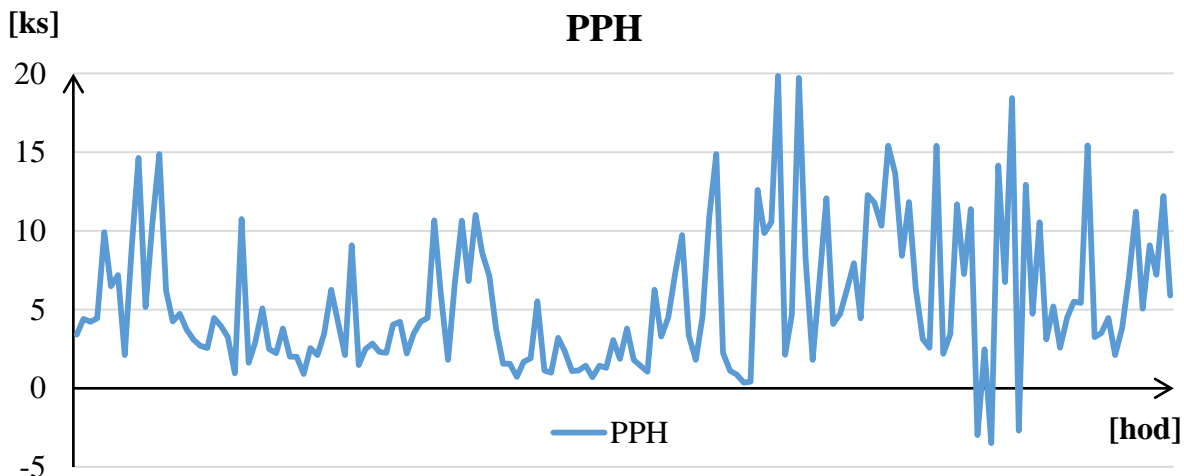
- Počet zabalených smotků (S)
- Počet zabalených cívek (C)
- Počet zabalených konektorů typu MPO (MPO)
- Počet zabalených konektorů typu SF (SF)
- Počet operátorů (OP)

Do výpočtu PPH bylo potřeba zakomponovat rozdílnou délku trvání balení mezi různými druhy konektorů a mezi cívkou a smotky. Tyto informace byly zjištěny z provedené Timer Pro analýzy, ze které vyšlo, že balení cívky je přibližně 1,2 krát časově náročnější než balení smotku. Zároveň bylo zjištěno, že práce na konektoru typu MPO zabere 17 s a práce na konektoru typu SF zabere 26 s.

Tyto informace se projeví ve finálním vzorci pro výpočet PPH, který byl uzpůsoben na jednoho operátora. HD ve vzorci značí hodinovou dotaci, jelikož se do výpočtu musely promítnout i přestávky.

$$PPH = \frac{S + 1,2C}{OP \cdot \left(HD - \frac{17}{3600} MPO - \frac{26}{3600} SF \right)} \quad (1)$$

Za období dvou týdnů byla nasbíraná data znázorněna v grafu na obrázku 17.



Obr. 17) Vývoj PPH

Z grafu je viditelné, že PPH původního balicího centra je velmi nevyvážené. Někdy bylo konce dosaženo záporných hodnot, což bylo odůvodněno tím, že se operátoři v dané hodině věnovali pouze balení jednotlivých konektorů a pracovali rychleji, než byla předpokládaná norma 17 nebo 26 s. Celý produkt byl potom zabalen a zapsán až v další hodině. Toto se stává často u vícesubunitových kabelů (např. 144 subunitů na každé straně). Průměrné PPH pak vycházelo rovno 5,56 ks/hod.

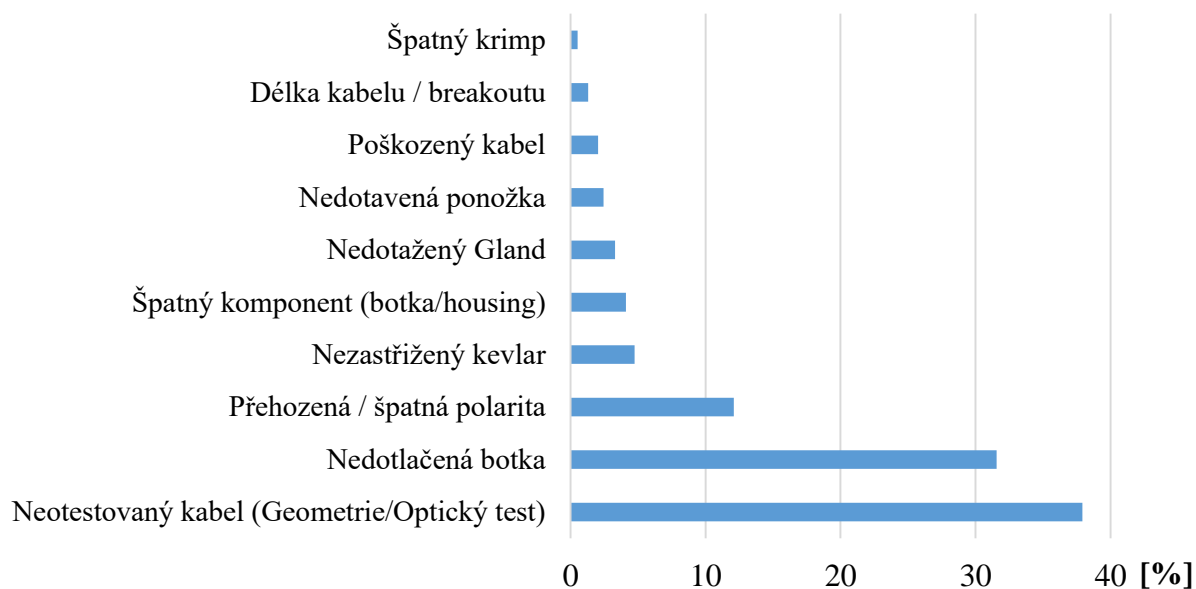
QCPC

Zkratka QCPC je akronymem pro Quality Control Process Chart. Sběr dat QCPC, tedy odhalených vad ve výrobě slouží k identifikaci hlavních problémů procesu a jejich příčin. Na tomto základě je pak možné provádět včasná nápravná opatření či eliminovat škodlivé faktory v procesu. [28]

Na balicím centru byl tento sběr dat zaveden od 24. týdne roku 2020. Údaje jsou zapisovány operátory do předem připravených tabulek a následně jsou tato data přepisována hromadně do počítače. K odhalení těchto vad dochází nejčastěji při kontrole kabelu před zabalením.

Na původním balicím centru byly kontrolovány a evidovány vady uvedené v grafu na obrázku 18.

Procentuální zastoupení chyb



Obr. 18) Procentuální zastoupení QCPC za rok 2020

Se sběrem dat QCPC zároveň souvisí i následné řešení takto odhalených vad. V dlouhodobějším horizontu jsou samozřejmě plánována preventivní opatření, jako tomu bylo například v týdnu 33, kdy došlo k proškolení operátorů výroby na správné dotlačování botek, v krátkodobém horizontu je ovšem potřeba vadu vyřešit ihned po odhalení. Jak již bylo zmíněno v kapitole o procesech na balicím centru, neshodný produkt je buď vrácen zpět do výrobní linky na opravu, či odnesen na oddělení kvality. Tyto přechody byly opět zaznamenány ve špagetovém diagramu na obrázku 19.

FMECA

Souběžně s přípravou Kaizen event probíhala pravidelná setkání, během kterých byla tvořena procesní FMECA. FMECA byla zvolena jako doplňková technika k odhalení možných vad v procesu, které by pomocí již zmíněných metod nemusely být objeveny. K její tvorbě byl sestaven speciální tým ve složení uvedeném v tabulce 5.

| |
|--------------------------|
| Účastníci |
| Trainee procesní inženýr |
| Procesní inženýr |
| Inženýr kvality |

Tab 5) FMECA tým

Rozsah FMECA byl oproti výrobkům určeným Paretovým diagramem rozšířen a to na všechny typy Systimax a Microsoft produktů včetně všech možných tahacích ok (v FMECA uvedeno jako pulling grip). Toto rozšíření bylo provedeno z důvodu, že FMECA uvedeného rozsahu byla již v menším měřítku vypracována dříve a ze strany oddělení kvality byla nyní vyžádána její aktualizace.

V rámci přípravy byly shromážděny všechny potřebné informace a dokumenty, týkající se procesů na balicím centru. Mezi vybranými dokumenty byly např. vnitřní předpisy pro tvorbu FMECA, pracovní instrukce, výkresy, inspekční reporty a seznam reklamací za poslední dva roky. Informace získané z těchto dokumentů posloužili k tomu, aby nebyla opomenuta žádná část procesu, reklamace pak byly uvedeny ve sloupci pro možné důsledky vad s vyšším výskytem a tím pádem vyšším RPN – rizikovým číslem.

Dle vnitřního předpisu by měla být navrhována opatření pro vady s RPN vyšším než 120. V případě, že by se takto vysoké hodnoty nevyskytovaly, stanovují se opatření pro pět nejvyšších RPN čísel. V případě FMECA pro balicí centrum bylo odhaleno celkem sedm vad s RPN přes 120. Tyto vady jsou uvedeny v tabulce 6, celý dokument je pak k dispozici jako příloha 1 k diplomové práci. Pro tyto vady byla stanovována nápravná opatření v rámci Kaizen event.

| Krok procesu | Projev možné vady | Možné důsledky vady | Význam | | |
|---|--|---|--|----------------|-----|
| Tisk produktového štítku | Záměna produktového štítku | Zákaznická reklamáce – produktový štítek s označením jiného produktu | 8 | | |
| Kontrola balení dle výkresu a WI | Neaktuální WI | Zákaznická reklamáce – produkt je špatně nebo nedostatečně zabalen, zákazník může mít problém s instalací, nebo může dojít k poškození kabelu | 8 | | |
| Kontrola balení dle výkresu a WI | Neaktuální BOM | Zákaznická reklamáce – produkt je špatně zabalen, může dojít k poškození kabelu | 8 | | |
| Upevnění smotků | Malý průměr smotku | Zákaznická reklamáce – možné poškození vláken | 8 | | |
| Upevnění smotků | Velký průměr smotku | Interní reklamáce – smotek se nevejde do krabice | 6 | | |
| Balení do krabic - společné | Zabalení špatného počtu kusů | Zákaznická reklamáce | 8 | | |
| Balení do krabic - společné | Zabalení špatného typu produktu | Zákaznická reklamáce | 8 | | |
| Možné příčiny vady | Stávající kontroly procesu - prevence | Výskyt | Stávající kontroly procesu - detekce | Odhaltitelnost | RPN |
| Lidská chyba | Kontrola s inspekčním reportem na základě WI a BOM | 3 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 168 |
| Neaktualizované WI nebo výkres | - | 2 | Náhodná kontrola kvality (audit) | 9 | 144 |
| Zaplánování zakázky před změnou BOM (zakázka se balí dle starého BOM, v den balení se na počítači zobrazí aktuální BOM) | - | 5 | Vizuální kontrola tištěného BOM a BOM v software | 6 | 240 |
| Špatné nastavení cutteru | Použití přípravku na cutteru a na balení | 4 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 224 |
| Špatné nastavení cutteru | Použití přípravku na cutteru a na balení | 4 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 168 |
| Lidská či systémová chyba | Kontrola WO a inspekčního reportu | 3 | Vizuální kontrola | 8 | 192 |
| Lidská či systémová chyba | Kontrola WO a inspekčního reportu | 3 | Vizuální kontrola | 8 | 192 |

Tab 6) Řádky z FMECA s RPN vyšším než 120

5.3 Kaizen event

Kaizen event byl naplánován od středy 21. 10. do pátku 23. 10. 2020. Tým se scházel každý den od 8:00 do 16:00 v jedné z meetingových místností společnosti CommScope. Workshop byl zahájen úvodní prezentací, která seznámila všechny účastníky s očekávaným průběhem, cíli a pravidly Kaizen event. Ohledně pravidel byla dbána velká pozornost na dodržování bezpečnostních pokynů kvůli aktuální situaci s COVID-19. Pro průběh workshopu byl stanoven následující plán:

- Středa dopoledne
 - Úvod do problematiky a seznámení s cíli workshopu
 - Seznámení se s aktuálním procesem výroby
 - Analýza současného stavu
 - Identifikace příležitostí ke zlepšení
- Středa odpoledne
 - Návrh nového výrobního procesu
 - Návrh nového layoutu
 - Návrh nové výrobní linky
- Čtvrtek
 - Vyzkoušení navrhovaných změn v provozu
 - Gemba walk
 - Sepsání akčního plánu
 - Vizualizace nového layoutu a výrobní linky
 - Příprava prezentace
- Pátek
 - Dokončení prezentace výsledků workshopu
 - Management review
 - Odsouhlasení workshopu zástupci vedení podniku

Středa dopoledne byla podle plánu věnována zahájení workshopu a seznámení s očekávanými výsledky. K analýze současného stavu balicího centra byla použita data uvedená v kapitolách 8.1 Seznámení s balicím centrem a 8.2 Přípravná fáze Kaizen event, proto zde nebudou již zmiňována.

