

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Racionalizace logistických operací ve vybrané firmě.
Veronika Groulová

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Groulová**
Osobní číslo: **D16194**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Racionalizace výrobních a logistických operací ve vybrané firmě.**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza výrobních a logistických operací ve firmě Iveco Czech Republic a.s.
2. Návrh na zavedení kontrolního systému na daném úseku ve výrobě
3. Zhodnocení navrhovaných změn

Závěr

Rozsah grafických prací: 3 - 4

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

GROS, Ivan a Stanislava GROSOVÁ. Dodavatelské systémy: supply chain management. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2012. ISBN 978-80-87179-20-8.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Kučera
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: 4. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 17. května 2019

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. Ing. Jaromír Šijoký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 v úplném znění, bude práce zveřejněna v univerzitní knihovně a prostřednictvím digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 17.05.2019

Veronika Groulová

ANOTACE

Práce se zabývá analýzou logistických a výrobních procesů ve firmě Iveco Czech Republic, a.s. Řeší problematiku snižování chybovosti již v počátku výroby jednotlivých dílů a navrhuje zavedení nových kontrolních systémů zaměstnanců.

KLÍČOVÁ SLOVA

logistické operace, výrobní procesy, metoda Poka Yoke

TITLE

Rationalization of logistics operations in a selected company.

ANNOTATION

The thesis deals with the analysis of logistics and production processes at Iveco Czech Republic, a.m. It solves the issue of reducing the error rate at the beginning of the production of individual components and suggests the introduction of new employee control systems.

KEYWORDS

logistics operations, production processes, Poka Yoke method

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 VÝZNAM LOGISTIKY	13
2 METODA POKA YOKE	14
2.1 Přínosy a cíle zavedení metody	14
2.2 Předpoklady pro zavedení metody	14
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍCH PROCESŮ	15
3.1 Výrobní proces na pracovišti s elektromateriálem	15
3.2 Výrobní proces na pracovišti svařovny	16
3.3 Výrobní proces na pracovišti výroby izolací	16
3.4 Výrobní proces na ostatních pracovištích	17
4 PODROBNÁ ANALÝZA VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ	18
4.1 Úsek výroby č. 1 – krácení kabeláže	18
4.2 Úsek výroby č. 2 – opatření kabeláže konektory	20
4.3 Úsek výroby č. 3 – ultrazvukové sváření	21
4.4 Úsek výroby č. 4 – vyvazování svazků	22
4.5 Úsek výroby č. 5 – příprava k expedici	24
5 RIZIKOVÝ ÚSEK VÝROBY	26
6 PODROBNÝ ROZBOR PRACOVIŠTĚ NA RIZIKOVÉM ÚSEKU VÝROBY	28
7 NÁVRHY KONTROLNÍCH SYSTÉMŮ A OPATŘENÍ	30
7.1 Návrh kontrolního opatření číslo 1	30
7.2 Návrh kontrolního opatření číslo 2	32
7.3 Návrh kontrolního systému číslo 1	33
7.4 Návrh kontrolního systému číslo 2	35
8 ZHODNOCENÍ NÁVRHOVANÝCH KONTROLNÍCH A SYSTÉMOVÝCH OPATŘENÍ	37

ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	41

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 – pracoviště krácení kabelů	18
Obrázek č. 2 – hlavice na kabely	18
Obrázek č. 3 – software na nastavení nářezového stroje	19
Obrázek č. 4 – označení kabelů	19
Obrázek č. 5 – štítek na označení kabelů určených pro další zpracování.....	19
Obrázek č. 6 – konektory	20
Obrázek č. 7 – přístroj pro napojení konektorů	20
Obrázek č. 8 – pracoviště ultrazvukového sváření	21
Obrázek č. 9 – izolační pouzdro	21
Obrázek č. 10 – ultrazvuková svářečka	21
Obrázek č. 11 – vyvazovací pracoviště	22
Obrázek č. 12 – vyvazovací šablona.....	22
Obrázek č. 13 – testovací zásuvky.....	23
Obrázek č. 14 – doklad o vyhodnocení testů	23
Obrázek č. 15 – různé délky aretací.....	23
Obrázek č. 16 – přepravní klec	24
Obrázek č. 17 – označení klece	24
Obrázek č. 18 – boxy na aretace	26
Obrázek č. 19 – umístění boxů na šabloně.....	26
Obrázek č. 20 – vyvazovací šablona.....	29
Obrázek č. 21 – schéma vyvazovací šablony	29
Obrázek č. 22 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní opatření číslo 1	30
Obrázek č. 23 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní opatření číslo 2	33
Obrázek č. 24 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní systém číslo 1.....	34
Obrázek č. 25 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní systém číslo 2.....	36

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – zhodnocení návrhů kontrolních opatření a kontrolních systémů	38
---	----

SEZNAM ZKRATEK

Iveco – Iveco Czech Republic a.s.

KJT – Kontakt Junior Timer

VJT – Vidlice Junior Timer

ÚVOD

Cílem této práce je racionalizace výrobních operací ve vybrané firmě. Pro zvolení správného postupu při optimalizaci výrobních procesů je nutné se seznámit s problematikou logistiky, logistických operací a s moderními logistickými metodami. V dnešní době se termín logistika skloňuje ve všech firmách a odvětvích. Automobilový průmysl je jedním z oborů, ve kterém je obzvláště kladen důraz na porozumění logistice a všem jejím odvětvím. Její pochopení a proniknutí do hloubky podstaty je klíčovým pro obstání na trhu v leaderskovských pozicích a vede k získávání nových zákazníků, udržení si stávajících zákazníků, úspoře času a tím i zvýšení financí.

Ani firma Iveco Czech Republic, a. s. (dále jen Iveco), která byla pro tuto práci vybrána, není výjimkou a problematiku logistiky stále řeší, jak na úrovni dopravy mezi jednotlivými závody, tak přímo ve výrobě na jednotlivých pracovištích.

Výrobní závod ve Vysokém Mýtě je rozdělen na několik pracovišť. Pro tuto práci byl vybrán ke zpracování analýzy současného stavu výrobních procesů dolní závod, kde se vyrábí jednotlivé prvky do autobusů, které jsou následně „just in time“ dodávány na horní závod, kde dochází ke kompletaci všech částí autobusu.

Mezi pracoviště dolního závodu patří například: kompletní výroba sedaček pro cestující, očalounění sedaček pro řidiče, výroba autobusových dveří, sestavení úložného prostoru včetně zapojení elektroinstalace (osvětlení, ventilace), výroba izolačních dílců, svařovna, výroba kabelů a elektromateriálu, výroba trubicových dílců.

Součástí práce bude provést analýzu stávajícího stavu výše uvedených výrobních procesů. Na základě výstupních informací poskytnutých firmou Iveco Czech Republic, a. s. zhodnotit, jaká je chybovost ve výrobě na jednotlivých pracovištích, najít rizikové místo výroby, na které je potřeba se zaměřit a za pomoci metody Poka Yoke, navrhnout řešení pro nulové defekty na daném pracovišti.

První a druhá kapitola práce bude zaměřena na seznámení s problematikou logistiky a logistické metody Poka Yoke.

Ve třetí kapitole bude autorka práce analyzovat současný stav výrobních procesů. Zaměří se především na pracoviště s elektromateriálem, úsek svařovny a výrobu izolací. Po zhodnocení chybovosti daných procesů a najetí rizikového místa ve výrobě, provede autorka práce ve čtvrté kapitole podrobnou analýzu vybraného pracoviště.

V páté kapitole bude popsán rizikový úsek výroby, na kterém bude autorka práce následně navrhnout zavedení kontrolního opatření či kontrolního systému.

V šesté kapitole bude proveden podrobný rozbor pracoviště rizikového úseku a budou definována volná místa, která bude mít autorka práce k dispozici na umístění nových kontrolních systémů či opatření.

Sedmá kapitola bude zaměřena na návrhy kontrolních systémů a opatření, které by zamezily chybovosti pracovníků při výrobě kabelových svazků.

V poslední kapitole zhodnotí autorka všechna navrhovaná řešení a vybere jedno, které bude nejvíce odpovídat požadavkům, které byly předem stanoveny vedením firmy.

1 VÝZNAM LOGISTIKY

Logistika je vědní obor, který se zabývá širokou problematikou ohledně plánování, řízení toků zboží, vývojem, výrobou, distribucí, skladováním, poradenstvím atd. Hlavním cílem logistiky je: *„aby byly správné věci, ve správný čas na správném místě, a to vše při zachování minimálních nákladů“* (1).

Definice logistiky podle Evropské logistické asociace – *„logistika zahrnuje organizaci, plánování, řízení a výkon toků zboží. Vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče. Tak aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a při minimálních kapitálových výdajích“* (1).

Firmy, které zaměstnávají specializované pracovníky z oblasti logistiky, dosahují lepších výsledků jak ve výrobní, tak v obchodní sféře. Správnou aplikací logistických postupů lze zvyšovat objem prodeje, zkracovat dodací lhůty, zlepšovat spolehlivost a úplnost dodávek, snižovat náklady na výrobu, manipulaci, skladování a následnou distribuci.

Logistika má dva cíle – vnější a vnitřní. *„Vnější logistické cíle se zaměřují na uspokojování přání zákazníků, kteří je uplatňují na trhu. To přispívá k udržení, případně i dalšímu rozšíření rozsahu realizovaných služeb. Vnitřní cíle logistiky se orientují na snižování nákladů při dodržení splnění vnějších cílů“* (2). Mezi tyto náklady se řadí i náklady na výrobu. Firmy mají snahu tyto náklady stále snižovat a v mnoha případech to má negativní dopad na kvalitu výstupního produktu.

Podstatou logistiky však není snižovat náklady na výrobu za každou cenu, ale firmy by měly hledat řešení při kterém by dokázaly náklady na výrobu snížit i při zachování všech kvalit produktu. Neměly by tak při zavádění úsporných opatření sahat po nejlevnějších materiálech, nejdostupnějších náhražkách či zkracovat časy výroby na úkor kvality finálního produktu. Měly by se spíše zaměřit na zavádění nových systémů, které by jim pomáhaly při výrobě. Plně automatizovat některé úseky výroby. Využívat nových technologií jako jsou například Just in time, Kanban, Quick Response, Hub and Spoke, Cross-docking, nebo Poka Yoke, kterou chtějí zavádět do výroby ve firmě Iveco.

