Projekt zefektivnění hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti

Bc. Lucie Číhalíková

Diplomová práce
2021

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. Lucie Čihalíková**
Osobní číslo:	**M19053**
Studijní program:	**N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství**
Forma studia:	**Prezenční**
Téma práce:	**Projekt zefektivnění hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování

Úvod
Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.
I. Teoretická část

- Proveďte průzkum dostupných literárních pramenů a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Identifikujte reprezentativní výrobek pro mapování hodnotového toku.
- Proveďte analýzu současného stavu pomocí mapy toku hodnot výrobku.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro zlepšení.
- Vypracujte mapu budoucího stavu toku hodnot výrobku a zhodnoťte přínosy navrhovaného řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press, 2016, 223 s. ISBN 9781498708876.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
ROTHER, Mike. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada, 2017, 285 s. ISBN 978-80-271-0435-2.
WALKER, H. Fred et al. *The Certified Quality Inspector Handbook*. 3rd edition. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2019, 314 s. ISBN 978-0-87389-981-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juřičková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **20. dubna 2021**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juřičková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: …….

……

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Hlavním cílem této diplomové práce je zefektivnění hodnotového toku výrobku, který je podmíněn splněním dílčích cílů, kterými jsou snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepení alespoň o 25 % a zvýšení efektivity lepení alespoň o 15 %. Pro splnění stanovených cílů bylo využito metod průmyslového inženýrství a nástrojů MS Office. Teoretická část této práce se je z oblasti výroby, logistiky a leanu. V praktické části práce je nejdříve popsána společnost a výběr projektu a varianty výrobku, který bude mapován. V projektové části je provedena analýza pomocí mapování hodnotového toku, popsány potenciály pro zlepšení a navržena opatření pro zefektivnění hodnotového toku výrobku. Výsledkem práce je mapa budoucího stavu po zavedení opatření a přínosy navrhovaných opatření a zhodnocení projektu. Výsledkem práce je zefektivnění hodnotového toku výrobku, zvýšení plynulosti výroby a zkrácení časů nepřidávajících hodnotu.

Klíčová slova: VSM, OEE, 5S,

ABSTRACT

The main goal of the thesis is to improve effectiveness of the product's value stream which is conditioned by fulfillness of the partial goals. One of the partial goal is the reduction of the waiting time between construction and gluing operations at least by 25 % and increase the gluing effectiveness at least by 15 %. To fulfill the stated goals, the industrial engineering method and MS Office were used. The theoretical part of the thesis deals with the production, logistic and lean The practical part contains description of the company, choosen project and variants of the mapped product. In the project part there is an analysis of the valume stream mapping, description of improvement potencials and suggestion how to make the product's value stream more effective. The result of the thesis is the future state map after introduction suggested precautions, their benefits and project evaluation.

Keywords: VSM, OEE, 5S,

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Evě Juřičkové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za její vstřícnost, trpělivost, rady, konstruktivní kritiku a čas, který mi věnovala při jejím zpracování.

Dále bych chtěla poděkovat vybrané společnosti za možnost spolupráce, svému nadřízenému a svým kolegům za oporu, vedení, trpělivost a rady, které mi pomohly v seberozvoji a za informace a podklady díky kterým mohla být tato práce zpracována.

V neposlední řadě chci poděkovat všem v mém okolí, kteří mi byli oporou nejen po dobu zpracování diplomové práce, ale po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD **10**
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE **11**
I TEORETICKÁ ČÁST **12**
1 VÝROBA **13**
1.1 VÝROBNÍ FAKTORY 13
1.2 VÝROBNÍ PROCES 14
1.3 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY 15
1.4 UKAZATEL EFEKTIVITY OEE 16
2 LOGISTIKA **17**
2.1 LOGISTICKÉ CÍLE 18
2.1.1 Výkonnostní cíl 19
2.1.2 Ekonomický cíl 19
2.2 LOGISTICKÉ ČINNOSTI 20
2.2.1 Zákaznický servis 20
2.2.2 Prognózování poptávky 21
2.2.3 Řízení stavu zásob 21
2.2.4 Logistická komunikace 23
2.2.5 Manipulace s materiálem 23
2.2.6 Vyřizování objednávek 24
2.2.7 Balení 25
2.2.8 Podpora servisu a náhradní díly 25
2.2.9 Stanovení místa výroby a skladování 25
2.2.10 Pořizování/nákup 25
2.2.11 Manipulace s vrácením zboží 26
2.2.12 Zpětná logistika 26
2.2.13 Doprava a přeprava 27
2.2.14 Skladování 27
2.3 STRATEGICKÝ LOGISTICKÝ PLÁN 27
3 LEAN **29**
3.1 PLÝTVÁNÍ V PROCESECH 29
3.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA 30
3.3 5S … 30
3.3.1 5S Audit 31
3.4 VSM 32
3.5 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE 34
3.5.1 MTM 34
4 SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI **36**
II PRAKTICKÁ ČÁST **37**
5 SPOLEČNOST **38**
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI 38
5.2 SPOLEČNOST V ČESKÉ REPUBLICE 39
6 VÝBĚR PROJEKTU A VARIANTY VÝROBKU **40**

6.1 POSTAVENÍ PROJEKTŮ 40
6.1.1 Postavení projektů vůči celkovým odvolávkám 40
6.1.2 Postavení prvních 5 vybraných projektů z hlediska tržeb 42
6.1.3 Postavení variant a výběr jedné varianty projektu 43
6.2 LAYOUT 44
6.3 POPIS MONTÁŽNÍ LINKY A LEPENÍ 45
6.3.1 Proces montáže skupin pouzdra 46
6.3.2 Proces lepení a kompletace 53
7 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ HODNOTOVÉHO TOKU VÝROBKU 56
7.1 CÍL PROJEKTU 56
7.2 ČASOVÝ HARMONOGRAM 56
7.3 RIPRAN ANALÝZA 57
8 SOUČASNÁ MAPA TOKU HODNOT 60
8.1 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉ MAPY HODNOTOVÉHO TOKU 63
8.1.1 Potenciály pro zlepšení na základě současného VSM 65
9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍ LINKY 66
9.1 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ Č. 1 - OPTIMALIZACE PLÁNOVÁNÍ 66
9.1.1 Analýza současného stavu plánování 66
9.1.2 Kumulace odvolávek 68
9.1.3 Určení seřizovacích časů 69
9.1.4 Kapacitní výpočet 71
9.1.5 Varianty kumulací odvolávek 73
9.1.6 Finanční zhodnocení jednotlivých variant kumulací odvolávek 76
9.1.7 Porovnání kumulace odvolávek se skutečným plánem 76
9.2 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ Č. 2 – ZAVEDENÍ 5S NA MONTÁŽNÍ LINCE 77
9.3 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ Č. 3 – SNÍŽENÍ ČEKACÍCH ČASŮ MEZI MONTÁŽÍ A LEPENÍM 79
9.3.1 Finanční analýza 81
10 ZMĚNA PROCESU LEPENÍ 83
10.1 LAYOUT UNI01 A UNI7 84
10.2 ANALÝZA ZMĚNY LEPENÍ 85
10.2.1 Výpočet kapacity UNI01 a UNI07 85
10.2.2 Výpočet ukazatele efektivity OEE lepení UNI01 / UNI07 87
10.3 ZEFEKTIVNĚNÍ DOSTUPNOSTI LEPENÍ A VÝSTUPU PO LEPENÍ 90
10.3.1 Barco 90
10.3.2 Hodinové sledování 92
10.3.3 Sběrné karty vad 93
10.4 KROKY KE ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY LEPENÍ UNI07 94
11 BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU 96
11.1 PŘÍNOSY NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ 97
12 ZHODNOCENÍ PROJEKTU 99
12.1 ZEFEKTIVNĚNÍ HODNOTOVÉHO TOKU VÝROBY 99
12.1.1 Snížení variability výrobního plánu a čekacích časů mezi operacemi 100
12.1.2 Zvýšení efektivity procesu lepení 100

ZÁVĚR **101**
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY **103**
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK **107**
SEZNAM OBRÁZKŮ **108**
SEZNAM TABULEK **110**
SEZNAM GRAFŮ **111**
SEZNAM PŘÍLOH **112**

ÚVOD

V současné době je v každé firmě, ať výrobní či poskytující služby, důležité být konkurenceschopní, inovativní a schopni vyvíjet nové výrobky a pružně reagovat na zákaznické požadavky, abychom uspokojili zákazníka. Proto je podstatné neustále zefektivňovat, zlepšovat, inovovat, zeštíhlovat a eliminovat plýtvání a všech firemních procesech.