Pro identifikaci příležitostí ke zlepšení byl použit vizuální nástroj zvaný Impact & Effort matice, což by se do českého jazyka dalo přeložit jako matice dopadu a úsilí. Tato matice byla nakreslena ve velkém formátu na tabuli a byly na ni pomocí samolepících bločků přiřazovány veškeré nápady na zlepšení, které v průběhu workshopu vyvstaly. Na základě těchto návrhů byl pak ke konci Kaizen event sestaven akční plán pro jejich uskutečnění.

Ve středu odpoledne byly na základě provedených analýz navrženy změny procesů a layoutu balicího centra. Následující kapitoly popisující střední postup při zlepšování balicího centra budou rozděleny podle provedených analýz, ze kterých bylo vycházeno.

Práce s PPH

Účastníci workshopu byli seznámeni se získanými daty a grafy znázorňujícími počet produktů vyrobených za hodinu jedním operátorem. Původní stav balicího centra byl ohledně PPH velmi nevyvážený a tudíž bylo potřeba provést nápravná opatření pro snížení variability těchto dat. Stanoveným cílem workshopu bylo pak i zvýšení výstupů, které se v PPH odráží.

Původní balicí centrum bylo dimenzované až na šest operátorů. Z dat získaných z výstupní tabule bylo zjištěno, že se na pracovišti za sledované období nejčastěji vyskytovali čtyři operátoři, dále pak tři, případně pět, nikdy ale nebyla obsazena jeho plná kapacita. Pro porovnání těchto dat byl použit plán výroby, ze kterého bylo zjištěno, že při aktuálním průměrném PPH je opravdu možné zabalit požadované množství produktů pouze s pěti operátory. Prvním nápravným opatřením tedy bylo dimenzování balicího centra pouze pro čtyři operátory a jednoho senior operátora za směnu.

Další opatření bylo směřováno ke snížení variability PPH. To se zpočátku zdálo jako obtížně řešitelný problém, jelikož je zde velká variabilita i v produktovém portfoliu a tudíž i v práci operátorů. Z poznámek na výstupní tabuli bylo zjištěno, že k velkému zdržení práce docházelo např. při přípravě ochranných trubek, kdy přibližně třikrát za den šel jeden z operátorů tyto trubky nařezat. Další zdržení pak způsobovalo finální balení smotků do krabice, či řešení neshod odhalených při kontrole produktů. Proto bylo přistoupeno k řešení v podobě rozdělení práce senior operátora a operátorů. Práce senior operátora nyní obsahuje:

- Příjem produktů z výrobních linek, jejich identifikace a umístění do modré zóny
- Rozdělení produktů mezi operátory
- Finální balení produktů do krabic a uzavření zakázky
- Příprava ochranných trubek
- Řešení neshod
- Práce operátora v případě zbytku času

Operátoři budou nyní vykonávat práci pouze od identifikace způsobu balení po odnesení zabaleného produktu do balicí zóny. Toto rozdělení položilo základy zavedení Standard Work, tedy popisu úkolů dané pracovní pozice. Zároveň tím bude dosaženo snížení rozpracovanosti a zvýšení PPH, jelikož byly odstraněny hlavní rušivé faktory procesu.

Práce s Timer Pro

Při práci s časovými bilancemi ze software Timer Pro byli všichni účastníci seznámeni s jednotlivými úkony, ze kterých se skládal původní proces zabalení zkoumaných druhů produktů.

Běžným postupem je nejdříve identifikovat činnosti, které nepřidávají produktu hodnotu. Tyto činnosti byly pomocí uvedeného software označeny červeně, případně modře, pokud byly tyto hodnotu nepřidávající činnosti vyžadovány. Následně bylo pojednáváno o tom, jak tyto identifikované úkony buď úplně odstranit z procesu, případně jak alespoň snížit dobu jejich trvání a eliminovat jejich četnost.

Jako nepřidávající hodnotu byly u většiny produktů identifikovány následující úkony:

- Manipulace s produktem – přinesení kabelu ke stolu
- Uklizení pracovního místa
- Manipulace s WO a BOM
- Manipulace s inspekčním reportem
- Příprava štítků
- Vyhazování ustríženého ripcordu
- Odlepování papírové pásky označující stranu kabelu
- Přinesení ochranných trubek
- Manipulace se strečovou fólií
- Manipulace se suchými zipy
- Manipulace se sáčkem
- Odnesení kabelu do balicí zóny

Tyto činnosti zabíraly u většiny produktů až 35 % času potřebného na zabalení. Po rozdělení práce senior operátora a operátorů odpadly, nebo se snížily časy pro manipulaci s produktem a přinesení ochranných trubek. Jako další v pořadí byly řešeny činnosti zahrnující uklizení pracovního místa a manipulaci se strečovou fólií, suchými zipy a sáčky. Na původním balicím centru totiž nebylo zavedeno 5S, tudíž velké množství materiálu bylo uloženo přímo na stole, či na vozících za zády operátorů, viz obrázek 20. Manipulace se zmíněnými předměty tedy zahrnovala časté otáčení, jak je možné vidět ve špagetovém diagramu, či hledání potřebného materiálu.



Obr. 20) Původní stav balicího centra

Při řešení tohoto problému bylo rozhodnuto o zavedení 5S a přemístění veškerého potřebného materiálu z vozíků na tzv. shadow boardy na stolech. Vozíky byly ovšem zachovány pro odložení ochranných trubek.

Poslední problém, který se v této fázi podařilo odstranit, byl manipulace s WO a BOM. Work Order a kusovník je vždy umístěn pouze na jednom kabelu z celé zakázky. V případě, že operátoři identifikovali styl balení podle MID, zahrnovala tato manipulace pouze sundání desek s těmito dokumenty z kabelu a jejich následné odnesení s produktem do balicí zóny. Pokud ale někdo z operátorů potřeboval do kusovníku nahlédnout, musel tyto desky nejdříve najít a dojít si pro ně, což představovalo velké zdržení. Proto bylo navrženo zřízení regálu s přihrádkami, kam bude senior operátor tyto desky umisťovat ihned po roztržení kabelů a jejich odnesení do modré zóny. Zároveň bylo navrženo zřízení počítačů na každou pracovní pozici, kde se bude po načtení produktu daný kusovník zobrazovat.

Následně byly identifikovány činnosti, které byly vyžadovány, ale také nepřidávaly produktu hodnotu. Mezi ně u většiny produktů patřilo:

- Identifikace způsobu balení
- Kontrola inspekčního reportu a produktového štítku
- Kontrola fanoutu
- Kontrola délky breakoutu
- Kontrola konektorů
- Odměření na šabloně
- Vyplnění inspekčního reportu

Identifikace způsobu balení zahrnovala buď rozkódování MID a nalezení odpovídající pracovní instrukce, případně byl tento způsob určen z kusovníku, který byl k dispozici buď ve zmíněných deskách, nebo na jednom počítači, který je též viditelný na obrázku 23. Jelikož už bylo rozhodnuto o zavedení počítačů na každou pozici, bylo tedy navrženo vytvoření programu, který by po načtení produktu zobrazoval i příslušnou pracovní instrukci.

Významné procento času pak zabíraly veškeré kontroly. Všechny druhy těchto kontrol jsou uvedeny v QCPC grafu na obrázku 18. Tyto kontroly by ovšem měly být prováděny už ve výrobní lince, kde si každý operátor zkontroluje svoji vlastní práci, a dále na následující výrobní pozici. Například nezastržený kevlar by měl být odhalen ihned na přípravě a následně při navlékání komponentů. Proto bylo navrženo tyto kontroly zrušit a dbát na ně větší pozornost ve výrobních linkách. Nově na balicím centru zůstali pouze kontroly neotestovaného kabelu, které provádí senior operátor tím, že se mu podaří vytisknout produktový štítek, a dále poškození kabelu, jelikož k němu může dojít i při manipulaci na balicím centru.

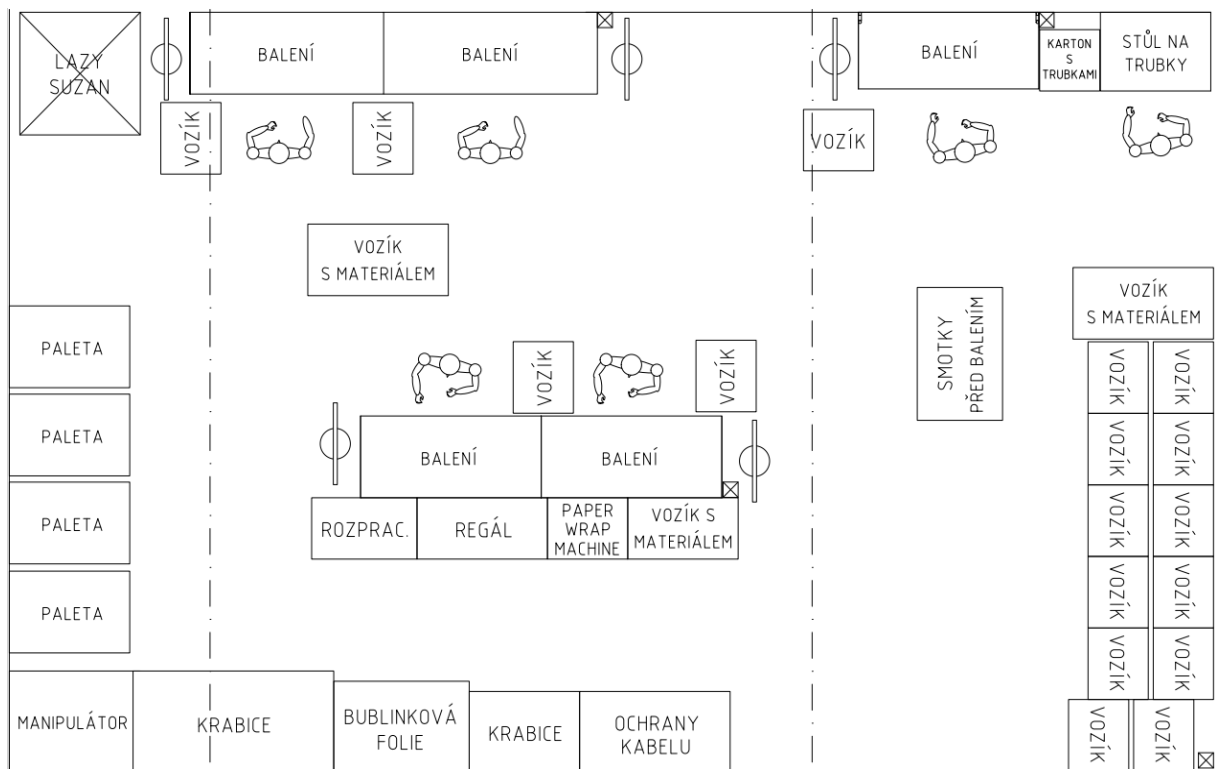
Po zavedení všech výše zmíněných opatření a odstranění nežádoucích operací došlo ke snížení času na jeden produkt až o 50 s.

Další využití našel software Timer Pro v navrhování výrobních linek. Po odstranění všech výše uvedených operací, nebo snížení jejich času, padl nápad na zavedení výrobní linky na balicím centru. Již ze začátku bylo jasné, že do podoby výrobních linek nepůjde upravit celé balicí centrum, proto byla zvažována pouze jedna linka zahrnující dva až tři operátory pro nejčastěji balené produkty. Po vyzkoušení různých variant bylo zjištěno, že verzi pro tři operátory není možné vybalancovat. Dále byla tedy uvažována pouze varianta pro dva, případně klasicky jednoho operátora.