2 METODA POKA YOKE

Jednou z logistických metod, která zefektivňuje výrobu a dosahuje 100% bezchybovosti výrobního procesu je metoda Poka Yoke. Tento japonský termín v překladu znamená chybu vzdorný a označujeme jím mechanismus či zařízení ve výrobním procesu, které zamezuje, aby pracovník provedl chybnou operaci. Člověk při své práci může být roztržitý, nepozorný, unavený, rozrušený atd. a snadno se pak dopustí nevědomky chyby. Takovéto chybovosti chtěl pan Shigeo Shingo předejít, a proto vymyslel mechanismus, který má upozorňovat na lidské chyby přesně v momentě kdy k nim dojde a dokud pracovník chybu neodstraní, tak mu nedovolit pokračovat v dalších krocích výroby.

2.1 Přínosy a cíle zavedení metody

Pomocí metody Poka Yoke se vytvářejí nástroje, které při výrobě kontrolují parametry komponentů, detekují neshodné komponenty a při zjištění chyby okamžitě vydávají signál nebo zcela zastaví výrobu. Dokud není chyba opravena, pracovník nemůže pokračovat v dalším úkolu. Aplikací Poka Yoke nástrojů je docíleno nulové chybovosti ve výrobě, je snížena vnitropodniková zmetkovitost a počet reklamací od zákazníků se také zmenšuje (3).

2.2 Předpoklady pro zavedení metody

Při zavádění metody se musí postupovat systémově. Nejprve je důležitá identifikace vstupních dílů, dále detekce vynechání operace, detekce odchylky od předcházejících procesů. Identifikování vstupních dílů podle jejich váhy, rozměru, tvaru. Určení sledu operací – následnou operaci není možné provést dříve, než správně dokončí pracovník operaci jí předcházející. V případě detekce chyby a zastavení se výroby, musí být identifikována příčina vzniku chyby a následně musí dojít k jejímu odstranění, aby mohlo dojít k opětovnému spuštění výroby (3).

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍCH PROCESŮ

Firma Iveco se specializuje na výrobu a vývoj nových autobusů. V letech 1948 až 2003 působila na českém trhu pod názvem KAROSA. V roce 2003 se 100% vlastníkem Irisbusu stalo IVECO a začala nová etapa rozvoje společnosti, která vyústila ve změnu značky Irisbus na IVECO BUS v roce 2013. Díky zkušenostem a silnému zázemí nadnárodní skupiny CNH Industrial se dnes autobusy IVECO BUS úspěšně prodávají po celém světě. IVECO BUS je moderní značka, která navazuje na úspěchy legendárních autobusů Karosa a dále rozvíjí českou konstruktérskou tradici. Dřívější spojení se značkami Renault a Irisbus umožnilo nasbírat cenné zkušenosti, které nyní firma uplatňuje na dalších trzích. Díky tomuto unikátnímu know-how a neustálým inovacím udává trendy v dnešní hromadné dopravě. V Ivecu navrhují, vyrábí a prodávají široký sortiment vozidel hromadné dopravy, který splňuje nejnáročnější požadavky veřejných i soukromých dopravců. Ve výrobním závodě ve Vysokém Mýtě se zaměřují na městské a meziměstské autobusy IVECO BUS. Nejúspěšnější model je Crossway, který má téměř 30 000 prodaných kusů (4).

V současné době je ve firmě Iveco Czech Republic, a. s. snaha zavádět na montážní linky a do výrobních procesů metodu Poka Yoke z několika důvodů. Prvním důvodem je fakt, že s rostoucí ekonomikou, roste poptávka, firma se stále rozrůstá a zaměstnává nové pracovníky, pro které je jednodušší, rychlejší a efektivnější učit se na pracovištích, které jsou přímo uzpůsobené této metodě.

Dalším z důvodů je například chybovost při výrobě způsobená nepozorností zaměstnance, únavou či zapomnětlivostí. Mezi nejčastější chyby patří záměna dílů při montáži, špatné seřízení stroje, záměna materiálu a chyba v provedení operace.

Firma zatím využívá na několika výrobních úsecích tzv. „odlehčenou“ metodu Poka Yoke, ta spočívá v usnadnění a vedení pracovníka při jeho úkonech, nezamezuje však tomu, aby pracovník neudělal chybu, nebo si chyby všiml okamžitě.

3.1 Výrobní proces na pracovišti s elektromateriálem

Při výrobě svazků, je pracovník veden barevnými značkami, které mu ukazují, kam jaký drát zapojit. Při nepozornosti, ale nic nebrání tomu, aby barevně označené dráty zapojil do jinak barevných koncovek. Po kompletním zapojení svazku, které trvá přibližně 30 minut, napojí pracovník svazek na počítač a ten mu vyhodnotí, zda je vše dobře zapojené. Pokud ano, vytiskne mu cedulku s kódem, kterou je svazek označen a putuje na další stanoviště. V momentě, kdy počítač vyhodnotí svazek jako špatně zapojený, musí zaměstnanec sám hledat, kde udělal

chybu. Počítač totiž nedokáže přesně stanovit, ve kterém místě došlo k chybnému propojení. Tím se může prodloužit výroba jednoho svazku i o desítky minut, které jsou potřebné k nalezení defektu, vypojení, správnému přepojení a opětovnému testování přes počítač.

3.2 Výrobní proces na pracovišti svařovny

Dalším místem ve výrobě, kde se „odlehčená“ verze metody Poka Yoke nachází, je ve svařovně. Zde mají na zakázku vyrobené speciální stoly s úchyty, do nichž přesně zapadnou díly určené ke svařování a nemůže tak dojít k pootočení dílců, nebo záměně pravých či levých stran. Problém však nastává, když si pracovník hned v začátku špatně nastaví držáky. Tento stůl je totiž přizpůsoben pro výrobu 3 druhů svařovaných dílců a pracovník si sám musí správně nastavit polohy úchyty pro daný druh výrobku. Stůl je bohužel konstruován tak, že pohyb úchyty mezi sebou není nijak provázán a každý lze natočit samostatně do různých poloh. Tím může v některých případech dojít ke špatnému sestavení dílců a svaření výrobku, který neodpovídá parametrům. V tomto případě využití metody Poka Yoke, je již chybovost menší než u pracoviště s elektromateriálem, ale stále není splněna 100% bezchybnost.

3.3 Výrobní proces na pracovišti výroby izolací

Posledním místem ve výrobě, kde se metoda uplatňuje, je výroba izolací. Na tomto pracovišti se za pomoci tepelného lisu vyrábějí díly, které se umísťují do zadní části autobusu, hned pod sedačky v poslední řadě. Odděluje se tím prostor pro cestující od motorového prostoru. Na izolační díl jsou kladeny náročné požadavky. Izolace musí zabránit přenosu hluku, vibrací a tepla od motoru, proto musí být vyrobena z několika druhů speciálních materiálů, které mají přesně dané své místo v celkové skladbě finálního výrobku. Je nezbytné, aby tento díl byl vždy vyroben bezchybně, neboť na případný defekt při výrobě, by se přišlo až po zavedení autobusu do provozu. Pracovníci, kteří izolační díl sestavují, mají jen jedinou možnost, jakým způsobem na sebe jednotlivé materiály vrstvit, svým tvarem jsou přesně přizpůsobeny, aby zapadly, jen pokud tam opravdu patří. Po sestavení izolačního dílu se spustí proces lisování. Stroj je napojený na počítač a sám si určuje teplotu a dobu zapékání dílce.

U tohoto výrobního procesu, by se dalo říct, že je zde použita „tvrdá“ metoda Poka Yoke a díky tomu, je docíleno nulové chybovosti při výrobě. Na žádném jiném pracovišti dolního závodu se již tato metoda, která na 100 % zabrání všem defektům, nevyskytuje.

3.4 Výrobní proces na ostatních pracovištích

Mezi další pracoviště dolního závodu patří úsek výroby sedadel, zavazadlového prostoru, kompletace skel do dveří, výroba podlah a úsek vývoje nových autobusů. Žádný z těchto úseků není obsluhován plně automaticky a na žádném z nich není ani zaveden speciální kontrolní systém podle metody Poka Yoke. Na každém z těchto pracovišť je kontrolním systémem sám člověk, což nebývá v automobilovém průmyslu úplně běžné. Většina automobilek, je z větší části zautomatizována a všechny operace, které člověk provádí, jsou ještě dále sledovány a kontrolovány stroji a počítači. V IVECU, ale takovéto systémy není možné plošně zavádět. A to minimálně ze dvou důvodů. Prvním důvodem je obrovský rozdíl v množství automobilů a autobusů, které denně vyjedou z výrobních linek. U automobilek se v průměru vyrobí kolem 1 000 aut denně, zatímco u výroby autobusů je to jen kolem 18 autobusů za den. Druhým důvodem je velká rozmanitost výroby. Při výrobě autobusů se jen ojediněle stává, aby se vyrobilo alespoň 10 stejných typů vozů hned po sobě, naopak v automobilovém průmyslu je zcela běžné že se stejné typy vyrábějí ve stovkách. Při výrobě autobusů je opravdu výjimečné, když se hned po sobě vyrábějí dva či tři vozy se stejnou výbavou a vlastnostmi. Tím, že si v dnešní době může zákazník prakticky „sestavit“ vlastní autobus, tak pokud si nenechá dopravce vyrobit celou flotilu, je téměř nereálné, aby se dva zákazníci po sobě sešli a všechny požadavky, které na vůz kladou, byly totožné. Oproti tomu v automobilkách si lidé často vyberou z předem nadefinované nabídky a nejčastěji se vyrábějí vozy buď v plné výbavě, nebo základní. V těchto případech se pak investice do kontrolních systémů rychle vrací.

V případě výše zmiňovaných pracovišť je chybovost ve výrobě minimální. Zavádění kontrolních systémů by nebylo zcela efektivní a návratnost investice by se tak nepohybovala v krátkodobém horizontu.

Pracovišť na dolním závodě, kde by se pomocí metody Poka Yoke dalo docílit nulové chybovosti je několik. Autorka práce se však zaměří na úsek výroby elektromateriálu a kabeláže, kde by management podniku rád provedl inovaci a též toto místo zhodnotil jako nejvíce potřebné pro zavedení kontrolního systému.

4 PODROBNÁ ANALÝZA VYBRANÉHO PRACOVÍŠTĚ

Na pracovišti, kterým se bude práce zabývat, není zaveden žádný systém kontroly zaměstnance. Jde přitom o velmi podstatnou a důležitou část ve výrobním procesu elektromateriálu, který pokud nebude správně vyroben, může způsobit značné potíže a na jeho výrobní chybu se přijde až po uvedení autobusu do provozu. Což je nejhorší případ chybovosti, který může nastat. Dokud chybovost pracovníka má za následek vyrobení špatného dílu tzv. „zmetku“, který je ovšem viditelný hned při výstupu z linky, nebo na jeho nesprávné fungování, či jiné nedostatky přijdou pracovníci při montáži do autobusu, jde o chybu vážnou, ale lze v malém množství takové nedostatky tolerovat. Pokud se ale vyrobí díl, který není na první pohled vadný, a i po zapojení se jeví jako prvek funkční, přičemž jeho skrytá vada se projeví až při uvedení vozidla do pravidelného provozu a může mít za následek i fatální škody, musí se takové chybě zabránit již na montážní lince. Pro dodavatele autobusů takových rozměrů, jakou je firma Iveco, je nepřijatelné, aby chybu detekoval až samotný zákazník v průběhu užívání zakoupeného produktu.