Tato diplomová práce je zpracovávána v novém závodě vybrané společnosti, která se zaměřuje na montáž světlometů pro odvětví Automotive v segmentu Aftermarket (výroba náhradních dílů). Tématem diplomové práce je zefektivnění hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti a tvoří ji teoretická a praktická část.

V teoretické části diplomové práce budou k nalezení základní poznatky důležité ke zpracování praktické části diplomové práce, zahrnující oblast výroby, oblast logistiky, která neodmyslitelně patří k mapování hodnotového toku výrobků a je zaměřena na logistické činnosti a oblast Leanu. Na konci této části bude teoretické shrnutí.

Praktická část práce, nejdříve popisuje společnost, ve které je práce zpracovávána. Dalším krokem v praktické části bude výběr projektu a varianty výrobku, který je podstatný pro další část práce, kterou je přiblížení samotného projektu. Je zde popsán hlavní cíl, kterým je zefektivnění hodnotového toku výrobku je podmíněn splněním dílčích cílů. Dílčím cílem je snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepením alespoň o 25 % a zvýšením efektivity lepení alespoň o 15 %. V další části je provedeno mapování současného hodnotového toku vybraného projektu a varianty výrobku. Součástí této kapitoly bude zhodnocení mapování hodnotového toku a potenciálů pro zlepšení zjištěné během mapování. V následujících částech jsou popsány návrhy na zlepšení současného stavu, zvýšení efektivity materiálového toku a změny procesu lepení. Předposlední kapitolou práce bude budoucí stav hodnotového toku s přínosy, které navrhovaná řešení přinášejí. Na závěr praktické části dojde k zhodnocení projektu a vyhodnocení, zda projekt byl, či nebyl úspěšný.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem projektu ve vybrané společnosti je zefektivnění hodnotového toku výrobku, který je podmíněn splněním dílčích projektových cílů. Dílčími projektovými cíli je snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepení alespoň o 25 % a zvýšení efektivity lepení alespoň o 15 %.

V praktické části je nejprve provedena segmentace výroby a vybrán projekt a varianta výrobku, kterou můžeme označit jako High-runner. V úvodu projektu je vytvořen časový harmonogram a RIPRAN analýza pro zjištění rizik a opatření proti jejich vzniku.

Na vybraném výrobku nejprve musí být provedena analýza současného stavu toku hodnot pomocí metody Value Stream Mapping. Na základě této metody jsou následně identifikovány potencionální problémy. V návrzích projektové části práce použity jsou kapacitní propočty, výpočty ukazatele efektivity a dílčích ukazatelů sloužících k výpočtu ukazatele efektivity OEE. Pro určení seřizovacích časů je použit snímek seřízení, na jehož základě bude provedena analýza předem určených časů metodou MTM. Dále je zavedena metoda 5S a tři metody sledování výroby, kterými jsou MES systém Barco, sběrné karty vad a hodinové sledování výroby. K zaznamenávání úkolů a jejich plnění ke zvýšení efektivity lepení je využita metoda LOP (List od Open Points).

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Výroba je podnikový proces, při kterém dochází k přeměně vstupů na výstupy. Vstupem jsou výrobní faktory a výstupem pak hotové výrobky. Výroba je hlavní činností podniku. Některé podniky mají jen jednu hlavní činnost, některé podniky mají dvě i více hlavních činností (EuroEkonóm.sk , 2018). Z ekonomických a dalších důvodů by mělo být cílem výroby dosažení stavu, kdy všechny výrobní zdroje společnost využívá efektivně (Keřkovský, 2009, s. 1).

Dle Januška (2018, s. 58) je výroba cílevědomá činnost, která transformuje vstupy na výstupy za pomoci zdrojů. Hybnou silou ekonomiky je výroba. I přesto, že se čím dál více z přechází na znalostní ekonomiku, je ve výrobě stále velký potenciál pro vytváření zisku, nových pracovních příležitostí a zvyšování životních standardů. V současné době je nutné dbát na dopad lidské činnosti na životní prostředí. Proto je důležité ve výrobě výrobní řízení a je potřeba dbát na jeho efektivitu. Aby byla výroba inovativní a konkurenceschopná, musí se klást velký důraz na tyto stránky: výzkum a vývoj, inovace, nové technologie, nové materiály, nové produkty, nové obchodní modely, inovativní způsoby řízení, průmyslové inženýrství, optimalizace a racionalizace stávajících postupů.

1.1 Výrobní faktory

Aby podnik mohl vyrábět, potřebuje k výrobě určité výrobní (elementární a dispoziční) faktory. Elementární faktory se dělí na (oneindustry.one, 2019):

1. Práce – práce je jakákoliv ekonomicky zaměřená činnost ať duchovního či manuálního rázu, kdy jsou jejím výsledkem různé statky a služby uspokojující potřeby jednotlivce či skupiny. Zároveň je práce zdrojem příjmu (mzdou).
2. Půda – Půda je soubor veškerých částí přírodního prostředí. Tento výrobní faktor je nepřenosný a nerozmnožitelný a rozděluje se na několik druhů:
    a) Zemědělská – využívána k pěstování plodin, chovu zvířat, sportovním a rekreačním účelům, atp..
    b) Stavební – půda využívána především jako místo pro stavby.
    c) Nerostné suroviny – půda je využívána pro těžbu a dále poskytuje suroviny pro další druhy průmyslu.

3. Kapitál – Kapitál je výsledkem lidské práce, kdy se z předcházejících aktivit tvoří kapitálové statky. Tyto kapitálové statky nejsou určeny pro přímou spotřebu, ale slouží především na rozšíření výrobních kapacit.
4. Lidský kapitál – Lidský kapitál je množství pracovní síly, kvalita pracovní síly a důležitým aspektem lidského kapitálu je v neposlední řadě také kvalifikace pracovní síly.

Dispoziční faktory naopak kombinují elementární faktory a mezi ně patří plánování, výrobní proces, kontrola, marketing a prodej (oneindustry.one, 2019).

1.2 Výrobní proces

Dle Januška (2018, s. 59-60) je výrobní proces synonymem pro výrobu. Je to organizovaná činnost, která je vytvářena díky uspořádaným vztahům v podniku. Výrobní proces je možné dělit například podle míry plynulosti technologického procesu, charakteru používaných technologií či vyráběného množství.

Typy rozdělní výroby dle vyráběného množství jsou následující:

1. Kusová – kusová nebo také malosériová výroba je uskutečňována ve velmi malém množství, pomocí univerzálních strojů.
2. Sériová – v sériové výrobě se výrobky vyrábějí v dávkách (sériích) a po dokončení výroby jednoho výrobku se přechází na výrobu dalšího výrobku.
3. Hromadná – u hromadné výroby se vyrábí jeden výrobek ve velkém množství.

Typy rozdělení výroby dle plynulosti technologického procesu jsou následující:

1. Plynulé – Při plynulém technologickém procesu není možné přerušit výrobu, protože by došlo k poškození výrobku.
2. Přerušované – při přerušované výrobě je možné proces výroby kdykoliv přerušit a znovu rozjet bez poškození výrobku.
3. Cyklické – u cyklické výroby je možné proces neustále opakovat.