Práce se špagetovým diagramem

Analýza špagetových diagramů položila základy pro změnu layoutu balicího centra. V této fázi workshopu byly vytvořeny dvě varianty a to pro práci ve výrobní lince i pro případ, že každý operátor zabalí celý kus sám. Cílem bylo vytvořit layout, u kterého nebude docházet ke zbytečným pohybům a bude zde jasný materiálový tok.

Při tvorbě budoucího layoutu byli rozděleni účastníci workshopu na dva týmy, přičemž každý z týmů měl vytvořit obě verze uvedených layoutů. Ke tvorbě byl použit vytisknutý starý layout, ze kterého byly vystříhány jednotlivé stoly, stroje, vozíky atd. Tyto jednotlivé elementy pak byly pokládány na prázdný papír znázorňující pouze hranice balicího centra. Zároveň bylo dbáno na přání operátorů, aby byly všechny stoly o kousek delší, tudíž bylo počítáno se stoly o délce 180 cm. Ve výsledku bylo vytvořeno osm verzí layoutu, ze kterých byla pomocí hlasování vybrána varianta na obrázku 21. Tato varianta umožňovala jak samostatnou práci operátorů, tak balení ve výrobní lince a zároveň zajišťovala pro senior operátora přehled o dění na balicím centru.



Obr. 21) Nový layout balicího centra

Práce s FMECA

Jako poslední bod střeďečního odpoledne byly probrány problémy, které byly odhaleny pomocí metody FMECA a následně pro ně byla stanovena nápravná opatření. Bylo vycházeno z tabulky 6 – Řádky z FMECA s RPN vyšším než 120. Nově stanovená opatření jsou uvedena v tabulce 7, případně opět v příloze 1.

| Projev možné vady | Doporučená opatření | Význam | Výskyt | Odhaditelnost | RPN |
|---------------------------------|--|--------|--------|---------------|-----|
| Záměna produktového štítku | Kontrola potisku na kabelu s inspekčním reportem | 8 | 1 | 7 | 56 |
| Neaktuální WI | Globální změna – upozornění, že se zavedlo nové CMO | 8 | 2 | 7 | 112 |
| Neaktuální BOM | Změna software – zobrazení podle data zaplánování WO a ne podle aktuálního | 8 | 1 | 6 | 48 |
| Malý průměr smotku | Zafixování smotku již na cutteru suchým zipem – průměr se dále neupravuje | 8 | 1 | 7 | 56 |
| Velký průměr smotku | | 6 | 1 | 7 | 42 |
| Zabalení špatného počtu kusů | Balí pouze SO a zapisuje do WO, kolik ks zabalil – dvojitá kontrola | 8 | 1 | 7 | 56 |
| Zabalení špatného typu produktu | 100% kontrola potisku kabelu s inspekčním reportem před zabalením | 8 | 1 | 7 | 56 |

Tab 7) FMECA – určení opatření

Vyzkoušení navrhovaných změn

Na čtvrtek dopoledne byla naplánována odstávka balicího centra, aby bylo možné vyzkoušet navrhované změny v provozu. Nejdříve byly vytrženy vozíky za operátory a probrán veškerý materiál, který potřebují mít operátoři k dispozici. Byl sepsán seznam tohoto materiálu a určen přibližný počet krabic, které se zavěsí na nové shadow boardy. Na tomto základě bylo posuzováno, zda je umístění materiálu na stoly reálné. Po přibližných výpočtech bylo zjištěno, že je na stoly po jejich prodloužení na 180 cm možné zavěsit jak počítače, tak i shadow board s krabicemi ve dvou řadách, s tím, že bude pod stoly vytvořena přihrádka na osobní věci a lepicí pásy s kancelářskými pomůckami zůstanou na stolech.

Jako další byla posuzována vhodnost výrobní linky. Pro jednodušší orientaci byly vytištěny plány úkonů, které má každý operátor provádět. Výrobní linka byla vyzkoušena pro všechny typy produktů určené Paretoovým diagramem, tyto varianty pak byly stopovány a analyzovány. Varianta výrobní linky ale nakonec neprokázala žádnou časovou úsporu a zároveň by její uskutečnění vyžadovalo náročné proškolení operátorů na nový proces. Proto bylo nakonec od tohoto nápadu ustoupeno.

Gemba walk

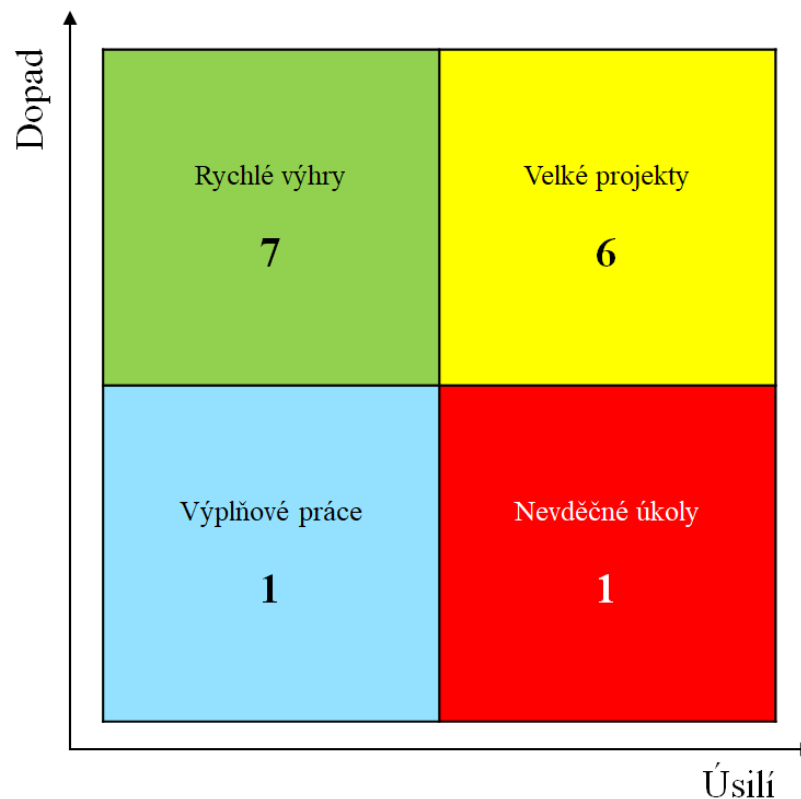
Čtvrteční odpoledne pak bylo věnováno tzv. Gemba walk a připomíncekám operátorů v běžném provozu. Během tohoto pozorování vyšlo najevo, že někteří operátoři používají fix pro značení vzdálenosti, do které mají nalepit štítek, což může způsobit znehodnocení kabelu. Proto bylo na program nápravných opatření přidáno proškolení operátorů o řádném postupu při lepení štítků.

Jako další byl odhalen problém při fixaci smotků v požadované pozici. Pro různé produkty se totiž používají různé druhy fixačního materiálu jako suchý zip, papírová lepicí páska, či stahovací páska. Záměna tohoto materiálu byla již rozebrána ve FMECA, kde se ukázalo, že použití jiného typu fixačního materiálu nezpůsobí žádný problém. Proto bylo navrženo tyto materiály sjednotit a používat pouze suché zipy, jelikož jsou nepříjemnější pro aplikaci. Zároveň by smotky chodily zafixované suchými zipy už přímo z cutteru, tudíž by se předešlo změně průměru smotku při výměně např. suchých zipů za stahovací pásky.

Další připomínka ze strany operátorů byla věnována aplikaci bílé lepicí pásky ve tvaru kolečka, kterou musí podle kusovníku aplikovat na sáčky s konektory typu SF. Tato páska ovšem dostatečně nelepí, tudíž je pod ní potřeba sáček přelepit ještě klasickou lepicí páskou. Proto bylo navrženo odstranění této bílé pásky z kusovníku.

Impact & Effort matice

V průběhu workshopu bylo nakonec identifikováno patnáct možností ke zlepšení, jak je vidět na matici dopadu a úsilí na obrázku 22. Tyto úkoly jsou pak uvedeny v tabulce 8.



Obr. 22) Impact & Effort matice

| |
|--|
| Rychlé výhry |
| Sjednocení fixačního materiálu pro smotky – pouze suché zipy |
| Zajištění smotků suchými zipy rovnou z cutteru |
| Stojan na desky s BOM a WO |
| Odebrání jednoho operátora |
| Pořízení větších stolů |
| Úprava inspekčního reportu – přidání informace o potisku na kabelu |
| Zrušení značení fixem |
| Velké projekty |
| Pořízení počítačů se software zobrazujícím BOM a WI |
| Rozdělení práce senior operátora a operátorů – proškolení |
| Zrušení kontrol na BC – opětovné proškolení operátorů ve výrobních linkách |
| Zřízení stolů s shadow boardy a nových vozíků na ochranné trubky |
| Zavedení 5S |
| Změna software na zobrazení BOM dle data zaplánování zakázky |
| Výplňové práce |
| Odstranění bílého kolečka ze sáčků pro konektory typu SF |
| Nevděčné úkoly |
| Zavedení upozornění na změnu CMO |

Tab 8) Seznam úkolů z Impact & Effort matice

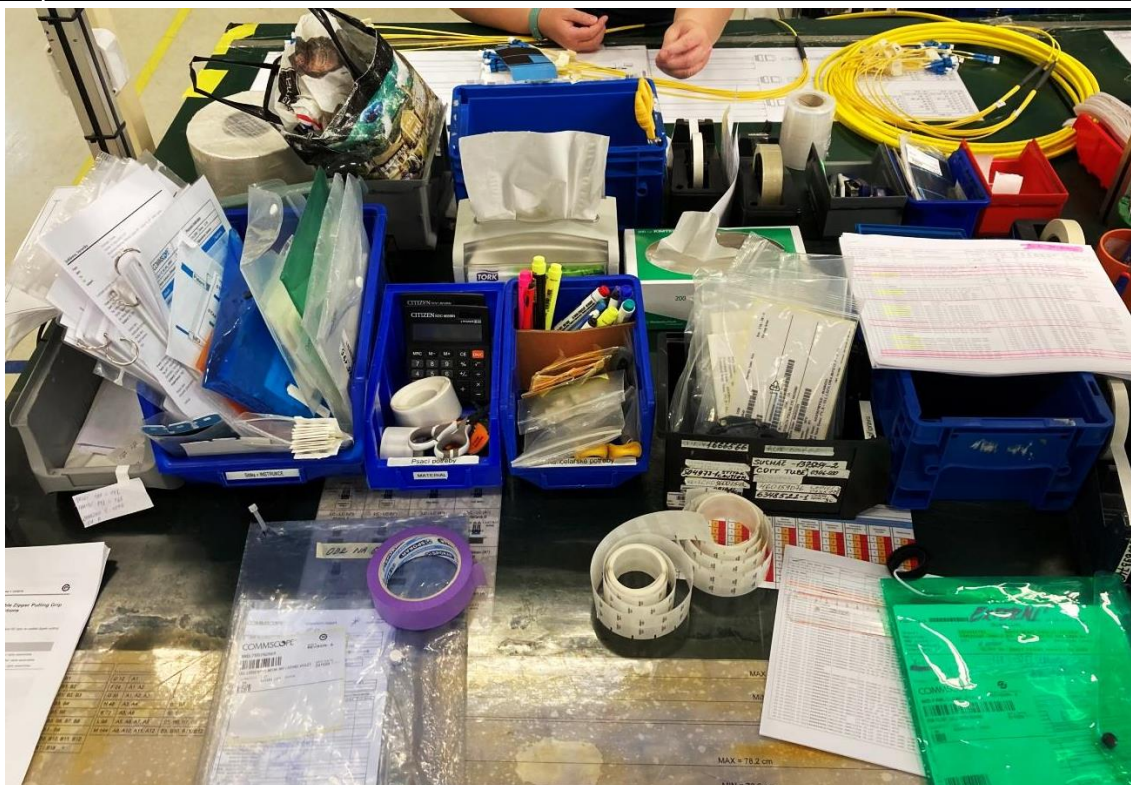
Z těchto úkolů byl následně sestaven akční plán na následující měsíc, ve kterém byla rozdělena zodpovědnost za jejich provedení. Zbytek workshopu byl následně věnován tvorbě prezentace pro zástupce vedení společnosti, vizualizaci navržených změn v layoutu a finálnímu management review.