4.1 Úsek výroby č. 1 – krácení kabeláže

Jedním ze 14 pracovišť, které se na lince výroby elektromateriálu nachází, je úsek, (viz obr. 1) kde dochází k nařezání kabeláže na přesně dané délky pro jednotlivé svazky. Kabely jsou dodávány v objemných sudech a děleny podle barvy, síly a typu. Pracovník opatří sud speciální hlavicí (viz obr. 2), kterou provlékne konec kabelu a zavede ho do nářezového stroje.

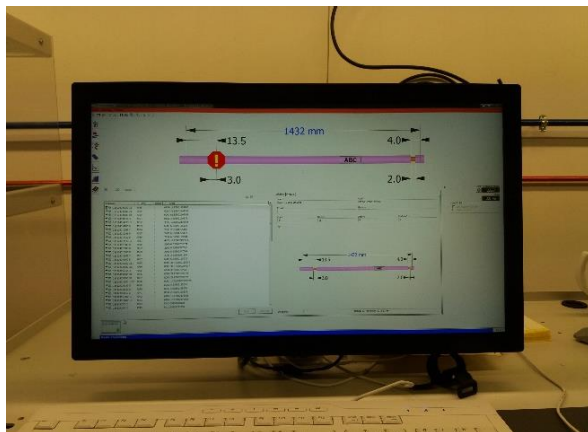


Zdroj: Autorka
Obrázek č. 1 – pracoviště krácení kabelů



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 2 – hlavičky na kabely

Za pomoci speciálního softwaru (viz obr. 3) a podle typu svazku, který má být pro konkrétní autobus vyroben zadá pracovníce do počítače údaje o nářezové délce a počtu kusů kabelů, který je potřeba nařezat. Stroj současně každý kabel označí příslušným kódem a konec kabelu uzpůsobí k následnému připojení patřičných koncovek (viz obr. 4). Po každém ukončeném cyklu, vytiskne přístroj štítek s potřebnými údaji pro následné zpracování (viz obr. 5).



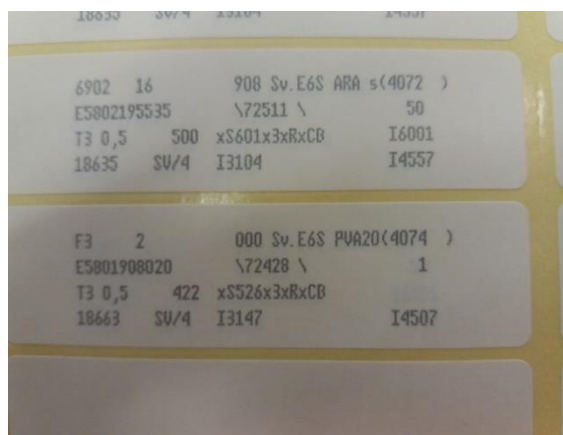
Zdroj: Autorka
Obrázek č. 3 – software na nastavení nářezového stroje



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 4 – označení kabelů

Operátor výroby hotový svazek označí štítkem a zavěsí na vozík určený pro přepravu svazků.

Na tomto místě výroby není potřeba zavádět další opatření, přesnost řezaných délek si určuje sám stroj a není možné, aby nepozorností pracovníka došlo ke krácení kabelu na jiné délky, než je potřeba. Přístroj je pravidelně kontrolován a seřizován, aby nedošlo právě k chybě nepřesného nářezu. Jediným nedostatkem na tomto pracovišti je obalový materiál, ve kterém dodavatel zasílá kabel. Všechny sudy jsou stejné a označení toho, jaký druh kabelu obsahují, je někdy špatně čitelné a mnohdy nepřehledné. Štítek s označením, o jaký materiál se jedná, nemá přesně dané své místo a hledáním označení ztrácí pracovník čas.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 5 – štítek na označení kabelů určených pro další zpracování

4.2 Úsek výroby č. 2 – opatření kabeláže konektory

Dále nařezaný svazek kabelů putuje na linku, kde jsou jeho konce opatřeny příslušnými konektory (viz obr. 6). Za pomoci speciálního přístroje (viz obr. 7) určeného k napojování konektorů na kabel, opatřuje pracovník každý kabel zvlášť podle výkresu. Po dokončení jednotlivé kabely kompletuje do vodičových sad, které poté putují na další stanoviště.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 6 – konektory



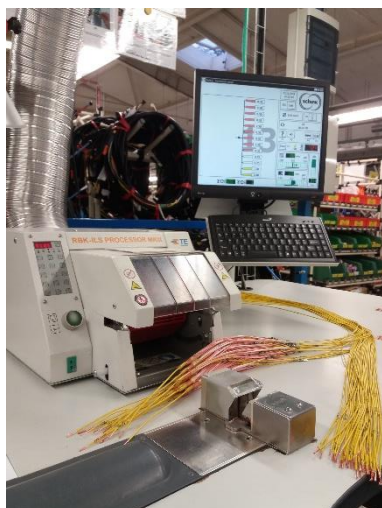
Zdroj: Autorka
Obrázek č. 7 – přístroj pro napojení

Na tomto místě výroby, musí pracovník nejprve dle výkresu určit, jaký konektor, na jaký kabel přijde. Pracovníkovou nepozorností však může dojít k záměně kabelů, či k nesprávnému výběru konektoru. Přístroj, na kterém ke spojení dochází, zajišťuje pouze správnost spoje. Autorka zde postrádá opatření proti chybovosti pracovníka. Může zde vzniknout hned několik defektů. Prvním z nich je již zmiňovaná záměna konektorů, dalším je kompletace do vodičových sad, pracovník se může přepočítat a může na další pracoviště poslat sadu, která není kompletní, nebo naopak sadu ve které některé vodiče přebývají. Pokud však na tomto místě výroby dojde k chybě je zaručeně jisté, že se na ní při dalším zpracování výrobku přijde. Není tedy nezbytně nutné zde zavádět kontrolní systémy, či jiná opatření, neboť případná oprava chyby nebude nikterak nákladná, a proto by se investice do kontrolního systému finančně nevyplatila.

4.3 Úsek výroby č. 3 – ultrazvukové sváření

Dalším pracovištěm, kterým musí svazek projít je úsek ultrazvukového sváření (viz obr. 8). Zde dochází k napojení sad vodičů na další sadu. Při této operaci musí pracovník provádět svařování s milimetrovou přesností, neboť i sebemenší posunutí kabelu při ultrazvukovém sváření má za následek nefunkčnost sady vodičů.

Pracovník si musí nejprve připravit jednotlivé sady vodičů a k nim izolační pouzdra, díky kterým dojde ke spojení. Dále navlékne izolační pouzdro (viz obr. 9) na konec jedné sady vodičů a takto opatřený svazek vloží do „svařovačky“ (viz obr. 10). Tento krok opakuje pro každý kabel svazku zvlášť. Po ultrazvukovém svaření je na izolační pouzdro vytištěné číslo, které označuje každý konkrétní kabel.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 8 – pracoviště
ultrazvukového sváření



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 9 – izolační pouzdro



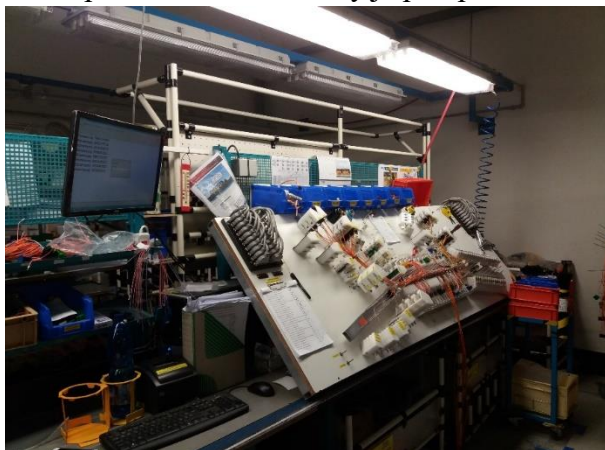
Zdroj: Autorka
Obrázek č. 10 – ultrazvuková svařovačka

V tomto úseku výroby je kontrolován ultrazvukový svár za pomoci počítače a speciálního softwaru. Přesné umístění sady vodičů do pouzdra je však jen na pracovníkovi. Autorka práce zde postrádá opatření k zamezení špatného uložení, například použití speciální šablony, díky které by měl pracovník jistotu, že izolační pouzdro nemůže nasadit moc daleko od konce sady vodičů, nebo naopak nedošlo k nedostatečnému zasunutí konce vodičů. Přesto zavádět nějaká další opatření na toto místo ve výrobě není urgentní a opět jako v předešlém případě by se na chybu přišlo při následných operacích a nehrozí tak, že by se vadný kus dostal až k zákazníkovi. Poté, co jsou kabely ultrazvukově svařené, putují na další pracoviště, kde jsou sady vodičů opatřeny dalšími konektory a uspořádány do svazků. Podle následného využití kabelů v autobuse jsou některé z nich opatřovány speciálními vodotěsnými konektory a příslušnou izolací. Pracovních stolů, kde se tyto operace provádí, je několik a kontroly se zde provádějí pouze vizuální. Dle autorky by bylo plošné zavádění kontrolního systému na všechny

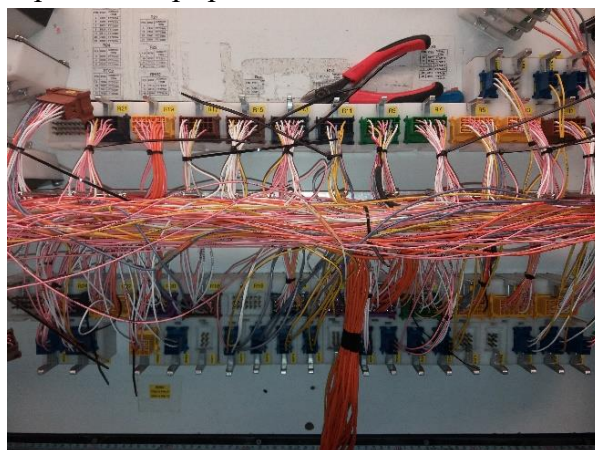
pracovní stoly nemožné, jak z hlediska finanční náročnosti, tak prostorového řešení. Již nyní je místo v hale plně využito a pro případné renovace pracovních stolů s kontrolními vstupy by byla potřeba více prostoru.