Posledním pohledem, jak je možné se dívat na rozdělení výroby je dle charakteru technologie na:

1. Mechanické – U mechanického charakteru se mění tvar a jakost součástek a produktů a mění se také látkové vlastnosti produktu.
2. Chemické – U chemického charakteru výroby se mění vlastnosti látkové podstaty.

3. Biologické a biochemické – U biologického a biochemického charakteru se využívá přírodních procesů, při kterém dochází ke změně látkové podstaty materiálů a surovin.

Na výrobní proces je potřeba dívat se i z časového hlediska. Jestliže se díváme i z časového hlediska, pak je možné výrobní proces rozdělit do tří dalších etap. Tyto tři etapy jsou předvýrobní, výrobní a povýrobní. V současné době se čím dál více klade důraz na předvýrobní a povýrobní etapu životního cyklu výrobku.

Předvýrobní etapa se soustředí především na analýzu požadavků a potřeb zákazníka, vývoj výrobku a přípravu výrobního procesu. Předvýrobní etapa je doba od zadání požadavku na výrobu výrobku po zahájení výroby. Podstatné v této etapě jsou konstrukční plány a výkresy, technologická příprava zahrnující přípravu strojů, vytvoření norem a pracovních postupů. Je důležité dbát na odstranění chyb v této fázi projektu, protože je to podstatně méně nákladné, než odstraňovat problémy a chyby v druhé etapě.

Výrobní etapa je doba od zahájení výroby až po dohotovení výroby výrobku. V této etapě se zpracovává materiál, vyrábějí se díly a dochází k montáži a úpravám výrobku. Jednoduše řečeno dochází k transformaci vstupních surovin a materiálů na výsledný výrobek (ekonomie-ucetnictvi.cz).

Povýrobní etapa je část životního cyklu výrobku u které můžeme říci, že se skládá s balení, expedice a případného servisu. Následně je možné získat další konkurenční výhodu díky servisu a dalších služeb, které vedou ke spokojenosti zákazníka (Janušek, 2018, s. 59-62).

1.3 Plánování výroby

Plánování je významnou součástí výrobní logistiky, která je propojena s nákupní logistikou, řízením zásob, skladováním, expedicí či distribuční logistikou. Plánování výroby určuje, co se bude vyrábět, kdy se to bude vyrábět, kde se to bude vyrábět, zdroje, které budou potřeba k výrobě. Mezi základní úkoly plánování jsou tvorba hlavního výrobního plánu a plánování výrobního programu.

Při vytváření výrobních plánů je nutné respektovat následující skutečnosti: TNG postupy, výrobní kapacity, skladové kapacity, kapacity lidské i manipulační, plány oprav a údržby, data o výrobě z minulosti. Důležité je, aby byl výrobní plán realizovatelný, čehož dosáhneme tím, že rozvržení úkolů ověříme propočtem kapacity a na základě toho budou provedeny

opravy výrobního plánu. Dalším principem je optimalizovat plán vzhledem ke zvoleným kritériím (Macurová, Klabuayová, Tvrdoň, 2014, s. 164).

1.4 Ukazatel efektivity OEE

OEE nebo-li Overall Equipment Effectiviness je jednou z neužívanějších statistik managementu podniků. Hodnota ukazatele efektivity OEE představuje klíčovou informaci pro společnosti, které chtějí pořád zlepšovat a zeštíhlovat výrobní procesy ve společnosti (Co je OEE, © 2021). Pomocí ukazatele efektivity OEE je možné srovnat efektivitu různých výrobních zařízení nebo výrobních linek. Ukazatel efektivity OEE zahrnuje více složek, které ovlivňují celkovou efektivnost. Jednotlivé složky je možné vyhodnotit také jednotlivě. Vzhledem k tomu, že je možné jednotlivé složky vyhodnotit samostatně, tak je ukazatel vhodný ke snížení identifikovaných ztrát a tím zajistit zlepšení výkonnosti, dostupnosti či kvality ve výrobě. Za pomocí ukazatele efektivity OEE je též možné objevit skryté kapacity výrobních zařízení, čehož můžou využít výrobní týmy a dosáhnout tak zvýšení provozního zisku společnosti.

Hodnota ukazatele efektivity OEE se udává v procentech. Jde tedy říci, že ukazatel efektivity OEE určuje procento skutečně produktivního výrobního času. OEE bývá vyjadřováno třemi faktory.

Dostupnost (Availability) jsou výrobní ztráty, které jsou zapříčiněné prostoji, opravami nebo poruchami výrobních zařízení. Dostupnost zařízení se vypočítá jako:

Dostupnost = Skutečný čas výroby / Plánovaný čas výroby

Výkonnost (Performance) jsou ztráty využití normované výrobní kapacity zařízení, které prezentují nižší výrobní takt. Výkonnost se vypočítá jako:

Výkon = Skutečně vyrobené množství / Teoreticky vyrobené normované množství

Kvalita, ztráty z důvodu nekvality výrobků, která se vypočítá jako:

Kvalita = Celkové vyrobené množství OK kusů / Celkové množství vyrobených výrobků (Vojáček, 2019).

2 LOGISTIKA

Pojem logistika, objevující se v literatuře, nemá pouze jednu definici. Definicí je mnoho a stejně tak mnoho má pojem logistika mnoho významů. Je potřeba zmínit, že to, co by pojem logistika a logistický management měl zahrnovat a které činnosti by měl obsahovat, není sjednoceno ani v literatuře, ani v praxi. Ve většině případů je třeba tyto pojmy sjednotit s předmětem a obsahem činnosti, kterou se logistická koncepce společnosti zabývá. (Dupaľ, 2018, s. 3-12).

Jak už bylo zmíněno, definicí je mnoho a tyto definice 1 – 5 uvádí ve své knize Andrej Dupaľ (2018, s.12-14):

1. Logistika v nejrozvinutějším smyslu zahrnuje dle definice NATO:
   a) Vývoj, konstrukci, akvizici, skladování, přepravu distribuci, technické zabezpečení, odsuny a vyřazování vojenské techniky a materiálu,
   b) Přepravu, odsuny a hospitalizaci osob,
   c) Akvizice nebo výstavba, údržba, provoz a rušení zařízení (nemovitostí, vojenských staveb),
   d) Akvizice nebo poskytování služeb.
2. Logistika dle Jünemana je vědecká nauka o plánování, řízení a kontrolování toku materiálu, osob, energií, informacích o systémech.
3. Logistika dle Pfohla je souhrn činností, kterými se vytváří, řídí a kontrolují veškeré pohybové a skladovací pochody ve společnosti. Souhrnem těchto činností má být efektivně překonaný prostor a čas .
4. Logistika dle definice Evropské logistické asociace je organizace, plánování, řízení a výkon toku zboží, začínající vývojem a nákupem, výrobou a distribucí dle objednávky zákazníka konče tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových dávkách.
5. Logistikou (dle Dupaľa) z hlediska výrobního podniku rozumíme systémové plánování, synchronizac, řízení, realizaci a kontrolu vnějšího a vnitřního materiálového toku a s ním spojeného informačního toku s cílem zabezpečení optimálního průběhu výrobního procesu. Je zaměřený na uspokojování potřeb zákazníka, jako na konečný efekt a snaží se toho dosáhnout s co největší pružností, přesností a hospodárností.