5.4 Implementace změn

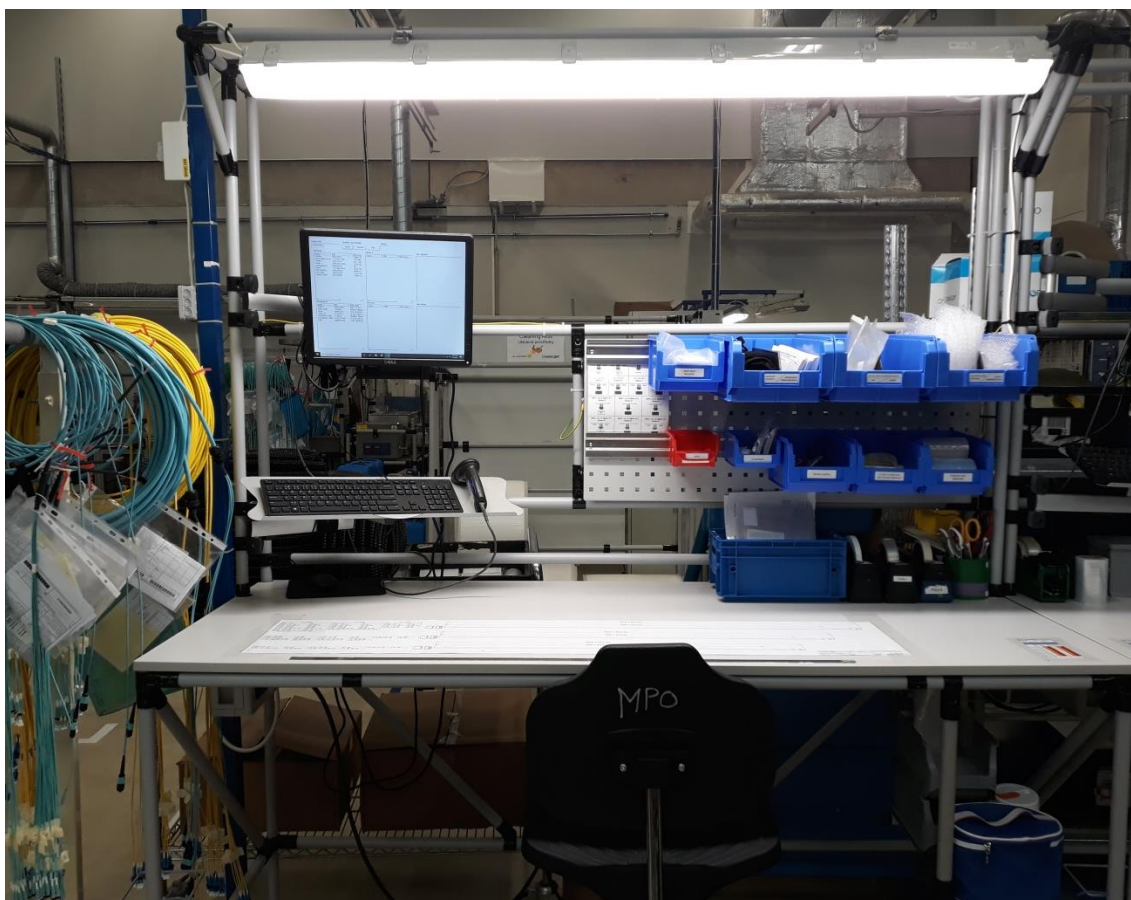
Následující měsíc po skončení Kaizen event byl věnován realizaci menších úkolů jako změně pracovních instrukcí a proškolení operátorů z výrobních linek. Zároveň byly navrhovány nové prvky balicího centra a sháněn materiál potřebný pro realizaci jeho přestavby, která byla naplánována na období od 27. do 29. 1. 2021.

Přestavba balicího centra byla realizována podle layoutu navrženého v rámci Kaizen event. Novým prvkem, který zde byl nainstalován, byly větší pracovní stoly s shadow boardy, osvětlením a počítači, na které byl již touto dobou vytvářen zmiňovaný program pro zobrazování WI a BOM, plus speciální program pro senior operátory na plánování výroby.

Po dokončení hrubé přestavby balicího centra byly na shadow boardy nainstalovány nové závěsné krabice a zavedeno 5S. Porovnání stavu před a po zavedení 5S je znázorněno na obrázcích 23 a 24. Dalším nově nainstalovaným prvkem byl stojan pro desky obsahující BOM a WO, který byl umístěn z boku regálu se smotky čekajícími na zabalení.



Obr. 23) Stoly před zavedením 5S



Obr. 24) Stoly po zavedení 5S

Pro realizaci zmiňovaného software na zobrazování WI a plánování výroby byl využit Microsoft Excel, ve kterém byl proveden nejdříve systémový návrh a pak pomocí aplikace Makro vytvořena finální verze. Zobrazování WI bylo následně doplněno do již vytvořeného software pro zobrazení BOM, ve kterém došlo pouze k úpravě zobrazování kusovníku dle data zaplánování zakázky. Oba software byly tvořeny již pro všechny typy produktů na balicím centru. I když v tom tomto bodě ještě nebyla nasbírána potřebná data např. pro plánování balení tahacích ok, bylo jednodušší nejdříve vytvořit daný software a pak do něj postupně data doplňovat, než následně daný software postupně dotvářet.

Pro oba tvořené software bylo stěžejní rozkódování MID daného produktu. U software pro zobrazování pracovních instrukcí bylo zvoleno načtení dle produktové rodiny, jelikož takto byla uzpůsobena většina instrukcí. WI, které byly určeny například pouze pro balení velkých cívek, byly do těchto instrukcí přidány. K zobrazování potřebného času pro plánování výroby bylo potřeba z MID rozkódovat nejen produktovou rodinu, ale i typ použitých konektorů, počet subunitů a přítomnost, případně typ pulling gripu. Zda se jedná o smotek, či cívku, bylo zjištěno z MID packaging kitu.

K rozkódování byla použita již vytvořená konfigurační tabulka vysvětlující jednotlivé znaky v MID. Její zjednodušená verze, která byla dříve využívána operátory, je ukázána na obrázku 25. Z plné verze konfigurační tabulky pak vychází software na plánování práce pro operátory, který je přiložen v příloze 3.

| VLÁKNO | RODINA | TYP VLÁKNA | KONEC A | KONEC B | KONSTRUKCE | POČET VLÁKEN | BARVA | MOŽNOSTI | JEDNOTKA DÉLKY | DÉLKA |
|------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|---------------|
| a | b | c | dd | ee | f | g | h | j | k | mmm |
| F = LOW LOSS | D = JUMPER | G = SINGLEMODE A2 | LA = LC APC | FA = FC APC | A = 12f | 1 = 1 VLÁKNO | A = MODRÁ | POŽADAVEK ZÁKAZNÍKA | F = FEET | FEET 1 - 999 |
| U = ULTRA LOW LOSS | E = JUMPER | H = MULTIMODE OM2 | LC = LC UPC | FC = FC UPC | B = 24f | 2 = 2 VLÁKNA | B = ORANŽOVÁ | | M = METRY | METRY 1 - 999 |
| A = PRODUKT POLARITY A | F = JUMPER | M = MULTIMODE OM1 | LM = LC MINI DPLX | LA = LC APC | C = 12f | B = 8 VLÁKEN | C = ZELENÁ | PÍSMENO | GLAND / PULLGRIP | |
| | G = TRUNK | U = MULTIMODE LIMET | LU = LC UPC (UNIBOOT) | LC = LC UPC | D = 12f | D = 12 VLÁKEN | D = HNĚDÁ | A | - | |
| | H = TRUNK ARM. | V = MULTIMODE OM5 | LF = LC UPC (GRADE B) | LM = LC MINI DPLX | E = 24f | R = 16 VLÁKEN | E = ŠEDÁ | B | GLAND | |
| | J = TRUNK | W = SINGLEMODE A1 | LG = LC APC (GRADE B) | LU = LC UPC (UNIBOOT) | G = 12f | F = 24 VLÁKEN | F = BÍLÁ | C | GLAND; PULLGRIP strana A | |
| | K = TRUNK ARM. | X = MULTIMODE OM4 | K* = LC | LF = LC UPC (GRADE B) | H = 24f | B = 24 VLÁKEN - BF MPO+dummy | G = ČERVENÁ | D | - | |
| | L = RUGGED | Z = MULTIMODE OM3 | LF = KEYED LC | LG = LC APC (GRADE B) | J = 8f | G = 36 VLÁKEN | H = ČERNÁ | E | - | |
| | N = RUGGED | | LN = NO KEY LC | K* = LC | P = 12f | H = 48 VLÁKEN | I = ŽLUTÁ | F | GLAND | |
| | O = RUGGED | | MA = MPO (F) 12vl | LF = KEYED LC | R = 12f | K = 72 VLÁKEN | J = FIALOVÁ | G | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | Q = ARRAY | | MB = MPO (M) 12vl | MA = MPO (F) 12vl | Q = 8f | L = 96 VLÁKEN | K = RŮŽOVÁ | H | - | |
| | R = ARRAY | | MP = MPO (F) 12vl | MB = MPO (M) 12vl | S = 12f | M = 144 VLÁKEN | L = AQUA | I | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | Y = TRUNK | | MQ = MPO (F) 12vl | MP = MPO (F) 12vl | 7 = 3 mm IC | P = 288 VLÁKEN | N = LIMETKOVÁ ZELENÁ | J | - | |
| | Z = ARRAY | | MX = MPO (M) 12vl | MQ = MPO (F) 12vl | B = 3 mm DU | V = 432 VLÁKEN | | K | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | 3 = TRUNK | | QP = MPO (F) 8vl | MJ = MTRJ | | W = 576 VLÁKEN | | L | - | |
| | 4 = RUGGED | | QX = MPO (M) 8vl | MX = MPO (M) 12vl | | X = 964 VLÁKEN | | M | GLAND | |
| | | | QQ = MPO (F) 8vl | QP = MPO (F) 8vl | | | | N | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | | | SA = SC APC | QX = MPO (M) 8vl | | | | O | - | |
| | | | SC = SC UPC | QQ = MPO (F) 8vl | | | | P | - | |
| | | | 2P = MPO (F) 24vl | SA = SC APC | | | | Q | PULLGRIP strana A | |
| | | | 2X = MPO (M) 24vl | SC = SC UPC | | | | R | - | |
| | | | | ST = ST UPC | | | | S | - | |
| | | | | UC = BEZ KONEKTORU | | | | T | GLAND strana A | |
| | | | | 2P = MPO (F) 24vl | | | | T | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | | | | 2X = MPO (M) 24vl | | | | U | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | | | | | | | | U | GLAND strana A | |
| | | | | | | | | V | - | |
| | | | | | | | | W | PULLGRIP strana A | |
| | | | | | | | | X | BEZ BREAKOUTU + PULLGRIP | |
| | | | | | | | | Y | BEZ BREAKOUTU + PULLGRIP | |
| | | | | | | | | Z | SHELF A PULLGRIP | |
| | | | | | | | | 1 | - | |
| | | | | | | | | 2 | GLAND strana A | |
| | | | | | | | | 3 | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | | | | | | | | 4 | - | |
| | | | | | | | | 5 | GLAND strana A | |
| | | | | | | | | 6 | GLAND + PULLGRIP strana A | |
| | | | | | | | | 8 | S PORT BLOCKEREM | |
| | | | | | | | | 9 | BEZ BREAKOUTU, BEZ CÍVKY | |

Obr. 25) Zjednodušená verze konfigurační tabulky

Funkce nově tvořených software tedy spočívá v tom, že bude pomocí scanu načteno MID daného produktu a jeho packaging kitu. V software Microsoft Excel pak bude tento MID rozdělen na jednotlivé znaky funkcí ČÁST a jejich význam pak bude určen na základě konfigurační tabulky pomocí funkce SVYHLEDAT. Tímto významem může být například produktová rodina, jak je tomu zapotřebí v software pro zobrazování instrukcí. Zde je pak už potřeba pouze zobrazit správnou pracovní instrukci k odpovídající rodině. Toho je opět dosaženo pomocí funkce SVYHLEDAT. Systémový návrh tohoto software je znázorněn na obrázku 26. Tento soubor je pak přiložen jako příloha 2.

| | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|--|--------|-----------|-----------|-----------------------|
| MID | | | | Rodina | | Rodina | WI |
| FJGMPUCSM-HCM390 | | | | D | JUMPER | JUMPER | FT_WI_BAL_JUMPER |
| | | | | E | JUMPER | ARRAY | FT_WI_BAL_ARRAY |
| Typ | F | | | F | JUMPER | TRUNK ARM | FT_WI_BAL_ARMOR_TRUNK |
| Rodina | J | TRUNK | | 2 | ARRAY | RUGGED | FT_WI_BAL_RUGGED |
| Typ vlákn | G | | | Q | ARRAY | BT | OD_WI_ENT_007 |
| Konec A | MP | | | R | ARRAY | | |
| Konec B | UC | | | 4 | RUGGED | | |
| Konstrukce | S | | | L | RUGGED | | |
| Počet vláken | M | | | M | RUGGED | | |
| Barva | H | | | N | RUGGED | | |
| Možnosti | C | | | O | RUGGED | | |
| Délka | 390 M | | | P | RUGGED | | |
| | | | | 3 | TRUNK | | |
| | | | | G | TRUNK | | |
| | | | | H | TRUNK ARM | | |
| WI: | | | | J | TRUNK | | |
| FT_WI_BAL_TRUNK | | | | K | TRUNK ARM | | |
| | | | | Y | TRUNK | | |
| | | | | T | BT | | |

Obr. 26) Ukázka návrhu software pro zobrazování WI

V příloze 3 je pak obsažen návrh software pro plánování výroby senior operátorem. Tento plánovací software používá stejné funkce jako software pro zobrazování pracovních instrukcí, pouze pracuje s více parametry. V jeho finální verzi pak senior operátor nascanuje MID daného produktu do tabulky příslušného operátora. Čas určený k zabalení produktu se pak odečte od časové dotace dané pracovní hodiny a ukáže senior operátorovi, zda je možné daného operátora tuto hodinu ještě využít. Pokud zde ještě zbývá volný čas, SO opět nascanuje další MID a tento produkt se zapíše do aktuální tabulky. V případě, že už ke zpracování tohoto produktu čas v aktuální hodině nezbývá, zapíše se tento kabel k danému operátorovi do další plánované hodiny. Z toho vyplývá, že pro každého operátora existují tři tabulky a to pro minulou, aktuální a následující hodinu, přičemž do hodiny minulé jsou zapisovány produkty, které se nestihly zabalit.

5.4.1 Ekonomické zhodnocení

Hlavním ekonomickým přínosem bylo snížení počtu operátorů na balicím centru z šesti na pět. Při výpočtu z celkových nákladů na jednoho operátora, které vychází 16 USD na hodinu, bude při snížení stavu roční úspora při 252 pracovních dní dosahovat 32256 USD, tedy necelých 680000 Kč.

Dalším finančním přínosem bylo zvýšení PPH. Toho bylo dosaženo snížením času na zabalení každého produktu a to až o 50 s. Při balení MP-MP středních smotků je tedy nyní možné, aby každý operátor zabalil až o jeden produkt navíc za hodinu.

6 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

Tato diplomová práce se věnuje posouzení spolehlivosti procesu balení optických kabelů za použití vybraných metod a analytických technik. Mezi tyto užité nástroje spadá např. Paretovo pravidlo, procesní FMECA a špagetový diagram. Dále byl proces posuzován i na základě prvků jako je PPH, rozpracovanost, QCPC a Timer Pro analýza. Uvedené postupy byly vybrány na základě potřeby analyzovat a zlepšit původní nezmapovaný proces. V následujících odstavcích bude uvedeno posouzení zmíněných užitých metod.

Paretovo pravidlo se velmi osvědčilo při vybírání oblasti, které se provedený workshop věnoval. Obsáhnout celé portfolio balicího centra by totiž bylo v rámci jednoho projektu velmi obtížné. Hlavní výhodou Paretova pravidla shledávám v objektivnosti tohoto nástroje, jelikož se často setkávám s rozhodováním na základě preferencí.

Díky sestrojeným špagetovým diagramům bylo možné zmapovat pohyb operátorů, na jehož základě bylo pak možné určit a eliminovat zbytečné přesuny a plýtvání. Metoda se pak osvědčila i při navrhování nového layoutu a při rozdělování povinností mezi operátory a senior operátorem.

FMECA pak přispěla k odhalení možných poruchových stavů a k určení nápravných opatření. Osobně shledávám metodu FMEA jako velmi užitečnou, zpětně bych ovšem od jejího užití pro tento typ workshopu s podobnými vstupy odstoupila. Její zpracování bylo velmi časově náročné a většina odhalených vad byla již dříve zjištěna ve formě reklamace. Pro tento workshop tedy měla největší přínos z hlediska zmapování procesu a možných nežádoucích stavů.

Hlavní výhodou ale nacházím v možnosti kombinovat tyto metody za účelem dosáhnout co nejlepších výsledků. Například Paretovo pravidlo lze velmi dobře kombinovat s údaji o rozpracovanosti, špagetový diagram lze použít nejen pro samotný pohyb operátorů v běžném provozu, ale i pro řešení neshod (kombinace s QCPC daty) apod.

Co se týče dosažených výsledků, bylo docíleno zmapování procesů, což se nejvíce odráží v nově zřízených software na zobrazování WI a plánování výroby. Rozhodně doporučuji pokračovat v zavádění těchto software do plného provozu a dále je zdokonalovat. Zlepšením by mohlo být například vytvoření software pro plánování výroby na celý týden, případně zobrazování pouze potřebných částí pracovních instrukcí. Dalším dosaženým zlepšením byla změna layoutu, která zahrnovala zřízení nového vybavení a zavedení 5S. Tímto došlo ke snížení plýtvání pohyby a časem a tudíž ke zvýšení efektivity procesů.

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo pomocí vhodných nástrojů a metod provést analýzu procesu balení optických kabelů a na jejím základě stanovit cíle kvality tohoto procesu. První část této práce je proto věnována rešerši na téma základních požadavků na kvalitu, které jsou stanoveny pomocí norem řady ISO 9000. Dále jsou zde probány alternativní přístupy pro řízení kvality ve formě TQM a rozebrány metody a analytické techniky, které se běžně k těmto účelům používají. Mezi uvedenými nástroji se nacházejí mimo jiné metody a přístupy jako je například filozofie Kaizen, které byly použity právě v praktické části této diplomové práce.

Dále je provedeno seznámení s firmou CommScope Czech Republic s.r.o., ve které byla zmíněná praktická část vykonávána. Je zde uvedena i kapitola zabývající se optickým kabelem, jelikož se jedná o hlavní produkt této organizace a informace zde zmíněné mohou napomoci komplexnímu pochopení řešené problematiky.

Hlavní praktická část je pak zaměřena na již zmíněnou analýzu procesu balení optických kabelů na balicím centru. Tato analýza vychází ze systémového rozboru, který je proveden v úvodu praktické části. Cílem této analýzy bylo zmapování a standardizování procesů a jejich zlepšení například ve formě zvýšení hodinových výstupů. K tomuto byly zvoleny metody jako Paretovo pravidlo, špagetový diagram, FMECA a dále údaje o rozpracovanosti, původních hodinových výstupech, neshodách, časových balancích apod. Ke zpracování výsledků provedené analýzy byl pak naplánován workshop v duchu Kaizen event, jak je běžnou praxí ve firmě CommScope. V průběhu tří denního workshopu došlo k seznámení se získanými daty, na jejichž základě pak byla stanovována nápravná opatření a vytvářeny návrhy nového balicího centra. Navržené změny pak byly před schválením ověřeny přímo ve výrobě.

Mezi hlavní výsledky Kaizen event patří vytvoření software na hodinové plánování výroby a pro zobrazování pracovních instrukcí, dále přerozdělení práce operátorů a senior operátora, což zajistilo mimo jiné plynulost chodu balicího centra a v neposlední řadě změna layoutu a zavedení 5S, díky čemuž došlo k eliminaci plýtvání pohyby a časem. Díky zmapování původního stavu bylo také možné snížit počet operátorů z šesti na pět, což ročně přinese úsporu až 680000 Kč. Zároveň bylo dosaženo zvýšení hodinových výstupů, které například pro střední MP-MP smotek nyní odpovídá osmi kabelům za hodinu, což je o jeden smotek více než při původním stavu.

Pro tuto diplomovou práci měla analýza a následný workshop hlavní přínos v možnosti vyzkoušet si vybrané metody a nástroje přímo v reálném provozu a na základě toho přinést jejich zhodnocení, které je shrnuto v šesté kapitole: Zhodnocení a diskuze.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Řízení kvality. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 13. 04. 2018 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-kvality>
- [2] ISO 9000. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 13. 06. 2020 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/ISO_9000
- [3] ČSN EN ISO 9000: Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. *Normy.biz* [online]. Brno: Ing. Jiří Hrazdil - Technické normy, c2003-2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/detail/99600>
- [4] ČSN EN ISO 9001:2016: Systém managementu kvality. *Systémové certifikace s.r.o.* [online]. Ostrava: ANTEE, c2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.systemovecertifikace.cz/iso-9001-system-managementu-kvality>
- [5] ČSN EN ISO 9004. *Management kvality - Kvalita organizace - Návod k dosažení udržitelného úspěchu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [6] Demingův cyklus: Deming Cycle, PDCA Cycle. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 01. 11. 2016 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/deminguv-cyklus>
- [7] Řízení bezpečnosti informací: Systém řízení bezpečnosti informací. *ELAT* [online]. Brno: ELAT, c2016 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.elat.cz/services-cs/rizeni-bezpecnosti-informaci-cs/>
- [8] ČSN EN ISO 9001. *Systémy managementu kvality - Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [9] Total Quality Management: TQM. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 09. 10. 2014 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/total-quality-management>
- [10] Kaizen. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: Web servis, c2012 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
- [11] Kaizen. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 19. 2. 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kaizen>
- [12] VÍTEK, Václav. 5S: Metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti. *Svět produktivity* [online]. Prostějov: Web servis, c2012 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/slovník-5S.htm>
- [13] Analytické techniky: Analytical techniques. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 14. 02. 2017 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyzy-analyticke-techniky>
- [14] SMART. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 28. 04. 2019 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/smart>
- [15] HENYCH, Michal. Cíle ještě chytřejší: SMARTER. *Management.cz: Novinky ze světa managementu* [online]. Management.cz, c2015, 23. 9. 2014 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <http://www.management.cz/cile-jeste-chytrejsi-smarter/>

- [16] DMAIC: Cyklus zlepšování. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 22. 06. 2016 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cyklus-zlepsovani>
- [17] ROSER, Christoph. Muda, Mura, Muri: Tři zla ve výrobě. *Průmyslové Inženýrství.cz* [online]. Olomouc: Lean Solution & Simulation, c2020, 13. března 2019 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/muda-mura-muri-tri-zla-ve-vyrobe/>
- [18] 5S Metoda. *RESCUEGROUP: Váš partner pro BOZP a PO* [online]. RESCUE GROUP [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.rescuegroup.cz/5s/>
- [19] Co je štíhlá výroba? *Enprag* [online]. Enprag, c2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: https://stihlavyroba.eu/stihla-vyroba/s-29/?gclid=EAIaIQobChMIrZiA_I-c7wIVrAV7Ch1f6QDbEAAYAAEgJdp_D_BwE
- [20] Paretovo pravidlo: Pravidlo 80/20. *ManagementMania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, c2011-2016, 10. 02. 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/paretovo-pravidlo>
- [21] ŠUPKA, Radim. Nemusíte být perfektní a i přesto budete velmi efektivní! *Žij-zdravě.cz* [online]. Doubravice: Žij-zdravě.cz, c2011-2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.zij-zdrave.cz/blog-pro-vas-osobni-rozvoj/nemusite-byt-perfektni-a-i-presto-budete-velmi-efektivni>
- [22] Spaghetti Diagram. *What Is SixSigma.NET* [online]. c2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/>
- [23] PAVELKA, Marcel. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. *API: Academy of Productivity and Innovations* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, c2005-2021, 29. 10. 2015 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>
- [24] HORÁČEK, Vladimír. Kvalita / Procesní řízení: LEAN SIX SIGMA - 12 DOTAZŮ A ODPOVĚDÍ. *Vlastnicesta.cz: Zvolte si svoji vlastní cestu!* [online]. Brno: vlastnicesta.cz, 11. 05. 2007 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/clanky/lean-six-sigma-12-dotazu-a-odpovedi/>
- [25] CommScope. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2. 5. 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/CommScope>
- [26] About us. *CommScope: now meets next* [online]. CommScope, c2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.commscope.com/about-us/>
- [27] Interní zdroj
- [28] Lean Manufacturing Tools. *Eba* [online]. Educational-Business-Articles, c2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.educational-business-articles.com/lean-manufacturing-tools/>
- [29] Six Sigma. *Lean Six Sigma* [online]. Lean Six Sigma, c2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/six-sigma/>
- [30] ČSN EN IEC 60812. *Analýza způsobů a důsledků poruch: (FMEA a FMECA)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