4.4 Úsek výroby č. 4 – vyvazování svazků

Předposledním pracovištěm, kterým výrobek prochází, je vyvazovací úsek (viz obr. 11). Zde dochází dle příslušného výkresu k vyvázání vodičů, popřípadě podsvazků do finálního a kompletního svazku, který je po opuštění tohoto pracoviště připraven na montáž do autobusů.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 11 – vyvazovací pracoviště



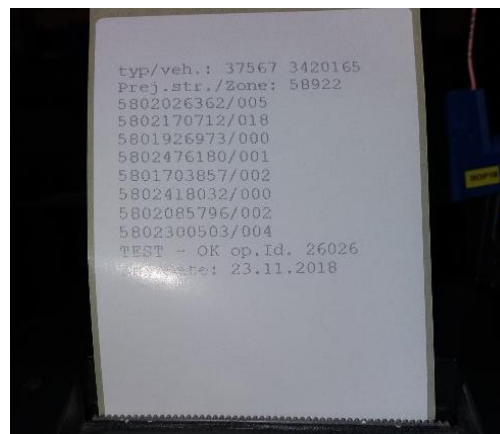
Zdroj: Autorka
Obrázek č. 12 – vyvazovací šablona

Na tomto úseku se nachází několik speciálně upravených stolů na vyvazování elektrických svazků. Každý stůl je opatřen vyvazovací šablonou, do které se postupně vkládají jednotlivé vodiče (viz obr. 12). Každý vodič má na svém konci kontakt junior timer dále jen KJT. Tyto KJT jsou zasazovány do vidlice junior timer dále jen VJT. Kontakty s vidlicemi jsou upevňovány do zásuvek, které jsou součástí šablony. Takto pracovník postupuje u všech vidlic a vodičů. Každý zde vyvazovaný svazek má jiný počet vidlic a jiný počet vodičů, pouze výjimečně dochází k vyvazování několika stejných svazků. Je to dáno tím, že zákazník má možnost vybrat si určitá specifika, která sériový autobus neobsahuje a každá speciální funkce, kterou si zákazník vyžádá má za následek změny v elektroinstalaci a tím i ve vyvázání kabeláže. Pracovník si v počítači, který je napojený na vyvazovací šablonu nastaví, jaký typ svazku bude vyrábět a následně postupuje dle výkresu k danému typu svazku. Po kompletním zapojení všech KJT do vidlic a vidlic do testovacích zásuvek (viz obr. 13) spustí pracovník dva testovací programy. První typ testu je zaměřen na funkčnost spojení. Testuje se zde správnost propojení mezi vybraným bodem A a bodem B. Pokud tento test proběhne v pořádku, spustí se test druhý, tzv. zkratový test, jímž se testuje, zda na vidlicích, na kterých proud být má, je přítomen a současně zda se proud nenachází na vidlicích, na kterých v daný moment být

nemá. Pokud by se stalo, že se na vidlici, na které proud být nemá, proud naměří, mohlo by dojít ke zkratu. V případě, že by se takovýto svazek dostal až do autobusu, mohl by způsobit již znatelné škody a ztráty jak finanční, tak časové. Pokud oba testy potvrdí, že svazek je správně vyvázaný a zapojený, počítač vytiskne štítky s označením o úspěšném otestování (viz obr. 14).



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 13 – testovací zásuvky



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 14 – doklad o vyhodnocení testů



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 15 – různé délky aretací

Až po provedení těchto testů je možné začít svazek postupně zajišťovat zdrhovacími páskami a konce zajistit izolepou. Zajišťování svazků se provádí z toho důvodu, aby bylo možné je zabalit, uložit do přepravních košů a přepravit na horní závod, kde se svazky budou instalovat do autobusů. Zajišťovací pásky budou při montáži postupně rozpojovány. Nelze pásky odstranit najednou, protože by došlo k rozpadnutí svazku, a tak by byla znemožněna rychlá a správná instalace svazku do autobusu. Při zajišťování páskami však dochází ke zkrácení svazku a tím k samovolnému uvolnění vidlic z testovacích zásuvek. Po kompletním zajištění svazku přichází na řadu zajišťování jednotlivých vidlic, ke kterému se využívají aretace. Na boční straně vidlic je otvor připravený pro jejich vložení. Je nutné, aby žádná z vidlic nezůstala bez této aretace, nebo aby nebyla opatřena aretací jiné délky (viz obr. 15). Pokud by pracovník zapomněl vidlici zajistit aretací, nebo jí nezaaretoval v celé její délce,

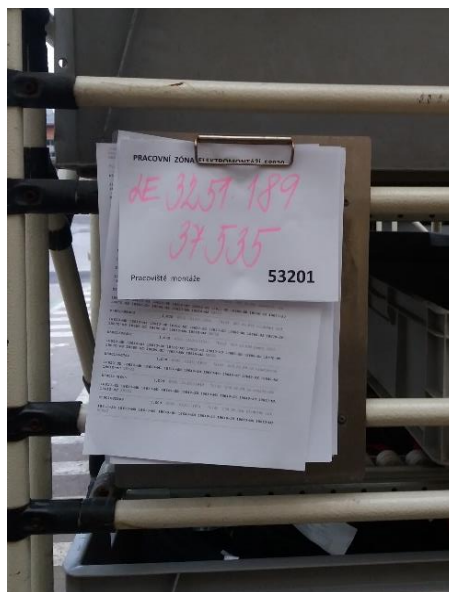
mohlo by po zapojení elektrického svazku do autobusu, vlivem vibrací a otřesů při provozu vozidla dojít k uvolnění kolíků a tím k narušení správné funkčnosti elektroniky v autobuse. V některých případech by mohlo dojít až k zahoření, což by mohlo ohrozit lidské životy. Je tedy nepřijatelné, aby k takové situaci došlo. Nadnárodní společnost takového formátu, jakou firma Iveco bezpochyby je, si nemůže dovolit, aby v průběhu využívání jejich autobusů došlo k poruchám, které by byly následkem špatně provedených operací již ve výrobě. Autorka práce na tomto pracovišti postrádá systematičnost prováděných prací a připravenost pracoviště. Každá z pracovníků má svůj specifický postup při vyvazování jednotlivých svazků. Pokud by pracovníce v polovině vyvazování jednoho svazku musela z nepředvídatelných důvodů pracoviště opustit a svazek by za ní dokončovala jiná pracovníce, která při vyvazování postupuje dle svého naučeného pořadí prováděných operací, mohlo by snadno dojít k vynechání některé z operací. Naopak vyvazovací šablonu s napojením na počítač, který testuje správnou funkčnost svazku, autorka velice oceňuje.

4.5 Úsek výroby č. 5 – příprava k expedici

Dalším pracovištěm, kam hotový a řádně označený svazek putuje, je úsek přípravy pro expedici na horní závod, kde bude svazek hned po dodání namontován do autobusu. Kvůli nedostatku volných prostorů nejsou jednotlivé díly a součástky na autobus vyráběny v předstihu a skladovány, ale vše funguje na principu „just in time“, čím se snižují náklady, na již zmiňované skladové prostory a také na další zaměstnance, kteří by je museli obsluhovat. V přípravě na expedici pracovníce svazek zkontrolují, zda je řádně označen, zabalí ho a rozdělí do jednotlivých přepravních boxů. Tyto boxy vkládá do speciální přepravní klece.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 16 – přepravní klec



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 17 – označení klece

V každé z těchto klecí (viz obr. 16) se vždy nachází kompletní elektroinstalace pro jeden konkrétní autobus. Věže se musí správně a čitelně označovat (viz obr. 17), aby nedošlo k záměně, a tím k přistavení věže na montážní lince k jinému autobusu, než pro který byly svazky a veškerý elektromateriál vyráběn.

Na tomto pracovišti není dle autorky potřeba zavádět nová kontrolní opatření.

5 RIZIKOVÝ ÚSEK VÝROBY

Po řádném prostudování jednotlivých pracovních úseků ve výrobě elektromateriálu a po konzultaci s odborným personálem, dospěla autorka k závěru, že nejrizikovější místo z hlediska chybovosti ve výrobě se nachází na pracovišti vyvazování svazků. Pokud dojde k chybě na tomto místě výroby, nenásleduje již další úsek, na kterém by mohli případnou chybu odhalit a včas ji odstranit. Pokud jde o chybovost týkající se elektronické funkčnosti svazku, je kontrolována speciálním programem a dvakrát testována. V tomto ohledu není potřeba zavádět další opatření. Problém však nastává až po samotném testování, kdy jsou jednotlivé VJT sejímány z vyvazovací šablony a je třeba každou zvlášť zaaretovat. Pokud je pracovnice nepozorná, může dojít k záměně aretací a hrozí tak, že část z KJT připevněných ve vidlici nebude zaaretována. V horším případě může dojít i k úplnému vypuštění aretace u jedné, nebo více vidlic JT. V případě, že je takovýto chybně zaaretovaný svazek namontován do autobusu, je jen otázkou času, kdy se následkem vibrací a otřesů způsobených běžným provozem vozidla uvolní a začnou se objevovat problémy ve správné funkčnosti systémů. Opravy tohoto druhu závad jsou velice časově náročné a nákladné. Mnohdy stačí, aby se jeden kolík z vidlice JT uvolnil, byť jen o milimetr a tím ztratí potřebný kontakt. Mechanik pak musí jít svazek po svazku a vidlici po vidlici, aby našel místo, kde došlo k uvolnění kolíku. Hledání místa výpadku je náročné nejen kvůli špatné dostupnosti jednotlivých vidlic, ale také z důvodu, že uvolnění kolíku JT nemusí být na první pohled viditelné. Mechanik tak musí každou vidlici vypojit, zkontrolovat pevnost usazení kolíků JT a opět zapojit. V některých případech, se porucha nemusí projevit nefunkčností systému a signalizací některých z kontrol, ale může dojít k zahoření, které by mohlo vést až k ohrožení lidských životů. Proto je nutné mít 100% jistotu, že nikdy nedojde k vydání špatně zajištěného svazku aretací dál do výroby.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 18 – boxy na aretace



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 19 – umístění boxů na šabloně