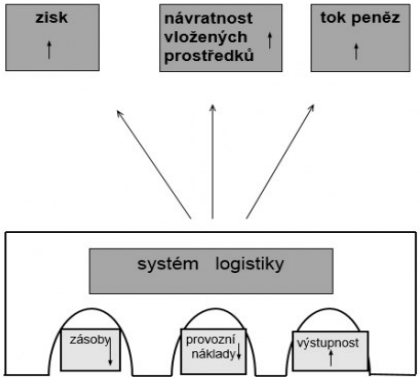
Dle Schönslebena (2011, s. 7) je logistika propojena s produktem po celou dobu jeho životního cyklu. Je to organizace, plánování, realizace včasných termínů, souběžně s hmotným tokem (od začátku procesu až do doby, než se zboží dostane k zákazníkovi) a protisměrně s postupem hmotného toku (kdy se zboží dostane od zákazníka zpět na místo, kde byl vytvořen), skladování zboží, dat a řízení během celého životního cyklu výrobku. Současně s pojmem logistika uvádí Schönsleben (2011, s.7) pojem logistický management, což je výkonný a efektivní management logistických činností vedoucích k vyhovění zákaznických požadavků.

Přestože je každá definice jiná a obsahuje něco jiného, tak všechny tyto definice mají společné to, že se jedná o tok zboží či materiálu plynoucí z místa vzniku do místa finální spotřeby, v některých případech až do místa likvidace (Dupaľ, 2018, s. 14).

2.1 Logistické cíle

Podniková logistika má za cíl upozornit na dvě důležité skutečnosti. Jednou z nich je, že logistické cíle musí vycházet z celopodnikové globální strategie a musí pomáhat plnit celopodnikové cíle. Druhá skutečnost říká, že podniková logistika musí zabezpečit požadavky a přání zákazníků jak na zboží, tak na služby, a to s požadovanou úrovní a minimálními náklady (Sixta, Žižka, 2009, s. 19).

Logistika by v podniku nemohla bez logistického cíle existovat. Logistická politika vyjadřuje v oblasti logistiky podnikové cíle a akceptuje koncepci k dosažení stanovených cílů. Logistické cíle musí být jasné, měřitelné, zřetelné a nemohou být v rámci podniku separované. Naopak musí připívat k realizaci podnikových cílů. Logistické cíle by měly být formulovány způsobem, který zaručí maximální zisk, a naopak minimalizuje logistické náklady a minimalizuje investice.



Obrázek 1 Logistické cíle

(Klabusayová, 2019)

Dá se také říct, že jde o zformování podmínek pro co nejefektivnější překonání času, prostoru při reakci na požadavky zákazníků, mezi které patří: spolehlivá a krátká dodací lhůta, přijatelné náklady na zásoby (z nedostatku zásob, na dopravu a málo vytížené výrobní kapacity), na požadovanou kvalitu a v neposlední řadě na požadovanou míru pružnosti (Klabusayová, 2019)

2.1.1 Výkonnostní cíl

Vnější neboli výkonnostní cíl může být definován jako obsluha zákazníka, kdy firma snaží zapracovat všechna reálná přání a požadavky zákazníka do logistické politiky plánů a do logistického systému. V tomto smyslu je třeba klást důraz na spolehlivé z krátké dodací lhůty, kvalitu, pružnost organizace a celistvost dodávek a úrovně zákaznických služeb.

Při plnění vnějšího logistického cíle lze měřit následujícími způsoby (Klabusayová, 2019):

- Dodací lhůta,
- spolehlivost dodávky,
- množstevní odchylky,
- počet nekvalitních kusů v dodávce/ počet nevyhovujících dodávek,
- průběžná doba výroby.

2.1.2 Ekonomický cíl

Vnitřní neboli ekonomický využívá logistiku k minimalizaci nákladů nebo ke snížení kapitálu investovaného do výrobních prostředků. To přispívá ke zvýšení výkonnosti a zisku podniku.

Velmi podstatnou složkou celkových nákladů jsou náklady logistické. Mezi ně zahrnujeme (Klabusayová, 2019).:

- Náklady na plánování a řízení toku – náklady na řízení výroby, plánování výroby nebo také náklady na zpracování a vyřízení objednávky,
- náklady na realizaci toku – náklady na dopravu, náklady na vykládku a nakládku, náklady na manipulaci apod.,
- náklady na přerušení toku – náklady na držení materiálu,
- náklady na činnosti, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka – náklady na nedostatečné nebo nesprávné logistické činnosti.

2.2 Logistické činnosti

Dosažení logistických cílů je podporováno logistickými technologiemi. Logistický proces zahrnuje 14 klíčových činností, kterými dle jsou:

1. Zákaznický servis (Customer service),
2. prognózování poptávky (Demand forecasting/planning),
3. řízení stavu zásob (Inventory management),
4. logistická komunikace (Logistics communication),
5. manipulace s materiálem (Material handling),
6. vyřizování objednávek (Order processing),
7. balení (packaging),
8. podpora servisu a náhradní díly (Parts and service support),
9. stanovení místa výroby a skladování (Plant and warehouse site selection),
10. pořizování/nákup (Procurement),
11. manipulace s vráceným zbožím (Return goods handling),
12. zpětná logistika (Reverse logistics),
13. doprava a přeprava (Traffic and transportation),
14. Skladování (Warehousing and storage) (Lukoszová a kol., 2012, s. 12).

2.2.1 Zákaznický servis

Zákaznický servis je proces probíhající mezi prodávajícím, kupujícím a třetí stranou. Přidaná hodnota, která je výsledkem tohoto procesu, zvyšuje hodnotu ceny předmětu směny ať je to výrobek či služba. Hodnota v tomto případě může být dlouhodobá či krátkodobá a záleží vždy na tom, jestli jde o jednorázovou směnu nebo dlouhodobou spolupráci. Dle Douglase, Stocka a Ellaramové str. 41, je zákaznický servis z procesního hlediska proces, díky kterému jsou účastníkům dodávkového řetězce poskytovány přínosy z přidané hodnoty, a to nákladově efektivním způsobem.

Existují tři složky zákaznického servisu. Jsou to předprodejní složky, prodejní složky a poprodejní složky.

Předprodejní složky souvisejí převážně s politikou a strategií společnosti a vysoce ovlivňují to, jak zákazník vnímá společnost.

Prodejní složky jsou ty, které známe pod pojmem zákaznický servis. Jde například o úroveň zásob, informace o stavu objednávky, přesnost systému, rovnoměrnost cyklu objednávky,

speciální řešení dodávek, redistribuce výrobků, nenáročnost objednání zboží a substituce produktů.

Poprodejní servis zahrnuje pomoc a servis již zakoupeného produktu. Mezi poprodejní služby patří instalace nového výrobku, záruční lhůta, servis výrobku, náhradní díly a sledování produktů. Mezi poprodejní servis v souvislosti se zpětnou logistikou zahrnujeme do poprodejního servisu i následující činnosti. Jimiž jsou stížnosti zákazníků, reklamace, vrácení zboží a náhrada zboží (Douglas, James, Ellaram, 2005, s. 43-48)

2.2.2 Prognózování poptávky

Prognózování neboli predikce poptávky je velmi důležitá činnost potřebná pro plánování, řízení a další činnosti v rámci logistického řetězce. Predikce poptávky je činnost úzce spjatá s plánováním předvýrobní přípravy, řízením zásob a s termínovým a kapacitním plánováním. Poptávka je ovlivňována velkým počtem faktorů, mezi které patří životnost zboží, kupní síla, konkurence, požadavky zákazníků, dobré či špatné zkušenosti zákazníků.

Predikce poptávky zahrnuje 3 důležité části. První částí je analýza dosavadní poptávky nebo by se dalo říci analýza možných faktorů ovlivňujících poptávku u nově nabízených produktů. Druhou částí je předpověď budoucí poptávky a třetí částí je vyhodnocení chyby predikce a opatření ke zlepšování predikčních metod (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2014, s. 107-109).

Existují 2 metody prognózy poptávky. K prognózování je však nejlepší použít obě z uvedených metod:

1. Kvalitativní – mezi kvalitativní patří expertízy, intuice, brainstorming apod.,
2. kvantitativní – analýza časových řad, metody rozboru příčin, predikční modely apod. (businessinfo.cz, 2009)

2.2.3 Řízení stavu zásob

Zásoba je pojem představující neoddělitelnou součást výrobních, obchodních a distribučních subjektů, kteří označují zásobu jako materiál, suroviny, palivo, nářadí, obaly, hotové výrobky, polotovary a hotové výrobky, které nebyly spotřebovány (Jurová a kol. 2016, s. 223).