9 SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK

9.1 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| TAB 1) ROZDĚLENÍ ROLÍ V PROJEKTU | 39 |
| TAB 2) LEGENDA PRO WIP | 41 |
| TAB 3) ČASY KE ŠPAGETOVÉMU DIAGRAMU (STŘEDNÍ SMOTEK) | 42 |
| TAB 4) ČASY KE ŠPAGETOVÉMU DIAGRAMU (QCPC) | 46 |
| TAB 5) FMECA TÝM | 47 |
| TAB 6) ŘÁDKY Z FMECA S RPN VYŠŠÍM NEŽ 120 | 48 |
| TAB 7) FMECA – URČENÍ OPATŘENÍ..... | 54 |
| TAB 8) SEZNAM ÚKOLŮ Z IMPACT & EFFORT MATICE..... | 56 |

9.2 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| OBR. 1) SCHÉMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRVKŮ JEDNOHO PROCESU [8]. | 20 |
| OBR. 2) CYKLUS PDCA [7]..... | 21 |
| OBR. 3) PDCA DLE NORMY ISO 9001 [8]..... | 21 |
| OBR. 4) METODA 5S [18] | 26 |
| OBR. 5) DMAIC – CYKLUS ZLEPŠOVÁNÍ [16]..... | 27 |
| OBR. 6) PARETOVO PRAVIDLO [21]..... | 30 |
| OBR. 7) UKÁZKA ŠPAGETOVÉHO DIAGRAMU [23] | 31 |
| OBR. 8) LOGO SPOLEČNOSTI COMMSCOPE INC..... | 32 |
| OBR. 9) PRINCIP PŘENOSU SIGNÁLU OPTICKÝM VLÁKNEM [27] | 33 |
| OBR. 10) MACROBEND A MICROBEND [27] | 34 |
| OBR. 11) STRUKTURA OPTICKÉHO KABELU [27] | 34 |
| OBR. 12) LAYOUT PŮVODNÍHO BALICÍHO CENTRA | 36 |
| OBR. 13) PARETŮV DIAGRAM – ROZDĚLENÍ VÝROBKŮ NA BC..... | 40 |
| OBR. 14) WIP – ZNÁZORNĚNÍ ROZPRACOVANOSTI | 41 |
| OBR. 15) ŠPAGETOVÝ DIAGRAM PRO STŘEDNÍ SMOTEK | 42 |
| OBR. 16) TIMER PRO BILANCE PRO MP – MP STŘEDNÍ SMOTEK | 43 |
| OBR. 17) VÝVOJ PPH..... | 44 |
| OBR. 18) PROCENTUÁLNÍ ZASOUPENÍ QCPC ZA ROK 2020 | 45 |
| OBR. 19) ŠPAGETOVÝ DIAGRAM PRO ŘEŠENÍ NESHODNÝCH KABELŮ .. | 46 |
| OBR. 20) PŮVODNÍ STAV BALICÍHO CENTRA | 51 |
| OBR. 21) NOVÝ LAYOUT BALICÍHO CENTRA | 53 |
| OBR. 22) IMPACT & EFFORT MATICE | 55 |

| | |
|--|-----------|
| OBR. 23) STOLY PŘED ZAVEDENÍM 5S..... | 57 |
| OBR. 24) STOLY PO ZAVEDENÍ 5S..... | 57 |
| OBR. 25) ZJEDNODUŠENÁ VERZE KONFIGURAČNÍ TABULKY..... | 58 |
| OBR. 26) UKÁZKA NÁVRHU SOFTWARE PRO ZOBRAZOVÁNÍ WI..... | 59 |
| OBR. 27) POSTUP BALENÍ..... | 73 |

9.3 Seznam zkratk

| Zkratka | Význam | Jednotka |
|---------|--|----------|
| ISO | International Organization for Standardization Mezinárodní organizace pro normalizaci | [-] |
| TQM | Total Quality Management Totální řízení kvality | [-] |
| VDA | Verband der Automobilindustrie Sdružení automobilového průmyslu | [-] |
| ČSN | Československá norma | [-] |
| ÚNMZ | Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví | [-] |
| PDCA | Plan – Do – Check – Act Naplánuj – Proveď – Ověř – Jednej | [-] |
| QMS | Quality Management System Systém řízení jakosti | [-] |
| QFD | Quality function deployment | [-] |
| FMEA | Failure Mode and Effects Analysis Analýza způsobů a důsledků poruch | [-] |
| FTA | Fault Tree Analysis Analýza stromu poruchových stavů | [-] |
| ETA | Event Tree Analysis Analýza stromu událostí | [-] |
| HAZOP | Hazard and Operability Study Analýza nebezpečnosti a provozovatelnosti | [-] |
| SMART | Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Time Specific Specifický, Měřitelný, Akceptovatelný, Reálný, Termínovaný | [-] |
| SMARTER | SMART + Evaluate, Reevaluate SMART + Ohodnotit, Přehodnotit | [-] |
| DMAIC | Define, Measure, Analyze, Improve, Control Definovat, Měřit, Analyzovat, Zlepšovat, Řídit | [-] |

| | | |
|--------|--|------|
| DPMO | Defects Per Million Opportunities Počet chyb na milion příležitostí | [-] |
| 5S | Seiry, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke Sortovat, Systematizovat, Stále čistit, Standardizovat, Sebedisciplína | [-] |
| FMECA | Failure Mode, Effects & Criticality Analysis Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch | [-] |
| SFMEA | Systém Failure Mode Effects Analysis Systémová analýza způsobů a důsledků poruch | [-] |
| DFMEA | Design Failure Mode Effects Analysis Konstrukční analýza způsobů a důsledků poruch | [-] |
| PFMEA | Process Failure Mode Effects Analysis Procesní analýza způsobů a důsledků poruch | [-] |
| RPN | Risk Priority Number Číslo priority rizika | [-] |
| Inc. | Incorporated Označení veřejné obchodní společnosti v USA | [-] |
| s.r.o. | Společnost s ručením omezeným | [-] |
| 5G | Pátá generace | [-] |
| FC | Fiber Cable Optický kabel | [-] |
| FT | Fiber Termination Ukončení vlákna | [-] |
| FCA | Fiber Cable Assembly Sestava optického vlákna | [-] |
| LC | Lucent Connector | [-] |
| SC | Subscriber Connector | [-] |
| MPO | Multi-fiber Push On | [ks] |
| SF | Single-fiber | [ks] |
| BT | BrainTree | [-] |
| MID | Material Identification Identifikace materiálu | [-] |
| BOM | Bill Of Material Seznam dílů produktu (kusovník) | [-] |
| QCPC | Quality Control Process Chart | [-] |
| PPH | Product Per Hour Počet produktů za hodinu | [ks] |

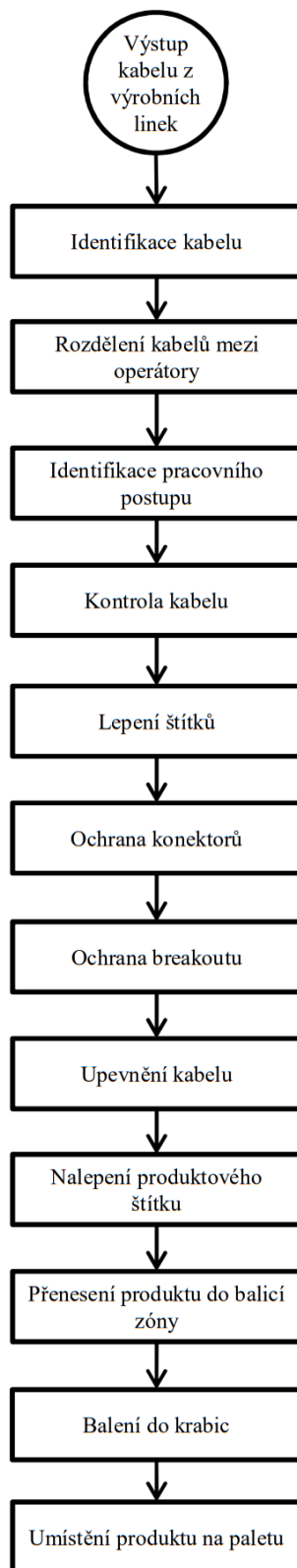
| | | |
|----------|--|-------|
| WIP | Work In Process Rozpracovanost | [-] |
| BC | Balící Centrum | [-] |
| ČD | Čínská Deklarace | [-] |
| S | Počet smotků | [ks] |
| C | Počet cívek | [ks] |
| OP | Počet operátorů | [ks] |
| HD | Hodinová dotace | [s] |
| WI | Work Instruction Pracovní instrukce | [-] |
| WO | Work Order Zakázka | [-] |
| COVID-19 | Coronavirus Disease 2019 Koronavirové onemocnění 2019 | [-] |
| CMO | Change Material Order Nařízení o změně materiálu | [-] |
| SO | Senior Operátor | [-] |
| USD | United States Dollar Americký dolar | [USD] |
| Kč | Koruna česká | [Kč] |

10 SEZNAM PŘÍLOH

- 1) Postup balení + FMECA
- 2) Návrh software pro zobrazování pracovních instrukcí
- 3) Návrh software pro plánování práce operátorů