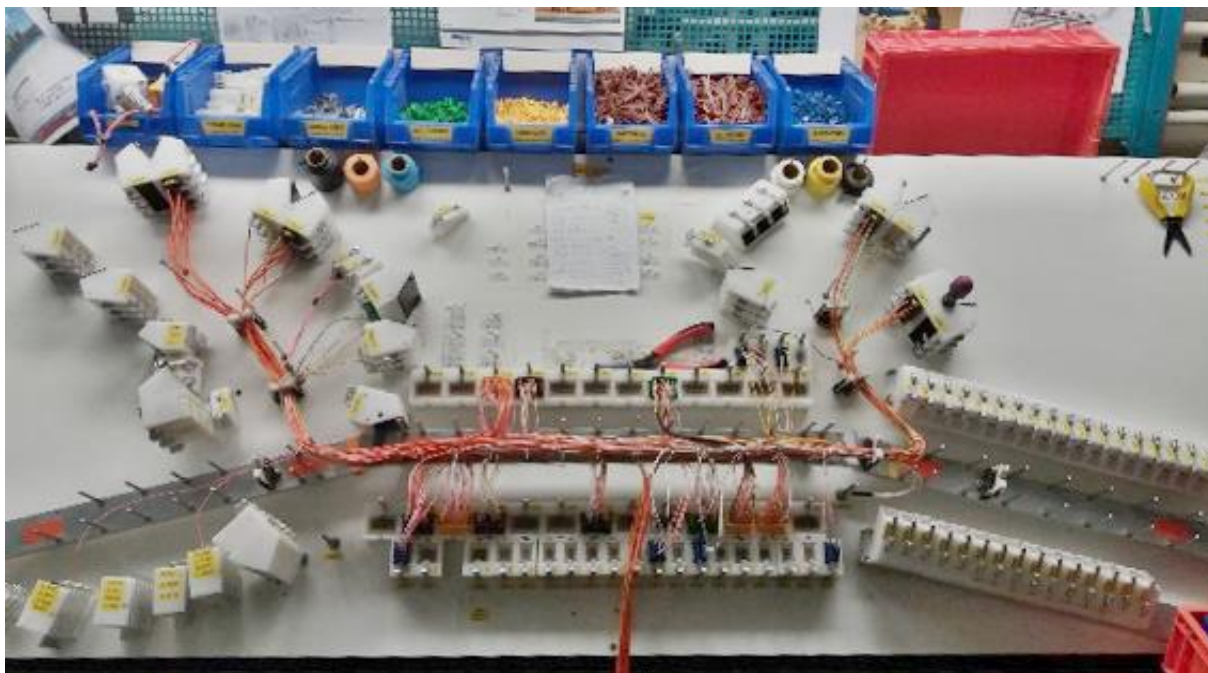
Nyní se na tomto pracovišti nacházejí 4 druhy aretací a přibližně 20 druhů vidlic. Každá aretace má svou barvu a danou délku, stejně tak každá vidlice je jinak barevná. Bohužel

zmiňovaná barevnost může mást nové pracovníky, kteří by mohli mít tendenci přiřazovat aretace k vidlicím podle barvy. Pracovnice si bere postupně jednotlivé aretace z boxů (viz obr. 18), které má umístěné nad vyvazovací šablonou (viz. obr. 19), zde se nachází jedna přihrádka aretací zelené barvy, jedna přihrádka pro aretace žluté barvy, dvě přihrádky pro hnědé aretace (nejdelší délky) a poslední jedna přihrádka pro modré aretace (nejkratší délky). Množství aretací v přihrádkách není nikde zaznamenané a doplňují se vždy, až když začnou docházet. Pracovník v takovém množství aretací umístěných přímo na vyvazovací šabloně nemůže mít přehled o tom, zda z přihrádky již nějaké aretace odebral či nikoli. Je tedy nutné zavést na toto místo výroby kontrolní systém, který by pracovníka upozornil včas na to, že vidlice není opatřena aretací, nebo byla zajištěna aretací jiné délky.

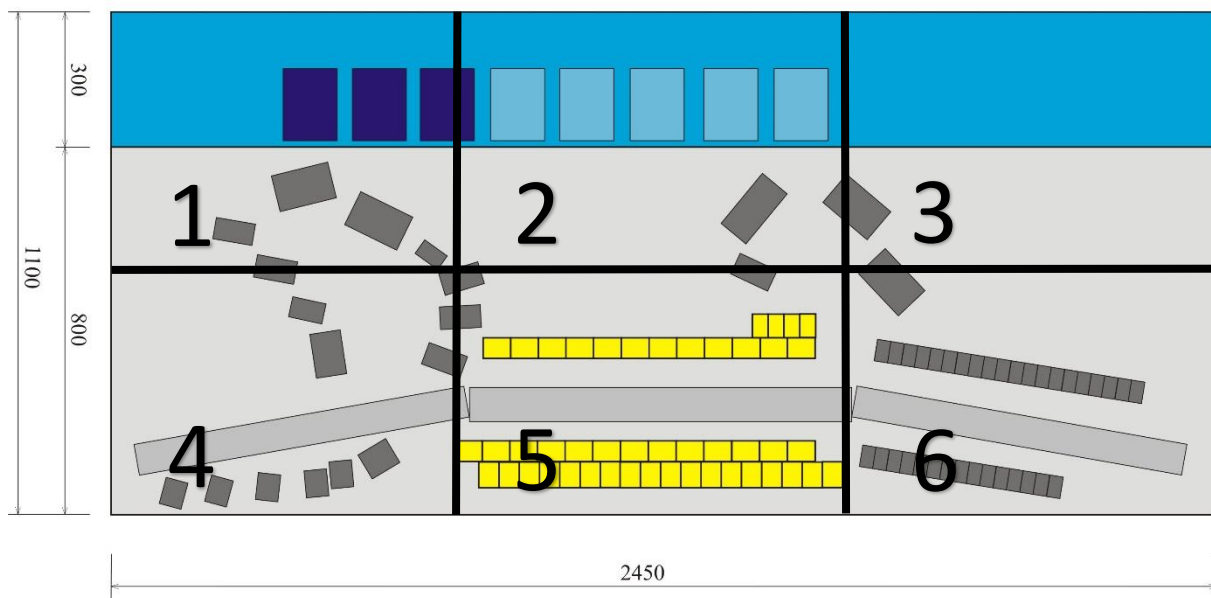
6 PODROBNÝ ROZBOR PRACOVIŠTĚ NA RIZIKOVÉM ÚSEKU VÝROBY

Pracoviště je rozděleno na dvě části o celkové délce 5 metrů. V první části se nachází pracovní plocha určená pro počítač, tiskárnu a volný prostor sloužící k nachystání a odkládání kabelů, které přijdou umístit do vyvazovací šablony. Speciální tiskárna je používána výhradně pro tisk označovacích štítků, kterými se musí každý, již kompletně vyvázaný svazek opatřit dříve, než bude putovat na další stanoviště. Štítek obsahuje informace o provedených testech, kterými svazek musí projít, než bude sejmuto ze šablony. V počítači, který se na tomto pracovišti nachází, je nainstalovaný speciální software mající za úkol kontrolovat správnost zapojení a propojení všech kabelů ve svazku. Pracovnice musí jednotlivě pro každý svazek nastavit program odpovídající svazku, který má být v danou chvíli vyráběn. Jen ojediněle se stává, že se vyvazuje několik kusů stejných kabeláží hned po sobě a nemusí se tak v počítači přepínat na jiný soubor. Samotné vyvazování probíhá na druhé části pracoviště. V této části se nachází speciálně upravený stůl o rozměrech 245x80cm, jemuž se říká vyvazovací šablona (viz obr. 20). Tato šablona je téměř přesnou replikou zásuvek, které se nachází v samotném autobuse. Liší se pouze v prostorovém rozmístění. Zde jsou testovací zásuvky umístěny v ploše, kvůli rychlejší manipulaci a lepší přehlednosti. V samotném autobuse jsou zásuvky umístěny v prostoru. Z tohoto důvodu musí být rozmístění zásuvek na vyvazovací šabloně o něco větší než skutečné rozmístění v autobuse.

Na vyvazovací šabloně se nachází celkem 157 zásuvek, z toho 109 zásuvek je pro konektory, bez přídavných aretací. Do těchto konektorů se zapojují kabely, jejichž konce jsou opatřeny vlastní aretací a není tak potřeba po zapojení všech kabelů konektor ještě zaaretovat. Dalších 48 zásuvek slouží pro zapojení konektorů, které se musejí po kompletním vyvázání svazku zaaretovat. Tyto zásuvky zabírají na vyvazovací šabloně plochu cca 65x35cm. Autorka práce musí brát v potaz všechny dané rozměry a držet se jich při navrhování kontrolního systému. Volných prostorů, které by mohly být následně využity na instalaci kontrolních opatření je na šabloně několik. Při rozdělení šablony na pomyslné sektory 1 - 6 (viz obr. 21), se nacházejí zásuvky, kterými se tato práce bude zabývat v sektoru číslo 5. Prostor pro instalaci nových kontrolních systémů či opatření se nachází v sektoru číslo 3, kde je k dispozici manipulační plocha 65x40 cm. V sektoru číslo 4 se nachází v levé části volný pruh širě 30 cm, dále volný prostor v sektoru číslo 5 hned pod dotyčnými zásuvkami, kde je k dispozici plocha 35x15 cm a v sektoru číslo 2 kde je volný prostor 20x15cm.