Podle vztahu k průběhu toku zásob, lze zásoby členit na 2 části:

1. Zásoby v bodech rozpojení – zásoby na skladech

2. Zásoby v materiálovém toku (v logistickém kanálu) – zásoby, které můžeme najít ve výrobě, montáži, dopravě či jakékoliv jiné manipulaci apod.

Při řízení zásob je důležité dbát jak na kladné, tak i záporné stránky zásob. Do pozitivní stránky zásob se jednoznačně řadí schopnost podpory řešení kapacitního, časového, a místního nesouladu mezi výrobou zásob a jejich spotřebou. Zásoby pomáhají k uskutečňování procesů v potřebném rozsahu a v optimálních dávkách. Dostatečnou skladovou zásobou také pokryjeme nepředvídatelné výkyvy potřeby zásob a tím jednoznačně snížíme riziko přerušení či narušení probíhajícího procesu. Na druhé straně ale musíme zhodnotit i negativní stránky zásob, kterými jsou finance vázané na zásoby. Vznikají zde náklady na skladování, může dojít k znehodnocení a následné nepoužitelnosti zásob následkem poškození a v neposlední řadě zásoby zakrývají problémy v procesech a nesladěnost procesů v rámci výroby (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2014, s. 137).

Dle Jurové a kol. 2016, s. 224 je důležitý komplexní pohled na zásoby, což je přirozenou součástí Lean filozofie. Ta dokonce požaduje mnohem přesnější data o stavu zásob než tradiční přístup. Mnoho autorů publikací jak v zahraničním, tak v českém prostředí pohlížejí na zásoby ve výrobě negativně, což vychází z japonského přístupu k zásobám a jejich řízení. To se následně odráží do celkové filozofie a strategie řízení zásob v rámci celého podniku. V literatuře jsou popsány dva přístupy k řízení zásob v rámci organizace. Jedním z nich je tradiční přístup k řízení zásob a druhým je Lean přístup k řízení zásob. Srovnání obou přístupů viz. tabulka níže:

Tabulka 1 Srovnání tradičního a lean přístupu k řízení zásob
(vlastní zpracování dle Jurnová a kol., 2016, s. 224)

Tradiční přístup	Lean přístup
Srovnání nabídky a poptávky	Nadvýroba
Redukce nákladů	Čekání
Ochrana proti neshodným výrobkům	Zpoždění, doprava a manipulace
Stabilizovaná výroba	Nevhodný layout
Očekávané prodeje	Špatné či poruchové zařízení, seřizování apod..
Ochrana proti neurčitosti apod..	Kvalita a další.

Důsledky snížení zásob jsou přínosem především pro operativní řízení a průběh zakázky podnikem. Existence zásob v podniku může být projevem kumulace problémů napříč zásobovací logistikou, řízením výrobních procesů v podniku i řady technických a technologických problémů, popřípadě kvalitou (Jurová a kol., 2016, s. 224)

2.2.4 Logistická komunikace

Logistická komunikace se zaměřuje na vztahy mezi společností, dodavatelem materiálu i zákazníků. Současně je zaměřena i na interní vztahy napříč celým podnikem a mezi jednotlivými články logistického řetězce (Lukoszová a kol., 2012, s. 12).

Logistický řetězec je propojení mezi trhem spotřeby s trhem zdrojů (materiály, polotovary, suroviny apod..) a to ze dvou hledisek (hmotné a nehmotné hledisko). Tato dvě hlediska vychází z poptávky koncového zákazníka a zároveň s cílem uspokojení z kvalitativního hlediska, nákladového hlediska a stejně tak je důležitá ekonomická výhodnost uspokojení poptávky koncového zákazníka. Logistický řetězec je takový souhrn organizací, podporujících marketing produktu. Marketing je obsažen v řadě činností, mezi které patří nákup materiálu, prodej výrobků, přeprava a skladování zboží, financování, poskytování marketingových informací apod. Cílem je poskytnout koncovému zákazníkovi požadovanou kombinaci výstupů, jako například servis (dodání, velikost balení apod..) a to co při nejnižších nákladech.

Logistický řetězec se dělí na hmotný a nehmotný. Hmotný se zabývá přemisťováním osob a věcí, které uspokojují koncového zákazníka. Nehmotná strana se zabývá přesouváním a uschováním informací k uskutečnění hmotné stránky logistického řetězce (Tvrdoň, 2017).

2.2.5 Manipulace s materiálem

Manipulace s materiálem zahrnuje pohyb materiálu a zásob uvnitř výrobní haly nebo mezi výrobními halami. K manipulaci s materiálem slouží různé technologie jako například paletové a vysokozdvižné vozíky.

Manipulační jednotka je náklad, který může být jak volně uložený, zabalený, tak i nezabalený. Může se jednat jak o samostatný náklad, tak společně s dopravním prostředkem může jít o celek, který je přizpůsobený k manipulaci jak při přepravě, tak v rámci skladování (Lukoszová, 2020, s. 82). Manipulační jednotky, se kterými je možné manipulovat v rámci výrobní haly, se dělí na: palety, ukládací bedny a přepravky, roll kontejnery.

Mezi nejvíce používané patří palety. Které mají velký rozměr a v leze se na něj hned několik pater materiálu. Existuje několik typů palet – dřevěné, ohradové, skříňové sloupkové a speciální. Palety slouží převážně k přepravě zboží, zabaleného v přepravních obalech.

Ukládací bedny a přepravky jsou dalším opravdu hodně používaným druhem manipulačních jednotek. Beden a přepravek je na trhu velké množství. Základním rozdělením je materiál, velikost i tvar. Jsou vyráběny z oceli, plastu, hliníku a dalších materiálů. Jsou uzpůsobeny pro ruční manipulaci a většinou mají úchyt na ruce a mohou mít rámečky pro uložení identifikačního štítku.

Roltejnery jsou velmi podobné paletám. Avšak oproti paletám jsou vybaveny kolečky, díky kterým je s nimi možné lépe manipulovat. Je opět několik druhů, které se liší v závislosti na použití. Jedná se o mřížkové, drátěné, plnostěnné a speciální roltejnery (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2016, s. 209-210)

2.2.6 Vyřizování objednávek

Vyřizování objednávek je důležitou součástí distribučního systému v podniku a využívá se pro přijímání objednávek od zákazníků, ke kontrole stavu objednávek, vyřizování objednávek a dostupnosti pro zákazníky. Vyřizování objednávek vede k řadě dalších logistických činností, kterými jsou například (Miras.cz, © 2000–2019):

1. Stanovení způsobu přepravy, přepravní společnosti a pořadí,
2. spárování zásob s vychystávacími dokumenty,
3. vychystání zboží a jeho zabalení,
4. aktualizace zásob v systému,
5. nachystání dokumentů k přepravě,
6. dodání zboží zákazníkovi, a další.

Objednávka je začátkem toku informací a měla by zahrnovat data jako je číslo objednávky a datum vystavení, informace o zákazníkovi a IČO, informace o prodejci, druh a registrační číslo zboží, požadované množství a cena, informace ohledně dopravy, termín dodání a další.

Cílem objednávek je uspokojit zákazníka a zajistit vhodný druh distribuce objednávky, kterou ovlivňuje několik faktorů jako například o jaký výrobek jde, přání zákazníka, vzdálenost, četnost nákupu či prodeje apod (Miras.cz, © 2000–2019).