PŘÍLOHY

1) Postup balení + FMECA



Obr. 27) Postup balení

Název projektu FMEA Posouzení spolehlivosti procesů na balícím centru

Zodpovědnost za proces Brno Tým

Důvěrné
Označení FMEA -

Proces, program, zařízení Balící centrum

Datum zahájení 17.9.2020

Připraveno -

FMEA tým Trainee procesní inženýr, procesní inženýr, inženýr kvality

Datum ukončení 23.10.2020

Revize A

| Proces | Krok procesu / funkce | Projev možné vady | Možné důsledky vady | Význam | Možné příčiny / mechanismus vady | Stávající kontroly procesu - prevence / Stávající opatření pro prevenci | Výskyt | Stávající kontroly procesu - detekce | Odhaditelnost | R. P. N. | Doporučená opatření | Význam | Výskyt | Odhaditelnost | R. P. N. |
|---------------------------------|---|--|--|-------------------|---|---|--------|--|---------------|----------|--|--------|--------|---------------|----------|
| Identifikace kabelu | Tisk produktového štítku | Produktový štítek nebyl vytištěn | Výroba neověří, zda je kabel dostatečně otestovaný = může být nefunkční = reklamacie | 8 | Kabel není otestovaný + lidská chyba | Kontrola s inspekčním reportem na základě WI a BOM | 1 | 100% vizuální kontrola (kontrola s inspekčním reportem + štítek se používá při lepení) | 7 | 56 | | | | | |
| | | Tisk špatného produktového štítku | Zákaznická reklamacie (Zákazník obdrží jiný kabel a ten nemusí být otestován = může být nefunkční) | 8 | Scanner nerozpozná správnou sekvenci čísel seriového štítku | Kontrola s inspekčním reportem na základě WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | |
| | | Štítek není čitelný | Zákazník nemusí rozpoznat produkt | 5 | Porucha tiskárny | Vizuální kontrola | 3 | Finální vizuální kontrola (Kontrola při nalepení) | 7 | 105 | | | | | |
| | | Záměna produktového štítku | Zákaznická reklamacie - produktový štítek s označením jiného produktu | 8 | Lidská chyba | Kontrola s inspekčním reportem na základě WI a BOM | 3 | Dvojitá vizuální kontrola (s inspekčním reportem na základě WI a BOM) | 7 | 168 | Kontrola potisku na kabelu s inspekčním reportem | 8 | 1 | 7 | 56 |
| Identifikace pracovního postupu | Kontrola balení dle výkresu a WI | Neaktuální WI | Zákaznická reklamacie - produkt je špatně nebo nedostatečně zabalen, zákazník může mít problém s instalací, nebo může dojít k poškození kabelu | 8 | Lidská chyba - Neaktualizované WI nebo výkres ze strany ing. nebo kvality | - | 2 | Náhodná kontrola kvality (audit) | 9 | 144 | Globální změna - upozornění, že se zavedlo nvé CMO | 8 | 2 | 7 | 112 |
| | | Neaktuální BOM | Zákaznická reklamacie - produkt je špatně zabalen, může dojít k poškození kabelu | 8 | Zaplánování zakázky před změnou BOMu (zakázka se balí ještě podle starého BOM a ne podle aktuálního. V den balení se ale rozbrazí na počítači již aktuální BOM) | - | 5 | Vizuální kontrola tištěného BOM a BOM v software | 6 | 240 | Změna software - zobrazení podle data zaplánování WO a ne podle aktuálního | 8 | 1 | 6 | 48 |
| Kontrola kabelu | Úprava ripcordu | Nezastříhnutí ripcordu na požadovanou délku | Žádné | 1 | Lidská chyba - operátor zapomene | Kontrola s WI a BOM | 1 | žádné | 8 | 8 | | | | | |
| | | Ustříhnutí ripcordu, když nemá být ustřížen | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže roztrhnout HS, aby posunul breakout) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 3 | žádné | 8 | 96 | | | | | |
| | | Ustřížení na špatnou délku | Zákaznická reklamacie (zákazník by nemusel roztrhnout HS, aby posunul breakout) | 3 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 3 | žádné | 8 | 72 | | | | | |
| Lepení patentového štítku | | Patentový štítek je nalepen ve špatné vzdálenosti | žádné | 2 | Lidská chyba (operátor se neřídí podle šablony) | Vizuální kontrola dle šablony | 2 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 32 | | | | | |
| | | Nalepení špatné velikosti patentového štítku | Štítek se může z kabelu strhnout - zákazník neví, že je kabel patentovaný | 1 | Lidská chyba | Vizuální kontrola | 1 | Kontrola při nalepení | 8 | 8 | | | | | |
| | | Nalepení, když není potřeba | Žádné | 1 | Lidská chyba (nedodržení instrukcí) | Kontrola s WI a BOM | 3 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 24 | | | | | |
| | | Patentový štítek není nalepen | Zákazník neví, že je kabel patentován | 6 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 96 | | | | | |
| | | Špatné přichycení patentového štítku ke kabelu (zvlhčený štítek) | Odlepení patentového štítku, popřípadě nečitelnost | 6 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 96 | | | | | |
| | | Patentový štítek je nalepen na špatné straně | Žádné | 1 | Lidská chyba (nedodržení instrukcí) | Kontrola s WI a BOM | 3 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 24 | | | | | |
| | | Patentový štítek je nalepen obráceně (vzhůru nohama) | Žádné | 1 | Lidská chyba (nedodržení instrukcí) | Kontrola s WI a BOM | 3 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 24 | | | | | |
| | | Mo štítek není nalepen | Zákaznická reklamacie (zákazník neví, co má za produkt) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola + audit | 8 | 64 | | | | | |
| Nalepení špatné barvy štítku | Zákazník si může myslet, že jsme mu prodali horší produkt | 3 | Lidská chyba | Vizuální kontrola | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 24 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--------------|--|---------------------|----------------------------|-------------------|----|----|--|--|--|--|
| Lepení štítků | Lepení MO štítku | MO štítek je nalepen ve špatné vzdálenosti | Zákazník je nespokojený | 4 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola + audity | 8 | 64 | | | | | |
| | | Záměna MO štítků (prohození subunitů) | Zákaznická reklamacie | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | |
| | | MO štítek je nalepen obráceně (vzhůru nohama) | Žádné | 2 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| | | Špatné přichycení MO štítku ke kabelu (zvlhčený štítek) | Nespokojenost zákazníka | 7 | Lidská chyba | - | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| Lepení fialového štítku (equipment lead) | Lepení fialového štítku (equipment lead) | Nalepení, když není potřeba | Nespokojenost zákazníka (zmatení) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| | | Nenalepení fialového štítku | Zákaznická reklamacie - zákazník nepozná, že se jedná o propojovací kabel | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| | | Nalepení ve špatné vzdálenosti | Zákazník je nespokojený | 4 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola + audity | 8 | 64 | | | | | |
| | | Nalepení obráceně (vzhůru nohama) | Žádné | 2 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| | | Špatné přichycení | Nespokojenost zákazníka | 7 | Lidská chyba | - | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| Lepení černého štítku (pouze LC) | Lepení černého štítku (pouze LC) | Nenalepení černého štítku | Zákaznická reklamacie (zákazník nepozná správnou stranu kabelu) | 8 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| | | Nalepení černého štítku ve špatné vzdálenosti | Zákazník je nespokojený | 4 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| | | Nalepení černého štítku na špatnou pozici v páru | Zákaznická reklamacie (zákazník nepozná správnou stranu kabelu) | 8 | Lidská chyba | Přeměření dle šablony, kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| | | Špatné přichycení černého štítku | Nespokojenost zákazníka | 7 | Lidská chyba | - | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| Ochrana konektorů | Balení SF konektorů | SF konektory nejsou vloženy do sáčku | Zákaznická reklamacie - konektory nejsou chráněny před prachem a vlhkostí - možné poškození | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 49 | | | | | |
| | | Sáček se SF konektory není zalepený | Zákaznická reklamacie - konektory nejsou chráněny před prachem a vlhkostí - možné poškození | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| | | Použití špatného typu sáčku pro SF konektory | Nespokojenost zákazníka | 2 | Lidská chyba | Kontrola s BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 16 | | | | | |
| | Balení MPO konektorů | Balení MPO konektorů | Nepoužití pulling eye, když je potřeba | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | |
| | | | Použití pulling eye, když není potřeba | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | |
| Základní ochrana | Základní ochrana | Nepoužití ochranné trubky | Zákaznická reklamacie - možné poškození kabelu během přepravy | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | |
| | | Použití ochranné trubky když není potřeba | Žádný vliv | 1 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 8 | | | | | |
| | | Špatný průměr ochranné trubky | Zákaznická reklamacie - možné poškození kabelu | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| | | Špatná délka ochranné trubky | Nespokojenost zákazníka | 5 | Lidská chyba | Kontrola s BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 35 | | | | | |
| | | Nezaslepení ochranné trubky | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| | | Nepřichycená trubka ke kabelu | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | |
| | | Trubka přichycená ve špatném místě | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|---|--|---------------------|---|---------------------------|---|----|--|--|--|--|--|--|
| Zipový pulling grip | Zapomenutí zipového pulling gripu na obou stranách | zákaznická reklamacie (zákazník nemá za co tahat) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Zapomenutí zipového pulling gripu na straně A (pouze na straně A) | zákaznická reklamacie (zákazník nemá za co tahat) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Zapomenutí zipového pulling gripu na jedné straně (má být na obou) | zákaznická reklamacie (zákazník nemá za co tahat) | 5 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 40 | | | | | | |
| | Nevložení binderu | Zákaznická reklamacie (druhý binder se může při tahání přetrhnout) | 5 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 40 | | | | | | |
| | Nevložení obou binderů | Zákaznická reklamacie (zákazník nemá za co tahat) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Použití jiného typu pulling gripu | Zákaznická nespokojenost (pokud si toho zákazník všimne) | 3 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 24 | | | | | | |
| Corrtube + mesh | Nevytvoření pulling oka | zákaznická reklamacie (zákazník nemá za co tahat) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | |
| | Zapomenutí binderů / malé množství binderů | Zákaznická reklamacie (druhý binder se může při tahání přetrhnout) | 5 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 40 | | | | | | |
| | Špatné umístění binderů | zákaznická reklamacie (oko je malé a zákazník to nemá za co chytit) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 96 | | | | | | |
| | Nedotažení binderů | Zákaznická nespokojenost (oko je navolno) | 3 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Nepoužití heatshrinku pro zatavení binderů | Zákazník se může při tahání zranit (pořezat) o bindery | 9 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 63 | | | | | | |
| | Krátká délka a nedotavení heatshrinku pro zatavení binderů | Zákazník se může při tahání zranit (pořezat) o bindery | 9 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 72 | | | | | | |
| | Pulling grip nepřekrývá patentový štítek | Zákaznická nespokojenost (patentový štítek se může strhnout při odstraňování HS) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | |
| | Nevložení ripcordu pod heatshrink | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže roztrhnout HS, aby mohl sundat pulling grip) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Ripcord umístěn ve špatné pozici / Ustřížení krátkého ripcordu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže roztrhnout HS, aby mohl sundat pulling grip) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Nezatavení / Zatavení heatshrinku uchycujícího pulling grip na špatném místě | Zákaznická reklamacie (pulling grip není správně přichycený ke kabelu - může se povolít) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |
| | Použití jiného typu pulling gripu | Zákaznická nespokojenost (pokud si toho zákazník všimne) | 3 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 24 | | | | | | |
| Polytube + corrtube + mesh | Nevložení breakoutu do plastového rukávu | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poničit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | |
| | Krátký plastový rukáv | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poničit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | |
| | Dlouhý plastový rukáv | Zákaznická nespokojenost | 3 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 24 | | | | | | |
| | Nedostatečné přichycení plastového rukávu | Zákaznická nespokojenost | 3 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 24 | | | | | | |
| | Krátký mesh | Zákaznická reklamacie (Zákazník může utrhnout konektory) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | |
| | Nevytvoření pulling oka | Zákaznická reklamacie (Zákazník nemůže za oko tahat) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | |
| | Vytvoření malého pulling oka | Zákaznická reklamacie (Zákazník nemůže za oko tahat) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--------------|---------------------|---|-------------------|---|----|--|--|--|--|--|
| Špatné umístění, vynechání a nedotažení binderů | Zákaznická reklamacie (Zákazník nemůže za oko tahat) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | |
| Nepoužití heatshrinku pro zatavení binderů | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Nedostatečné zatavení HS | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Krátká trubka z izolačního mirelonu | Zákaznická reklamacie (Zákazník může utrhnout konektory) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Dlouhá trubka z izolačního mirelonu | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Nepoužití pásek, nebo použití malého počtu na zajištění trubky | Zákaznická nespokojenost (kabely můžou vypadnout z trubky) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Skřípnutí kabelu při navlékání trubky z mirelonu | Zákaznická nespokojenost (kabely můžou vypadnout z trubky) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Nepoužití ripcordu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Krátký ripcord | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| Špatné umístění oboustranné pásky pro uchycení ripcordu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Krátká oboustranná páska pro uchycení ripcordu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nepoužití HS pro zatavení oboustranné pásky přichycující ripcord | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Použití špatného typu HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nenastřížení HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nezatavení HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Přetavení HS | Zákaznická reklamacie (poškození kabelu) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nepřichycení ripcordu páskou | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | |
| Nepoužití pulling eye, když je potřeba | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nepoužití druhého ripcordu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Krátký druhý ripcord | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 56 | | | | | |
| Krátký druhý HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nenastřížení druhého HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže kabel rozbalit, popřípadě ho může při rozbalování přestřihnout) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Nezatavení druhého HS | Zákaznická reklamacie (zákazník nemůže za kabel tahat) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |
| Přetavení druhého HS | Zákaznická reklamacie (poškození kabelu) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|---|--|--|---------------|---------------------------|-------------------|-----|---|---|---|---|----|--|--|
| | | Nepřichycení druhého ripcordu páskou | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | |
| Pulling grip na UC straně | | Není heatshrink | Zákaznická reklamacie (nejde přitavit čepička, tudíž nejde nasadit tahací oko) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Není heatshrink cap (čepička) | Zákaznická reklamacie (nejde nasadit tahací oko) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Nedostatečné zatavení heatshrinku a HS Cap | Zákaznická reklamacie (může spadnout HS Cap, tudíž se strhne tahací oko) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Přetavení heatshrink cap | Zákaznická reklamacie (může spadnout HS Cap, tudíž se strhne tahací oko) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Krátká délka mashe (ponožky) | Zákaznická reklamacie (malé oko = zákazník nemá za co tahat; nedostatečné přichycení ke kabelu - při tahání se strhne) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Prostřížení oka na špatném místě | Zákaznická reklamacie (malé oko = zákazník nemá za co tahat; nedostatečné přichycení ke kabelu - při tahání se strhne) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Neprotážení vnitřní části ponožky | Zákaznická reklamacie (nevznikne tahací oko) | 6 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | Nedostatečné přichycení ponožky | Zákaznická reklamacie (při tahání se strhne) | 6 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 42 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Upevnění smotků | Společné pro všechny typy balení | Nevložení bublinkové folie mezi kabel a ochrannou trubku / krátká folie | Zákaznická reklamacie (trubka může poškodit kabel) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | |
| | | Malý průměr smotku | Zákaznická reklamacie - možné poškození vláken | 8 | Lidská chyba - špatné nastavení cutteru | Použití přípravku na cutteru a na balení | 4 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 224 | Zafixování smotku již na cutteru suchým zipem - průměr se dále neupravuje | 8 | 1 | 7 | 56 | | |
| | | Velký průměr smotku | Interní reklamacie - smotek se nevejde do krabice | 6 | Lidská chyba - špatné nastavení cutteru | Použití přípravku na cutteru a na balení | 4 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 168 | Zafixování smotku již na cutteru suchým zipem - průměr se dále neupravuje | 6 | 1 | 7 | 42 | | |
| | | Použití špatného typu sáčku | Nespokojenost zákazníka | 3 | Lidská chyba | Kontrola s BOM | 2 | Vizuální kontrola | 8 | 48 | | | | | | | |
| | | Nepoužití sáčku | Zákaznická reklamacie (možné poškození při přepravě) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | |
| | | Neuzavření sáčku | Zákaznická reklamacie (možné poškození při přepravě) | 7 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 2 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 98 | | | | | | | |
| | | Použití špatného materiálu (výměna suchého zipu za izolepu, bindery..) | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit - povolení smotku) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | |
| | | Stahovací materiál na špatném místě | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit - povolení smotku) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | |
| | | Nedostatečný počet stahovacího materiálu | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit - povolení smotku) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | |
| | | Přetažení binderu | Zákaznická reklamacie (poškození kabelu) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | |
| | | Nedotažení binderů | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Společné upevnění cívek | | Nedodržení řádkování kabelu (podvlečení) | Zákaznická reklamacie (kabel nejde odmotat - může dojít i k přetrhnutí) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | |
| | | Nepoužití strečové folie na přichycení kabelu k cívce | Zákaznická nespokojenost (může spadnout návin) | 4 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Nevložení binderu | Spadne návin při balení = nejde zabalit - k zákazníkovi se nedostane | 1 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 7 | | | | | | | |
| | | Nezajištění strečovou folií | Zákaznická nespokojenost | 2 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 14 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|---------------------|--------------|---|---|---|---|----|--|--|--|--|--|--|--|
| Upevnění kabelu | Upevnění Lazy Susan | Krátká pěnová folie | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nevložení ochranné pěnové folie | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nevložení příbalu | Zákaznická reklamacie (zákazník nemá jak kabel namontovat) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nezavření víka | Zákaznická reklamacie (Kabel může vypadnout a poškodit se) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nedotažení víka | Zákaznická reklamacie (Kabel může vypadnout a poškodit se) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nenalepení štítku Do not stack | Zákaznická reklamacie (Při přepravě nevědí, že je zakázáno cívky skládat na sebe a mohou je tím poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nenalepení štítku STOP | Zákaznická nespokojenost (zákazník nemusí dávat pozor při vybalování a poztrácet nějaké součástky) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |
| | | Nezabalení do sáčku | Zákaznická nespokojenost (cívka může přijít zašpiněná) | 4 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 28 | | | | | | | | | |
| | | Nezalepení sáčku izolopou | Zákaznická nespokojenost (sáček se může svléknout - cívka může přijít zašpiněná) | 4 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 28 | | | | | | | | | |
| | Balení na velkou cívku | Nezajištění kabelu páskou | Zákaznická nespokojenost (může se povolit návin) | 3 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 21 | | | | | | | | | |
| | | Nezajištění kabelu bindery | Spadne návin při balení = nejde zabalit - k zákazníkovi se nedostane | 1 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 7 | | | | | | | | | |
| | | Zabalení do krátké pěnové folie | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nezabalení do pěnové folie | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nezalepení folie páskou | Zákaznická reklamacie (kabel se může při přepravě poškodit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nevložení příbalů | Zákaznická reklamacie (zákazník nemá jak kabel namontovat) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nevložení instrukcí | Zákaznická reklamacie (zákazník neví, jak má cívku namontovat) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nezajištění příbalů a WI sponkami | Zákaznická reklamacie (mohou se po cestě ztratit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nezajištění strany A strečovou fólií | Zákaznická nespokojenost (může spadnout návin) | 4 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |
| | | Nepřiložení odvalovacího plechu | Zákaznická reklamacie (cívka nejde ovinout) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 56 | | | | | | | | | |
| | | Nenalepení STOP štítku | Zákaznická nespokojenost (zákazník nemusí dávat pozor při vybalování a poztrácet nějaké součástky) | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |
| | | Nepoužití stahovacích pásek | Zákaznická nespokojenost (návin se může odvinout) | 4 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |
| | | Nalepení produktového štítku | Společné | Nenalepení produktového štítku | Zákaznická nespokojenost - zákazník na první pohled nepozná, co má za kabel | 4 | Lidská chyba | Kontrola dle inspekčního reportu, WI, BOM | 2 | Dvojitá vizuální kontrola + Kontrola s insp. Rep. | 7 | 56 | | | | | | | |
| | | | | Nalepení štítku tak, že není čitelný | Zákaznická nespokojenost - zákazník na první pohled nepozná, co má za kabel | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 3 | Dvojitá vizuální kontrola | 7 | 84 | | | | | | | |
| Produktové štítky nejsou dostatečně přichyceny | Zákaznická nespokojenost - zákazník na první pohled nepozná, co má za kabel | | | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|---|---|---|--|-----------------------------------|---|-------------------|---|-----|---|---|---|---|----|--|--|--|--|
| | LS + dřevěná cívka | Nepřísponování produktového štítku | Zákaznická nespokojenost - Produktový štítek se může odlepit a zákazník na první pohled nepozná, co má za kabel | 4 | Lidská chyba | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |
| Balení do krabic | Balení do krabic - společně | Malá krabice | Zákaznická reklamacie (kabel se může zlomit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Velká krabice | Při použití výplně, zákazník nemá šanci zaregistrovat, bez použití výplně může dojít k poškození | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Neslepená krabice | Zákaznická reklamacie (během přepravy se může kabel poškodit nebo ztratit) | 8 | Lidská chyba | Kontrola s WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Nepoužití bublinkové folie | Zákaznická reklamacie (kabel se může zlomit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Nevložení mačkáčích papíru | Zákaznická reklamacie (kabel se může zlomit) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola s WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Zabalení špatného počtu kusů | Zákaznická reklamacie | 8 | Lidská či systémová chyba | Kontrola WO a inspekčního reportu | 3 | Vizuální kontrola | 8 | 192 | Balí pouze SO a zapisuje do WO, kolik ks zabalil - dvojitá kontrola | 8 | 1 | 7 | 56 | | | | |
| | | Zabalení špatného typu produktu | Zákaznická reklamacie | 8 | Lidská či systémová chyba | Kontrola WO a inspekčního reportu | 3 | Vizuální kontrola | 8 | 192 | 100% kontrola potisku kabelu s inspekčním reportem před zabaláním | 8 | 1 | 7 | 56 | | | | |
| | | Nenalepení box label štítku | Interní reklamacie (odhalení chyby ve skladu) | 1 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola WI a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 7 | 7 | | | | | | | | | |
| | | Nalepení špatného box label štítku | Zákaznická reklamacie (zákazník obdrží špatný typ produktu) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v bomu) | Kontrola WO a BOM | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Nalepení box label štítku na špatné místo | Nespokojenost ze skladu, vizuální vada | 2 | Lidská chyba | Kontrola WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 16 | | | | | | | | | |
| | Microsoft balení do krabic | Velký počet krabic na paletě | Zákaznická reklamacie (problém při expedici, paleta se nemusí vejít do auta, do regálů ve skladu...) | 8 | Lidská chyba | Kontrola WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Nesprávná paleta | Zákaznická reklamacie (v případě automatického zakladače nemusí paletu vzít) | 8 | Lidská chyba, Systémová chyba (chyba v BOMu) | Kontrola WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 64 | | | | | | | | | |
| | | Nesprávně naskládané krabice na paletě | Zákaznická nespokojenost | 4 | Lidská chyba | Kontrola WI | 1 | Vizuální kontrola | 8 | 32 | | | | | | | | | |