Zdroj: Autorka
 Obrázek č. 20 – vyvazovací šablona



Zdroj: Autorka
 Obrázek č. 21 – schéma vyvazovací šablony

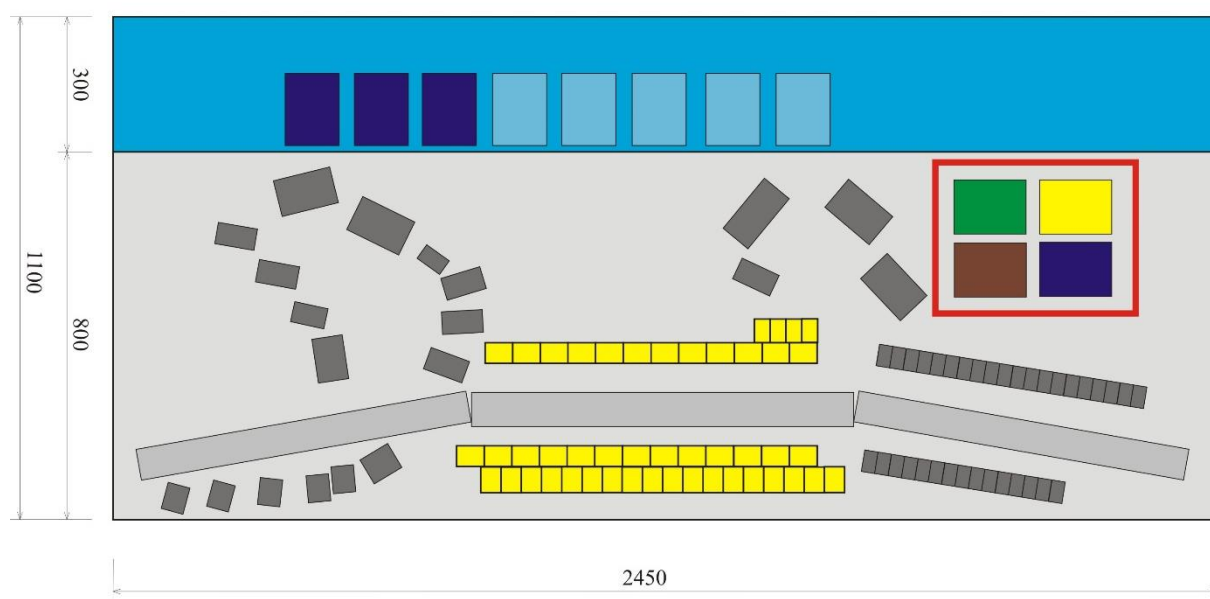
7 NÁVRHY KONTROLNÍCH SYSTÉMŮ A OPATŘENÍ

Při navrhování kontrolních systému musí autorka práce přihlížet k několika faktorům. Prvním z nich je zachovat dispoziční řešení pracoviště a nepřekračovat volné prostory na vyvazovací šabloně. Dalším požadavkem je finanční náročnost, investice do modernizace pracoviště a zavádění kontrolních systémů by měla být co nejnižší. Přičemž chybovost po zavedení kontrolního systému by měla být nulová. Zavedením systému by také nemělo dojít k prodlužování času, potřebného na výrobu jednoho svazku.

Díky vyspělým moderním technologiím se nabízí větší množství kontrolních systémů, které se na trhu nacházejí a díky kterým by se docílilo 100% bezchybovosti výroby. Tyto systémy jsou však finančně náročné, a i co se týče zachování rozměrů pracoviště, nebylo by možné je zavádět z důvodu nedostatku volného prostoru. Autorka práce proto vybrala dvě kontrolní opatření, jejichž zavedení by bylo jak finančně, tak dispozičně možné a dva kontrolní systémy, u kterých je finanční náročnost již vyšší, avšak na 100 % splňují požadavek na nulovou chybovost ve výrobě.

7.1 Návrh kontrolního opatření číslo 1

V prvním návrhu se autorka práce zaměřila převážně na splnění požadavku finanční náročnosti. Proto v tomto návrhu nejde o zavedení kontrolního systému, ale jedná se pouze o kontrolní opatření, které by přispělo k lepší přehlednosti o aretacích a pracovník by tak po dokončení vyvazování svazku přesně věděl, zda nezapomněl nějakou aretaci umístit.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 22 – schéma vyvazovací šablony upravené o
kontrolní opatření číslo 1

Na obrázku č. 22 je schéma vyvazovací šablony. V tomto případě využila autorka volného prostoru v sektoru č. 3, kam umístila čtyři boxy barevně odpovídající barvám aretací na daném pracovišti. Pracovnice si musí předem v počítači nastavit parametry svazku, který má být kompletován. Tento program jí přesně určí kolik, kterých aretací bude pro daný svazek potřebovat. Pracovnice by si tak nejprve rozdělila aretace a do každého boxu dala příslušný počet aretací potřebný pro kompletní svazek. Po dokončení vyvazování svazku a jeho otestování následuje umístování aretací do vidlic. Někdy se stává, že se některé vidlice uvolní a vypadnou ze zásuvek dříve, než je pracovnice zaaretuje a ta pak v domnění, že vidlice je již zaaretována, protože už není zasunutá v zásuvce tuto vidlici přeskočí a jde na další. V současném stavu, kdy mají pracovnice k dispozici neomezené množství aretací, není možné, aby si včas uvědomily, že některou zapoměly umístit a pošlou tak špatně zajištěný svazek k montáži do autobusu. Pokud by pracovnice měla nachystané přesné kusy aretací a nějakou v průběhu zajišťování vidlic zapoměla umístit, všimne si na konci procesu, že jí v boxu přebývá aretace a ví, že musí svazek znovu zkontrolovat a najít vidlici, kterou zapoměla zajistit.

Zavedení takového opatření by nebylo nikterak nákladné na finance ani na prostor. Avšak stále by bylo závislé na lidské pozornosti. Pokud by se pracovnice hned v začátku přepočítala a do boxů umístila špatné množství aretací nesplnilo by toto opatření svůj účel.

V prvním případě by mohla pracovnice do boxu dát menší počet aretací, než má stanovené. Pokud by všechny vidlice správně opatřila aretacemi, přišla by ke konci vyvazování na to, že si na začátku špatně spočítala a rozmístila aretace. V takovém případě by si je doplnila a svazek by nakonec byl správně zajištěn. Pokud by ale pracovnice při postupném zajišťování zapoměla některou aretaci umístit do vidlice, mělo by to v konečném stavu podobu, jako by byl svazek správně zaaretován. Při ověřování boxů, zda jsou prázdné, by totiž žádná aretace nepřebývala, a tak by pracovnice dál svazek nekontrolovala a poslala ho na další pracoviště, kde by byl nainstalován do autobusu.

V druhém případě by mohla nastat situace taková, že pracovnice po dokončení zajišťování svazku přijde na to, že jí v některém boxu aretace přebývá. V tomto okamžiku by ale nevěděla, kvůli jaké chybě jí aretace zůstala. Mohlo se tak stát ze dvou důvodů. Buď se mohla již v začátku přepočítat a do boxu umístit o jednu či více aretace navíc, nebo v průběhu zajišťování svazku zapoměla některou vidlici zaaretovat. V takovéto situaci by pak musela jít vidlici po vidlici a kontrolovat jednotlivé aretace, zda jsou přítomny na všech vidlicích.

Velkým mínusem tohoto opatření je časová náročnost jak na přípravu, tak při detekci chyby a následném hledání vidlice, která není zaaretována. Počítáním a rozdělováním aretací

by se čas na vyvázání jednoho svazku zvýšil přibližně o 3-5 minut, podle velikosti svazku. V průměru je času potřebný k vyvázání jednoho svazku 30 minut. V průběhu jedné směny se tak vytvoří okolo 16 svazků. Při 3 směnném provozu se pak za den vyváže v průměru 48 svazků. V případě, že bychom výrobu svazku prodloužili o 5 minut, vyrobilo by se o 2,5 svazku méně za směnu a o 7,5 svazku méně za den, což je znatelné množství a to zde autorka práce nepočítáno s časem, o který by se výroba dále prodloužila v případě detekce a následného hledání chyby. Zavedením tohoto kontrolního opatření by nebylo docíleno nulové chybovosti výroby, a čas potřebný k výrobě jednoho svazku by se znatelně zvýšil.

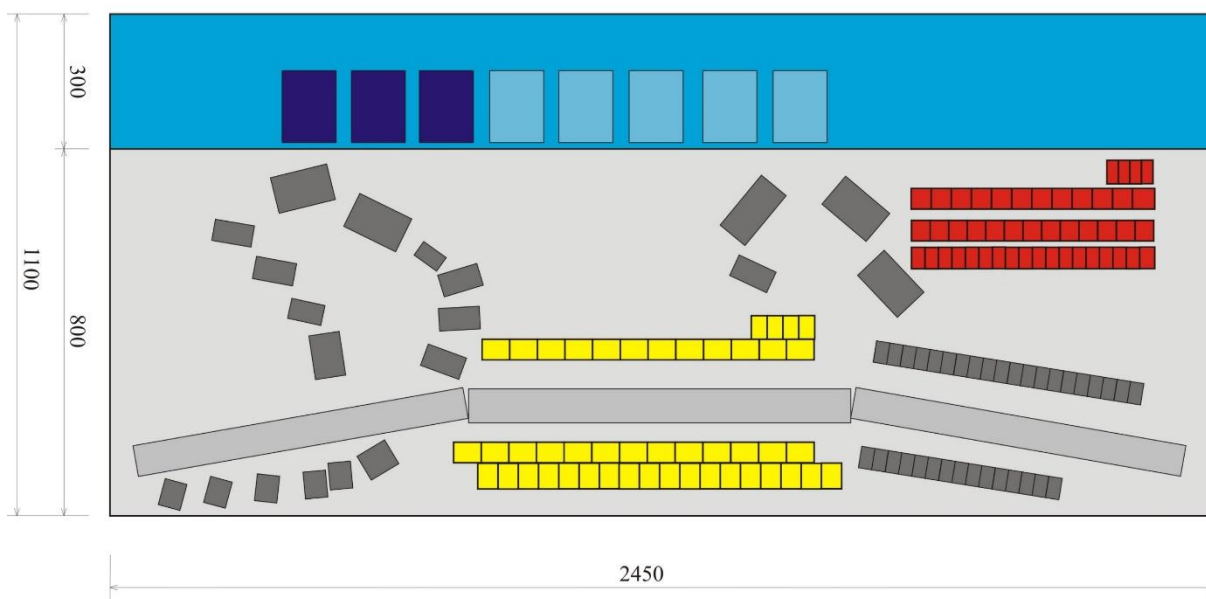
7.2 Návrh kontrolního opatření číslo 2

V tomto návrhu kontrolního opatření se stále ještě bude autorka práce držet požadavku minimální finanční náročnosti na jeho zavedení. Jedná se o sestrojení přesné šablony zásuvek, která se nachází v sektoru číslo 5 (viz obr. 23) a v její zmenšené verzi umístěné do sektoru číslo 3. Pracovnice by stejně jako v předchozím případě musela nejprve před začátkem vyvazování svazku rozdělit aretace na příslušná místa. Oproti minulému řešení, by ale brala jednotlivé aretace a umísťovala si je přesně na dané místo na šabloně, které odpovídá jednotlivým zásuvkám pro vidlice na vyvazovací šabloně. Tím by se eliminovala chyba z přepočítání se. Kdyby totiž pracovnice vzala menší počet aretací uvědomí si to hned, jelikož by jí na šabloně zůstala prázdná místa. I v opačném případě, že by se pracovnice přepočítala a chtěla do šablony umístit o aretace na víc, by jí chyba hned došla, protože by již nebylo na šabloně žádné volné místo pro umístění další aretace.