2.2.7 Balení

Balení je důležité jak z důvodu skladování, manipulace s daným zbožím, tak má podíl i na celkovou skladovou výkonnost a efektivnost. Díky kvalitnímu a správně zvolenému balení je možné snížit náklady, zlepšit manipulaci s výrobky, zvýšit úroveň zákaznického servisu a v neposlední řadě také má vliv na vytížení a produktivitu skladů (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 328). Existují tři základní funkce obalových prostředků. Mezi ně patří manipulační ochranná a informační funkce. Mezi méně důležité funkce patří prodejní, grafická či ekologická funkce.

2.2.8 Podpora servisu a náhradní díly

Podpora servisu a náhradní díly patří do poprodejního servisu a patří sem uskladnění a dodávky náhradních dílů do výrobků, které podle Evropské Unie musí být dostupné po dobu 10 let. Zároveň sem patří příjem vadných výrobků a vyřízení opravy vadného výrobku (Hýblová, 2006, s. 8-9)

2.2.9 Stanovení místa výroby a skladování

Stanovení místa skladování a výroby je jednou z otázek kterou podnik musí řešit. Dále řeší, jak velká místa to mají být a jaký bude jejich počet. Stanovení místa je jedno z nejdůležitějších logistických rozhodnutí (Macurová, Klabusayová, Tvrdoň, 2014, s. 208).

2.2.10 Pořizování/nákup

Nákupní logistiky (zásobovací logistika je jeden z nejdůležitějších procesů v rámci výroby, protože bez něj není proces zabezpečení zboží a materiálu, výrobků a polovýrobků, potřebných na výrobní proces, popřípadě na poskytování služeb. Za nákup jsou považovány ty činnosti, které souvisejí s trhem a operacemi na trhu jde například o průzkum trhu, analýzu trhu, analýza cen, zabezpečení smlouvy s dodavatelem a další administrativa. Pořizovací nebo-li zásobovací logistika pak souvisí s administrativou při manipulaci s materiálem (přebírání, kontrola, skladování, interní doprava a bezesporu i řízení a kontrola všech těchto činností.

Pořizování materiálu může být rozděleno na 3 způsoby:

1. Individuální zajištění materiálu, polovýrobků nebo výrobků
2. Zajištění materiálu, polovýrobků a výrobků do zásoby
3. Synchronní obstarávání.

Individuální zajištění znamená zajistit materiál až v případě potřeby, tím se předejde nákladům za skladování, úroky a kapitálu uloženého v zásobách. Zajištění materiálu do zásoby je podstatné v tom, že zásoby se udržují na skladě tak, aby byla zabezpečena plynulost procesu. Nevýhodou druhého způsobu je vázání kapitálu na zásoby na skladě. Oproti tomu poslední přístup se vázání kapitálu snaží předejít. U synchronního obstarávání jsou s dodavateli uzavřeny smlouvy, které jsou na delší časové období. Dodavatel se smlouvou zavazuje dodávat požadovaný materiál přímo do výrobního procesu v předem stanovené lhůtě. Důležité při nákupu a zajišťování materiálu jsou informační tok a informační technologie. Jsou to především interní a externí informace sloužící k toku informací mezi zásobovací logistikou a dalšími oblastmi podniku. Interní informační toky, které směřují k zásobovací logistice, je možné rozdělit do dvou skupin.

1. Požadavek na nákup materiálu a služeb od externích dodavatelů kam patří: predikce potřeb, management kvality, management inovací, management zásob, dodavatelé atp.
2. Požadavky na získání informací potřebných na inovační a zásobovací politiku kam patří: plánování a kontrola, management výroby, rozpočet a financování, kalkulace, legislativa atp.

Externí informační toky zásobovací logistiky, jsou ty, pomocí kterých podnik komunikuje s okolím a získává tím další informace, které podnik potřebuje. Jde o: zjišťování informací o situaci na trhu, externí informační fond, kapacity dodavatele, cenová politika, sazby a dopravní pohotovost a v neposlední řadě také nové suroviny, materiály a výrobky (Dupaľ, 2019, s. 253-255).

2.2.11 Manipulace s vrácením zboží

Manipulace většinou s malým množstvím vráceného zboží od zákazníka zpět do firmy pomocí logistického řetězce (Hýblová, 2006, s. 9)

2.2.12 Zpětná logistika

Zpětná neboli reverzní logistika byla zpočátku opomíjena, avšak v současné době se reverzní logistikou zabývá čím dál více odborníků. Zpětná logistika může být definována jako tok použitých materiálů, obalů, výrobků či odpadů (vrácené nebo reklamované zboží), vycházejících od spotřebitele. Za rozšíření a zvýšenou pozornost, která je věnována reverzní logistice stojí otázky, které pokládá široká veřejnost. Mezi ně patří například: „Jak nakládat

s odpady?“ nebo také „Co můžeme udělat pro to, aby bylo životní prostředí ekologicky udržitelné. Země v Evropské Unii i mimo ni začaly řešit problémy s odpady pomocí recyklací výrobků a obalů. V současné době jsou firmy odpovědné za celý životní cyklus výrobků, což zahrnuje i likvidaci vzniklého odpadu (Lukozsová, 2020, s. 97)

2.2.13 Doprava a přeprava

Doprava je důležitou součástí distribuce, je to proces, kde se dopravní prostředky pohybují pod dopravní cestě. Provozovatelem dopravy je dopravce. Zákazníkem dopravce je přepravce, který bývá nejčastěji odesílatel, či příjemce (Macurova, Klabusayová, Tvrdoň, 2014, s. 233). Přepravu je možné definovat jako sled činností, které jsou nezbytné pro realizování dopravních služeb (Lukoszová a kol., 2012, s. 82). Kritéria pro volbu dopravy mohou být následující: náklady, rychlost, ekologie, druhy dopravy, místo, spolehlivost, rizika nebo frekvence (Macurova, Klabusayová, Tvrdoň, 2014, s. 233).

2.2.14 Skladování

Skladování tvoří významnou část logistického systému a tvoří spojovací článek mezi výrobcem a zákazníkem. Rozeznáváme tři základní funkce skladování. První z nich je přesun zboží zahrnující příjem a ukládání zboží, kompletace dle požadavku zákazníka, překládka a v neposlední řadě i expedice zboží. Druhou funkcí je zaskladnění zboží. Sem patří přechodné uskladnění a časově omezené uskladnění. Poslední funkcí je přenos informací. Přenos informací se týká stavu zásob, zboží v pohybu, umístění zásob, vstupních a výstupních dodávek, zákazníků, personálu, ale i využití skladovacích prostor. Skladování má za cíl zabezpečit uskladnění zboží ve všech fázích logistického procesu. Jde o dva existující druhy zásob, kterými jsou suroviny, díly a součástky (vstupní materiál) a samozřejmě hotové výrobky (Sixta, Mačát, 2005, s. 131-134).

2.3 Strategický logistický plán

Cílem logistického plánování je správné rozmístění a včasné dopravení materiálových zdrojů a následně zajistit transport výrobků ke konečnému zákazníkovi. To vše se musí stát v vymezené době a na určitém místě. Strategické logistické plánování se tedy zaměřuje na formu a frekvenci zajištění materiálu potřebného k výrobě, a vhodných skladových podmínek. Zároveň je nutné zajistit distribuci materiálu a vstupní produkce dle podmínek, které jsou stanoveny buďto normami, anebo zákazníkem.

Logistika je členěna na:

- Vstupní – vstupní logistika zajišťuje dodávky materiálu potřebné pro výrobní proces
- Výstupní – cílem výstupní logistiky je zajistit dopravu výrobků k zákazníkovi
- Vnitrozávodovou – vnitrozávodová logistika zajišťuje skladové hospodářství a přesun materiálu a rozpracované výroby či polotovarů nebo komponentů mezi sklady a výrobním místem.