FMECA – Hodnotící tabulky

| Význam | | | |
|-----------|-------------------|--|---|
| Hodnocení | Závažnost | Důsledek | Definice |
| 10 | Nebezpečně vysoká | Selhání ve splnění bezpečnostních a/nebo zákonných požadavků | Vada může poranit zákazníka nebo zaměstnance. Vada vzniká bez varování. |
| 9 | Extrémně vysoká | | Vada může poranit zákazníka nebo zaměstnance. Vada vzniká s varováním. |
| 8 | Velmi vysoká | Ztráta nebo omezení primární funkce | Ztráta hlavní funkce bez vlivu na bezpečnost. |
| 7 | Vysoká | | Omezení hlavní funkce. Prvek je schopný provozu, ale s omezenou funkčností. |
| 6 | Průměrná / Mírná | Ztráta nebo omezení sekundární funkce | Ztráta sekundární funkce. |
| 5 | Nízká | | Omezení sekundární funkce. |
| 4 | Velmi nízká | Nepohodlí | Vadu eviduje většina zákazníků (více jak 75 %) |
| 3 | Malá | | Vadu eviduje 50 % zákazníků |
| 2 | Velmi malá | | Vadu objeví pečlivě hledající zákazník (méně jak 25 %) |
| 1 | Žádná | | Žádný |

| Výskyt | | |
|-----------|---|---|
| Hodnocení | Pravděpodobnost výskytu vady | Definice |
| 10 | Velmi vysoká (vada nastává neustále) | Vada se vyskytuje na každém výrobku nebo každých 30 minut |
| 9 | Vysoká (přibližně shodná s obdobnými dřívějšími procesy, ve kterých vznikaly často vady) | Výskyt vady jednou za hodinu |
| 8 | | Výskyt vady jednou za 4 hodiny |
| 7 | Střední (přibližně shodná s obdobnými procesy, kde se vyskytovaly vady příležitostně, ale ne mnoho) | Výskyt vady jednou za směnu |
| 6 | | Výskyt vady jednou za den |
| 5 | | Výskyt vady jednou za týden |
| 4 | | Výskyt vady jednou za měsíc |
| 3 | Nízká (ojedinělé vady totožné s podobnými procesy) | Výskyt vady jednou za tři až šest měsíců |
| 2 | | Výskyt jednou za rok |
| 1 | Velmi nízká (vada eliminována preventivními kontrolami) | Výskyt méně jak jednou za rok |

| Odhalitelnost | | |
|---------------|---|--|
| Hodnocení | Odhalitelnost | Definice |
| 10 | Bez možnosti detekce | Nejsou známy dostupné kontroly schopné odhalit projev vady |
| 9 | Nepravděpodobné odhalení v jakékoliv fázi | Vada a/nebo příčina těžko odhalitelná (např. náhodné audity) |
| 8 | Odhalení problému po operaci | Odhalení po operaci operátorem vizuální / manuální / sluchovou kontrolou |
| 7 | Odhalení problému u operace | Odhalení ve stanici operátorem vizuální / manuální / sluchovou kontrolou nebo v dalším zpracování s použitím atributivního měření |
| 6 | Odhalení problému po operaci | Odhalení vady po operaci operátorem s použitím variabilního měření nebo ve stanici operátorem pomocí atributivního měření |
| 5 | Odhalení problému u operace | Odhalení vady ve stanici operátorem s pomocí variabilního měření nebo automatizovanými systémy, které odhalí vadu a upozorní operátory (světelný, zvukový signál...) |
| 4 | Odhalení problému po operaci | Odhalení vady ve stanici automatizovanými systémy, které odhalí vadný díl a zabrání tak dalšímu zpracování |
| 3 | Odhalení problému u zdroje | Odhalení vady ve stanici automatizovanými systémy, které odhalí vadný díl a automaticky zablokují díl ve stanici a zabrání tak dalšímu zpracování |
| 2 | Detekce vady a/nebo prevence problému | Odhalení vady ve stanici automatizovanými systémy, které odhalí chybu a zabrání vyrobení neshodného dílu |
| 1 | Detekce nepotřebná - ošetřeno prevencí | Prevence vady jako výsledek návrhu přípravku, stroje, nebo produktu. Neshodný výrobek nemůže být vyroben, chybám zabraňují metody v návrhu produktu / procesu. |