Náklady na zavedení takového kontrolního opatření jsou opět minimální. Bohužel, ale ani tento způsob nám nezajistí nulovou chybovost, i když je totiž v tomto případě eliminována chyba z přepočítání se a může se tak zaručit, že každá vidlice bude opatřena aretací, stále zde zůstává možnost, že pracovnice zamění velikost aretace a tím dojde ke špatnému zaaretování vidlice, respektive bude zajištěná jen část vidlice a hrozí tak, že v části, kam aretace nedosáhne, dojde časem k uvolnění kolíků.

Zavedení takového opatření je stále neefektivní z důvodu časové náročnosti na přípravu, která by pracovníci zabrala od 5 do 10 minut v závislosti na velikosti svazku. Tím by se za směnu vyrobilo přibližně o 5 svazků kabelů méně a za den o 10 svazků. Bude-li

autorka práce brát v potaz i to, že zavedením tohoto opatření by se stále nedosáhlo nulové chybovosti vyráběných svazků, je jeho zavádění zcela neefektivní.



Zdroj: Autorka

Obrázek č. 23 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní opatření číslo 2

7.3 Návrh kontrolního systému číslo 1

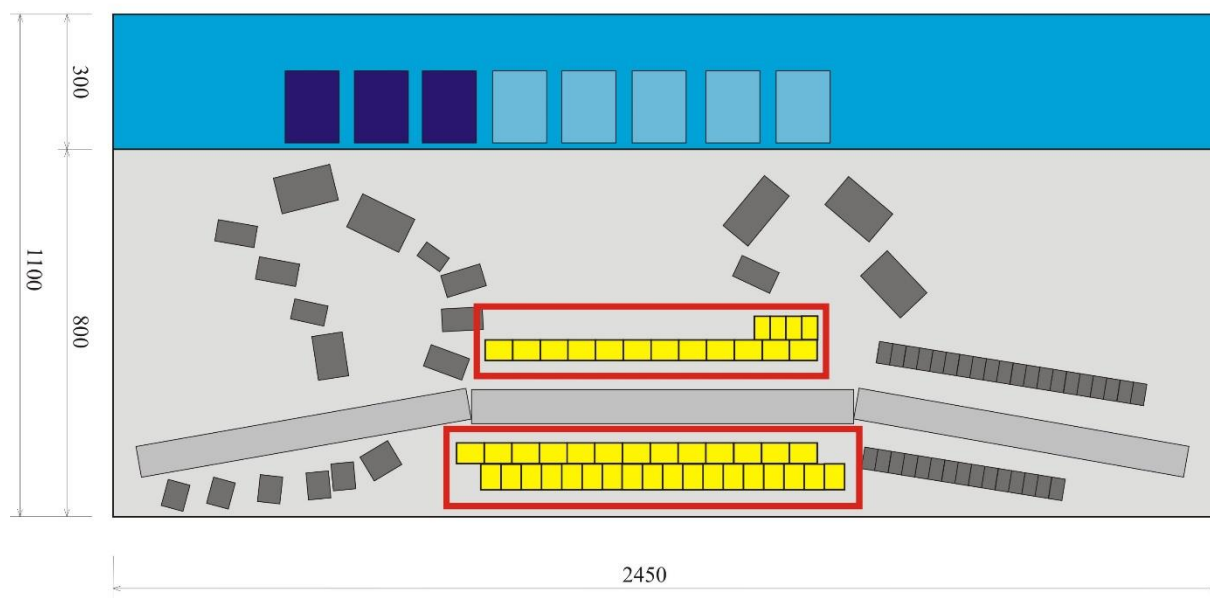
V tomto návrhu kontrolního systému se autorka práce zaměří především na požadavek nulové chybovosti při výrobě svazků. Za pomoci instalace kontrolního systému a optických čidel, by mělo dojít ke splnění tohoto požadavku na 100 %.

Pro zavedení tohoto systému by bylo potřeba opatřit vyvazovací šablonu 47 optickými čidly. Každé čidlo by muselo být umístěno hned vedle kontrolované zásuvky. Rozměr čidla je 12 mm x 31,5 mm x 21 mm. Umístění takovýchto čidel by v případě první, druhé a čtvrté řady označených zásuvek (viz obr. 24) nebyl problém. Nachází se zde volný prostor, který by se dal k instalaci čidel využít. Problém by však nastal při instalaci čidel k třetí řadě zásuvek, zde se nenachází dostačující volný prostor pro instalaci těchto optických čidel. Bylo by tedy nutné upravit vyvazovací šablonu tak, aby se získalo více volného prostoru nad třetí řadou zásuvek. Zvětšení šablony by nebylo nikterak razantní a místo potřebné pro optická čidla by se zde ještě udělat dalo.

Každé čidlo by poté bylo naprogramováno, aby hlídalo kontrast barev. Vidlice i aretace, kterými se zajišťují, mají každá pevně danou barvu. Například žluté vidlice se zajišťují aretací hnědé barvy, modré vidlice se zajišťují aretací žluté barvy, zelené vidlice se zajišťují aretací

modré barvy a hnědé vidlice se zajišťují aretací zelené barvy. Pokud by pracovnice zapoměla vidlici zajistit aretací, čidlo by nezaznamenalo barevný kontrast a ihned by pracovníci upozornilo na chybějící aretaci. Stejné upozornění by nastalo i v případě, pokud by dané čidlo nezaznamenalo přesně stanovený barevný kontrast a například žlutá vidlice by byla opatřena zelenou aretací.

Zavedením tohoto kontrolního systému by se dosáhlo splnění požadavku nulové chybovosti při zajišťování kabelových svazků. Dalším požadavkem, který by tento systém splňoval je minimální časová náročnost. Čas potřebný na výrobu jednoho kabelu by se nijak nenavýšil. Požadavek na zachování dispozičního řešení pracoviště by také byl splněn. Avšak podstatná podmínka, kterou je finanční náročnost na zavedení a následný provoz již splněna není. Jedno optické čidlo vychází u firmy FPC, která se na tuto problematiku specializuje na 1 000 EUR v případě 47 optických čidel je to 47 000 EUR což při kurzu 25,6820 Kč (průměrný kurz za 1. čtvrtletí 2019) činí 1 207 054,- Kč. Další náklady na instalaci čidel a úpravu vyvazovací šablony nejsou také zanedbatelné a celková částka na zavedení takového kontrolního systému by dosahovala 1 500 000,- Kč. Návratnost takovéto investice by při výrobě průměrného počtu 48 vyvázaných svazků za den, trvala několik let. Tento systém je vhodné zavádět například do automobilek, kde denně vyrobí stovky kusů takových kabelů.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 24 – schéma vyvazovací šablony upravené o kontrolní systém číslo 1

7.4 Návrh kontrolního systému číslo 2

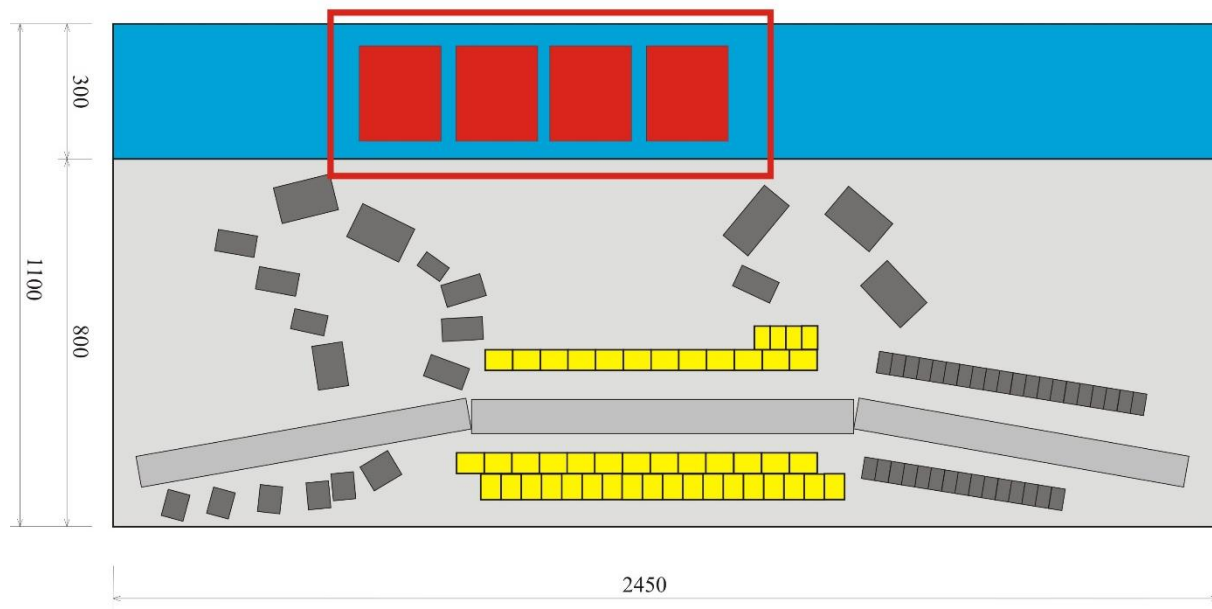
Tento kontrolní systém se nazývá Pick to Light (nebo také Pick by Light) a je přímo jedním ze způsobů metody Poka Yoke. S jeho užitím je docíleno nulové chybovosti pracovníka na pracovišti. Obecně systém Pick to Light vede pracovníka pomocí světelných pokynů na monitorech a tím mu ukazuje kolik a jakých součástí má pracovník odebrat a kam je následně umístit. Tento systém má mnoho podob a je velice přizpůsobivý požadavkům zákazníka. Nejčastěji je používán ve skladech, kde při vychystávání objednávek, svítí pracovníkovi na regálu počty kusů, které má v danou chvíli odebrat a odeslat dál na zpracování. Pokud pracovník neodebere všechny, nebo jich případně odebere více, ihned ho systém upozorní na chybu. Dokud pracovník chybu neodstraní, systém mu neumožní pokračovat v jeho činnosti.

V případě zavedení kontrolního systému Pick to Light na vyvazovací šablonu se využije volného prostoru nad šablonou. Tím nedojde k zásahu do pracovní plochy a ani nebude potřeba upravovat šablonu a investovat do její změny, jako tomu bylo v předchozích případech. Boxy na aretace, kterých se nyní využívá 8 (viz obr. 20), by byly vyměněny za 4 speciální boxy (viz obr. 25), které jsou opatřené led lištami a váhami. Každý box by byl určen pro jeden druh aretace. Pro ještě lepší orientaci na pracovišti doporučuje autorka práce pořízení boxů barevně odpovídajících aretacím, tj. jeden box barvy zelené, jeden barvy modré, jeden box hnědý a jeden žlutý. Podle barvy aretace by pracovnice vsypala aretace do boxu stejné barvy. Při zavádění systému by se ke každému boxu přiřadila hodnota hmotnosti jedné aretace a po vsypání aretací, by se automaticky dopočítal počet kusů, který se v boxu nachází.