Strategické plánování logistických procesů nám musí jasně ukázat, jak budou logistické procesy zajišťovány. Z logistického pohledu je nutné plánovat dodávky materiálu v závislosti na výrobním plánu, znalosti délky výrobního cyklu a na množství skladových zásob. Cílem je minimalizovat náklady na skladování a doplňování díky optimalizaci zásob materiálů. Vnitropodniková logistika spočívá v co nejlepším manipulaci se zakoupeným materiálem (uskladnění za určitých podmínek, zajištění vzorků, a testováním zakoupeného materiálu). Výstupní logistika je poslední z logistických procesů, jejímž cílem je dopravit hotové výrobky k zákazníkům. V souvislosti s požadavky zákazníka, odolnosti výrobků vůči podmínkám přepravy, nákladům na přepravu, je zajištěna forma přepravy a snaha o minimalizaci nákladů tak, aby byl zákazník uspokojen. Je jasné, že kvalitní zajištění všech logistických činností je důležitou součástí tvorby hodnoty pro zákazníka a zároveň dochází k výraznému ušetření nákladů.

Výstupem ze strategického logistického plánování je zajištění vstupních materiálů a jejich distribuce na místo výroby a také zajištění dopravy ke konečnému zákazníkovi tak, aby byl spokojen. Součástí logistické plánování je i výběr přepravy, vhodné rozmístění skladů a bezesporu i výběr skladového vybavení a manipulační techniky, a nakonec i zajištění správného zacházení se vstupním materiálem, rozpracovanou výrobou i finálními produkty (Fotr a kol., 2020, s. 125-126).

3 LEAN

Definice štíhlé výroby dle Wilsona (2010, s. 9) následující:

„Jedná se o ucelenou sadu technik, které když správně nakombinujeme a správně zavedeme a budeme udržovat, tak podniku pomohou zredukovat a eliminovat sedm druhů plýtvání. Tento systém pomůže nejen ke štíhlejší firmě, ale bude i flexibilnější a pohotovější díky eliminaci plýtvání.“

Metodologie LEAN je používána tam, kde chceme zvýšit výkonnost procesu a snížit náklady. To se projeví zpravidla ve snížení zásob, úsporou práce, nebo úsporou výrobních prostor. Jedním z klíčových podnětů pro využití Lean, je roztřízení jednotlivých činností v rámci procesů na činnosti přidávající hodnotu a na činnosti nepřidávající hodnotu nebo zatěžují výrobní proces (Svozilová, 2011, s. 33).

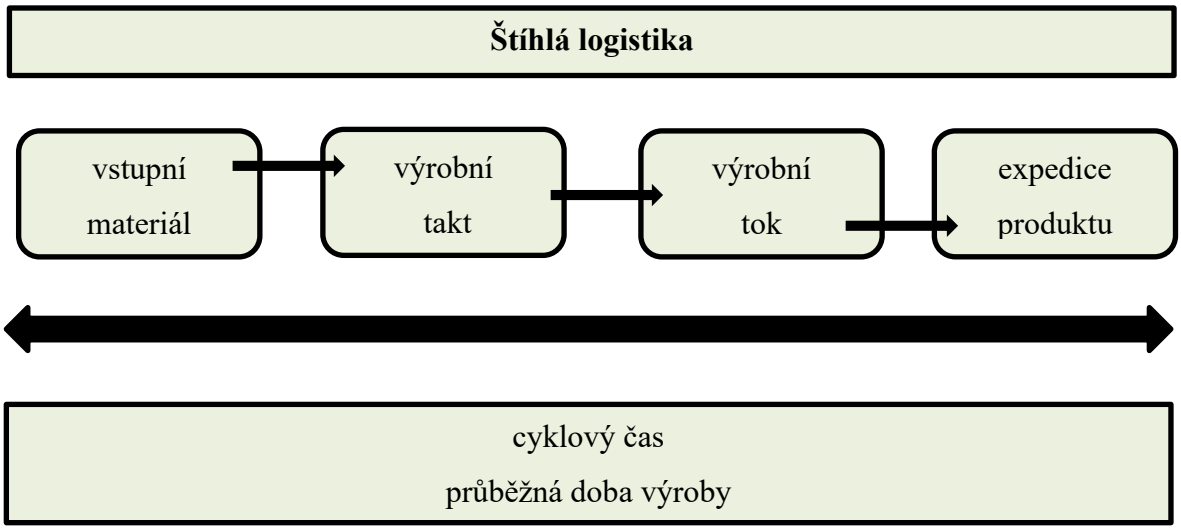
3.1 Plýtvání v procesech

Plýtvání se vyskytuje v rámci procesů v mnoha různých podobách. Nejčastějšími druhy plýtvání jsou: vady, čekání zásoby, proces, pohyb, přeprava, nadvýroba a lidský potenciál.

1. Vady – vady zahrnují veškeré odchylky nebo jiné kvalitativní problémy, odlišné od specifikací zákazníka,
2. Čekání – čekání zahrnuje čekání osoby nebo zařízení na něco nebo na někoho
3. Zásoby – zásoby zahrnují materiály nebo výrobky, které jsou vyrobeny nad rámec požadavků zákazníka,
4. Proces – proces zahrnuje zdroje, kterých je buďto více než je potřeba, nebo jsou naopak přetížené,
5. Pohyb – pohyb zahrnuje jakýkoliv pohyb navíc pro materiál, při hledání materiálu nebo pomůcek,
6. Přeprava – při přepravě jde o veškerý přesun materiálu, který nepřidává hodnotu koncovému výrobku či službě,
7. Nadvýroba – nadvýroba znamená produkce většího množství výrobků, než je požadavek zákazníka, anebo dříve než zákazník výrobky požaduje,
8. Lidský potenciál – plýtvání lidským potenciálem, kam můžeme zařadit např. schopnosti, znalosti, dovednosti, zkušenosti nebo kreativita (8 druhů plýtvání, © 2015-2021).

3.2 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika je metodika mající za cíl dodat ten správný materiál, v požadovaném množství, ve správný čas, na správné místo za cenu sjednanou se zákazníkem. Pojem štíhlá logistika lze chápat dle tlakového nebo tahového schématu vytaktovaných logistických procesů uvnitř i mimo výrobu, doplněné o konstantní logistické činnosti. Základem je dosáhnout průběžné doby výroby, kterou zákazník požaduje. Od toho se odvíjí žádané cyklové časy zásobování pracovišť a expedice hotových výrobků. Základním kamenem je standardizace pracovních činností, díky kterým lze namodelovat logistický layout.



Obrázek 2 Koncept štíhlé logistiky
(vlastní zpracování dle Chromjaková, 2013, s. 50)

Základním předpokladem konceptu štíhlé výroby je, že podnik by měl vyrábět přesně takový počet výrobků, který dokáže prodat a tomu přizpůsobil množství vstupního materiálu, množství materiálu ve skladech, materiálový tok mezi pracovišti a množství hotových výrobků.

3.3 5S

Aby mohlo fungovat zlepšování procesů, musí být podnik stabilizovaný. Stabilita začíná metodou a systémem 5S, které podporuje standardizovanou práci, celkovou produktivní údržbu, což můžeme brát jako klíč ke stabilizaci metody a stroje. V neposlední řadě metoda 5S podporuje metodu JIT (Just in Time). Kde kdo si může myslet, že je metoda 5S jednoduchá, což je klamná představa. 5S zahrnuje následující:

1. Seiri – vytřídit
2. Seiso – vyčistit (dát do pořádku)
3. Seiton – uspořádání pracoviště
4. Seiketsu – standardizace
5. Shitsuke – dodržování a zlepšování

Seiri neboli vytřízení je důležitým prvním krokem, ve kterém by se měly vytřídit všechny nepotřebné věci jako například materiál, obaly, stroje, zařízení atp. Některé věci potřebné jsou a pomohou dosáhnout stanovených cílů, avšak většina z nich je k ničemu. Zařízení se akumulují a brání správnému toku práce.