Před každým vyvazováním kabeláže by pracovnice v počítači zadala program danému svazku určený a podle něj by se jí na led lištách postupně zobrazovalo, z kterého boxu aretaci odebrat. Pokud by pracovnice odebrala aretaci z jiného boxu, než pod kterým jí svítí led lišta, systém nahlásí chybu, a dokud pracovnice nevrátí špatnou aretaci zpět do boxu a neodebere ze správného boxu, nebude moc pokračovat v dalších úkonech a systém by jí nedovolil po dokončení svazku vytisknout štítek o správnosti vyvázání svazku.

Zavedení takového systému je finančně méně náročné než v předchozím případě. U firmy Aimtec, která se zabývá přímo technologií Pick by Light, by systém zahrnující 4 boxy s váhou, 4 led lišty s displeji, instalaci systému, sestavení speciálních programů pro cca 175 druhů kabeláže, dopravu a uvedení do provozu stálo 19 500 EUR, což při kurzu 25,6820 Kč (průměrný kurz za 1. čtvrtletí 2019) činí 500 799,- Kč.

Tento systém tak splňuje všechny požadavky, které byly stanoveny pro zavedení nového kontrolního systému. Při jeho užívání nedojde ani k časovému nárůstu na výrobu jednoho svazku, a tak se zachová průměrná výroba 48 svazků za den.



Zdroj: Autorka
Obrázek č. 25 – schéma vyvazovací šablony upravené o
kontrolní systém číslo 2

8 ZHODNOCENÍ NÁVRHOVANÝCH KONTROLNÍCH A SYSTÉMOVÝCH OPATŘENÍ

Všechny navrhované kontrolní systémy a opatření splňují minimálně jeden požadavek, který byl zadán vedením firmy. Tyto požadavky byly docílit nulové chybovosti při zajišťování vidlic aretacemi, neměnit dispoziční řešení pracoviště a nepřesahovat prostory jemu vymezené, zachovat nebo snížit čas potřebný k vyvázání jednoho kabelového svazku a zvolit finančně nejméně náročné řešení na zavedení a následný provoz.

Nejdůležitějším z požadavků na zavedení nového kontrolního systému či kontrolního opatření bylo docílení nulové chybovosti při vyvazování kabelových svazků do autobusů, respektive při zajišťování jejich vidlic aretacemi příslušné délky. Tento požadavek dokážou splnit pouze kontrolní systémy, jelikož jsou zcela nezávislé a lidský faktor je nemůže nijak ovlivnit. V případě zavedení některého z kontrolních opatření by ke snížení chybovosti zajisté došlo, ale stále by nebylo docíleno nulové chybovosti, jelikož by bylo přidělování aretací na člověku a ten se může snadno splést, přepočítat, přehlédnout či z nepozornosti zaměnit druh aretace.

Druhým nejdůležitějším požadavkem byla minimální finanční náročnost na zavedení systému či kontrolního opatření a jeho následnou údržbu a provoz. V tabulce číslo jedna je vidět, že finanční náročnost je přijatelná u tří ze čtyř navrhovaných řešení. V případě kontrolních opatření jde o zanedbatelnou částku investice a nabízí se tedy otázka, zda by se nevyplatilo takovéto opatření zavést a to i přes to, že nám ani jedno opatření nezaručí, že výroba bude na 100 % bez nezaaretovaných vidlic. Pokud by při zavedení těchto opatření nedocházelo k navýšení času na výrobu jednoho kabelového svazku, jistě by byla jeho realizace užitečná. V obou případech, ale dochází k časovému navýšení, které není zanedbatelné a po promítnutí do celodenního provozu vychází, že by se výroba opozdila v případě zavedení kontrolního opatření číslo jedna o 7,5 kusů svazku a u kontrolního opatření číslo dva je to až o 15 kusů svazků za den. Při výrobě, která je v průměru o 11 kusů svazků za den nižší, než je běžné, se po promítnutí do měsíčního obrátu dostává výroba na ztrátu cca 330 kusů svazků, to je jakoby výroba 7 dní z měsíce stála. Tato finanční ztráta by byla znatelná již po několika měsících provozu a velice brzy by přesáhla pořizovací hodnotu kontrolního systému číslo dva. V případě kontrolního systému číslo jedna je investice 1 500 000,- Kč výrazně vyšší. A náklady na následný provoz by také nebyly zanedbatelné, jelikož malá optická čidla, která snímají barevný kontrast vidlice a aretace by byla z důvodu omezeného prostoru

instalována co nejbližší k zásuvkám s vidlicemi a hrozilo by tak jejich časté poničení a nutná oprava či výměna.

Dalším z požadavků na zavedení nového kontrolního opatření byl čas potřebný k výrobě jednoho svazku. Čas na vyvázání kabeláže měl být zachován, v lepším případě mělo dojít k jeho snížení. Zavedením ani jednoho z kontrolních systémů a opatření by nevedlo ke zkrácení času potřebného na vyvázání jednoho kabelového svazku. U kontrolních systémů by čas zůstal alespoň zachován, kdežto u obou kontrolních opatření se čas na vyvázání jednoho svazku znatelně zvyšuje.

Posledním požadavkem bylo zachování dispozičního řešení pracoviště. Z důvodu rychle rostoucí výroby se volné prostory stále zmenšují a na pracovišti elektromateriálu již není dostatek volného místa pro nové stroje, techniku či jiná zařízení. Z toho důvodu neměla autorka práce dovoleno zasahovat do dispozičního řešení pracoviště. Tento požadavek byl částečně splněn u všech navrhovaných řešení. K překročení vymezeného prostoru určeného pro pracoviště vyvazování svazků by nedošlo ani v jednom případě, ale součástí pracoviště je i vyvazovací šablona, do které by se v prvních třech případech navrhovaných řešení muselo zasáhnout. Z tohoto důvodu, splňuje požadavek na zachování dispozičního řešení na 100 % pouze poslední navrhovaný kontrolní systém.

Požadavky na kontrolní opatření či systém				
	Dispoziční řešení pracoviště	Čas potřebný k výrobě jednoho svazku	Finanční náročnost	Nulová chybovost
Kontrolní opatření č. 1	ZMĚNÍ SE	ZVÝŠÍ SE O 3-5 MINUT	600,- Kč	NE
Kontrolní opatření č. 2	ZMĚNÍ SE	ZVÝŠÍ SE O 5-10 MINUT	1 400,- Kč	NE
Kontrolní systém č. 1	ZMĚNÍ SE	ZŮSTANE STEJNÝ	1 500 000,- Kč	ANO
Kontrolní systém č. 2	BUDE ZACHOVÁNO	ZŮSTANE STEJNÝ	500 000,- Kč	ANO

Zdroj: Autorka

Tabulka č. 1 – zhodnocení návrhů kontrolních opatření a kontrolních systémů

Ze čtyř navrhovaných řešení tedy splňuje všechny požadavky pouze kontrolní systém číslo dva - Pick to Light. Tento systém zaručuje nulovou chybovost při opatřování vidlic aretacemi. Při jeho provozu nedochází k navýšení času potřebného na výrobu jednoho svazku

kabelů. Zavedením kontrolního systému Pick to Light nedojde k zásahu do vyvazovací šablony ani ke změně dispozičního řešení pracoviště. Jeho finanční náročnost na zavedení do výroby není sice nejnižší, ale jeho provozem náklady na výrobu nestoupnou a následná údržba také není vysoká. Do finančního rozpočtu firmy nijak razantněji jako v ostatních případech nezasáhne a naopak jeho zavedením dojde ke snížení zmetkovitosti a tím zvýšení zisku z výroby. Z těchto důvodů je u něho splněn i požadavek na minimální finanční náročnost, přestože se nejedná o nejlevnější variantu.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla racionalizace výrobních operací ve firmě Iveco. Autorka práce provedla podrobnou analýzu jednotlivých pracovišť a našla problémové místo výroby. To se nachází na pracovišti výroby elektromateriálu na úseku vyvazování kabelových svazků. Při zajišťování vidlic kabelů aretacemi docházelo k zapomenutí, vynechání či opatření aretací jiné délky a bylo tedy potřeba navrhnout kontrolní opatření nebo kontrolní systém, který by takovýmto situacím předcházel. Nezaaretovaná či špatně zajištěná vidlice může v následném pravidelném provozu způsobit problémy v elektronice či zkrat až zahoření, proto bylo nutné najít vhodné řešení, které zaručí nulovou chybovost při výrobě svazku.

Autorka práce měla zadané požadavky z vedení firmy, kterých se při navrhování kontrolních systému a opatření musela striktně držet. Prvním z nich bylo zachování dispozičního řešení pracoviště a nepřekročení volného prostoru na vyvazovací šabloně. Dalším požadavkem byla co nejnižší finanční náročnost na zavedení a následný provoz systému. Nejdůležitější požadavek byl kladen na chybovost, ta měla být po zavedení kontrolního systému nulová. Zavedením systému by také nemělo dojít k prodlužování času, potřebného na vyrobení jednoho svazku.

Ze dvou navrhovaných kontrolních opatření a ze dvou navrhovaných kontrolních systému, vybrala autorka práce pouze jedno reálné řešení. Oba systémy i obě opatření splňovali část daných požadavků, ale jen kontrolní systém Pick to Light splňoval všechny požadavky dané vedením firmy.

Zavedením systému Pick to Light se docílí nulové chybovosti při zajišťování vidlic aretacemi, nedojde k zásahu do vyvazovací šablony, bude zachováno dispoziční řešení pracoviště, čas potřebný pro výrobu jednoho svazku bude stále v průměru okolo 30 minut, tím bude zachováno i průměrné množství vyrobených svazků za den. Co se týče požadavku na finanční náročnost, byla dle autorky práce také splněna. Náklady činící 500 799,- Kč jsou v porovnání se systémem optických čidel třetinové a i následné náklady na provoz jsou výrazně nižší.

Cíl bakalářské práce navrhnout racionalizaci výrobních operací, byl splněn po podrobném rozboru několika návrhů na řešení a vybráním systému Pick to Light pro zavedení do výroby.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) NETDIRECT. Netdirect. [Online] 2019. [Cit: 19-03-27]
Dostupné z: <https://www.netdirect.cz/slovník-pojmu/724/logistika>
- (2) SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2
- (3) CIE – GROUP. Cie-Group [Online] 2018. [Cit: 19-03-27]
Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/poka-yoke/>
- (4) IVECO. Iveco. [Online] 2018. [Cit: 18-11-29]
Dostupné z: <http://www.ivecocr.cz/clanek/iveco-czech-republic-a-s>