Seiso znamená vyčištění. Tento krok musí být navázán na ten předchozí. Důležité je vymyslet rozmístění zbylých věcí potřebných k výrobě tak, aby se minimalizoval zbytečný pohyb.

Seiton nebo taky uspořádání pracoviště, důležité je správné přetřízení a vyčištění pracoviště. Jakmile je tohle hotové, může být řečeno, co uklízet, kdo to bude uklízet, jednotlivé cíle čištění zahrnují skladovací prostory, uličky, stroje a jejich okolí. Je potřeba vypracovat kontrolní listy, kde bude popsáno, co má být vyčištěno a je důležité být konkrétní. Místa, kde je zavedeno 5S musí mít k dispozici smeták, lopatku, hadru na utírání prachu, velký odpadkový koš, atp.

Vzhledem k tomu, že věci mají tendenci se rozpadat, tak vznikl čtvrtý bod tzv. Seiketsu, který má za úkol standardizovat předchozí tři kroky. Nejlepší standard je ten, který je vizualizovaný, jasný a lehce srozumitelný. Díky efektním standardům bude snazší první tři kroky udržet.

Pátým a posledním bodem 5S je udržování a neustálé zlepšování. Nakonec je důležité zahrnout 5S do pracovních směn. Pracovník by měl na konci směny odcházet od uklizeného a uspořádaného pracoviště. Aby se 5S stalo každodenní rutinou v podniku, je důležité zaměstnance zaškolit, komunikovat s nimi a podporovat je v udržování pořádku (Pascal, 2015, s. 44-51).

3.3.1 5S Audit

Někdy jsou 5S audity považovány za součást páté části metody 5S, kterou je neustálé zlepšování, někdy jsou 5S audity považovány za samostatnou oblast. Zařazení 5S auditů není podstatné, protože cílem je použít metodu tak, aby se dostavily výsledky. Audit mnoho

lidí děsí, protože si pod ním představují nějakou kontrolu, hodnocení, stres apod. Přitom slovo audit představuje z latiny slovo poslouchat či naslouchat. Cílem metody 5S je zjistit, zda všichni zainteresovaní rozumí smyslu a podstatě této metody, jestli mají problémy s implementací, či jestli potřebují pomoci. Při 5S auditu je třeba se držet jistých zásad, kterými jsou:

1. Audit je prováděn vždy za přítomnosti lidí, kteří na daném pracovišti či pracovištích pracují a nesmí zde chybět ani jejich nadřízený,
2. Audit musí být prováděn vždy za provozu,
3. Auditu se musí účastnit nejméně dva auditoři, kteří prošli školením 5S a realizací auditů,
4. Audit nikdy neprobíhá na osobách, nýbrž na reálných procesech.

Jsou dva druhy auditů – plánované a neplánované. Rozhodování o formě auditu a čase, kdy je audit prováděn, záleží vždy na dané firmě a pracovnících.

3.4 VSM

Mapování hodnotového toku je poměrně nový pojem. Pomocí mapování hodnotového toku je možné sledovat tok materiálu i informací a jejich průběžné časy napříč různými procesy. Mapa hodnotového toku je kombinací detailních vývojových diagramů a klíčových informací o procesu, pomocí kterých je vytvořen důkladný obrázek mapovaného procesu. Klíčovou funkcí mapování hodnotového toku je identifikace plýtvání, kategorizace operací přidávajících a nepřidávajících hodnotu. Operace přidávající hodnotu jsou ty, které mění formu, uložení nebo funkci výrobku, a proto jsou zákazníci ochotni za tyto operace zaplatit. Za operace nepřidávající hodnotu, zákazník ochoten platit není, a proto je podstatné je eliminovat (Walker, 2019, s. 344–345).

Postup mapování hodnotového toku dle Walkera (2019, s. 344–345) je následující:

1. Identifikace proces, který je potřeba zmapovat,
2. Získání počátečního povědomí o daném procesu,
3. Sestavení mapy (nebo schématu operací) současného stavu s použitím symbolů pro mapování hodnotového toku,
4. Prozkoumání mapy a identifikování oblasti, kde dochází k plýtvání nebo k činnostem nepřidávajícím hodnotu,
5. Ověření oblastí plýtvání nebo činností nepřidávající hodnotu,

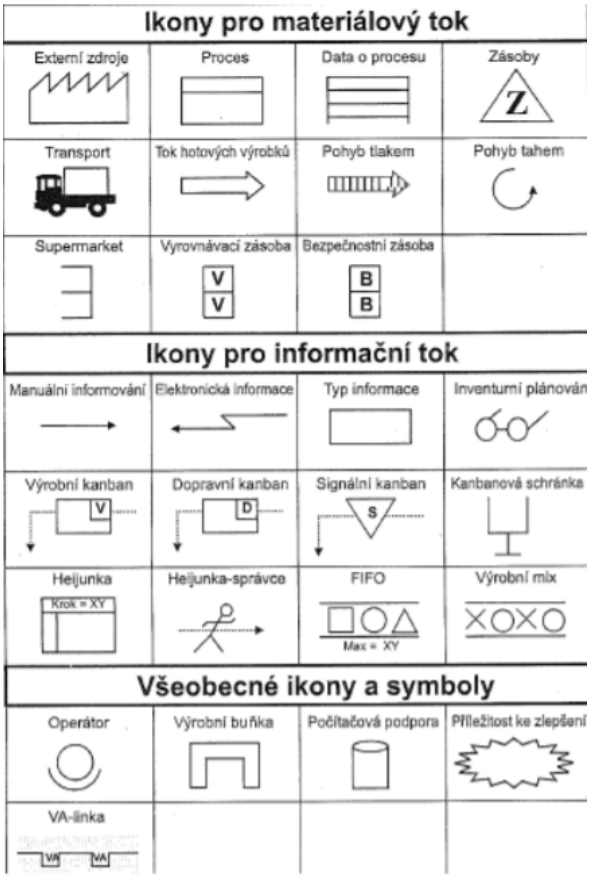
6. Sestavení mapy (nebo schématu operací) v žádoucím budoucím stavu, s využitím symboliky pro mapování toku hodnot,
7. Získání schválení žádoucího budoucího stavu procesu,
8. Provedení změn potřebných pro požadovaný budoucí stav procesu,
9. Ověření, zda změny provedené pro požadovaný budoucí stav byly účinné a netvořily nové obtíže nebo plýtvání,
10. Sledování žádoucího stavu, aby byla zajištěna udržitelná zlepšení.

Mapování toku hodnot není metoda, kterou lze zlepšit procesy ve společnosti, ale metodou, která je nápomocná při zajišťování zlepšování procesů probíhal jeden proces za druhým, aby vše bylo v souladu s cíli společnosti a v neposlední řadě také uspokojovalo potřeby externích zákazníků organizace. Při mapování toku hodnot mohou nastat i některé problémy, jako například to, že mapa toku hodnot zobrazí tolik možných problémů, které vyžadují zlepšení, že může být velice těžké určit, co je vlastně potřeba udělat. Další problém může být to, že můžeme odhalit pouze povrchový problém, a nepodaří se nám jej rozvést do hloubky. Mapováním toku hodnot bychom měli docílit celkového pohledu na mapovaný proces (Rother, 2017, s. 54-55).

V mapě toku hodnot se objevují tři hlavní části. První z nich je materiálový tok, který ukazuje, jak postupuje materiál od dodavatele až k zákazníkovi. Tento pohled znázorňuje pouze hlavní části zařízení nebo procesních systémů. Zároveň jsou v mapě zobrazeny všechny zásoby podél toku. Druhou částí je informační tok, který se zabývá informacemi typu, co a kdy má být provedeno. Celý informační tok začíná objednávkami od zákazníka, předpovědí od zákazníka, celý proces plánování a končí předáním informací a řídících signálů na výrobní linku či pracoviště. Třetí podstatnou částí je časová osa, která zobrazuje čas s přidanou (VA) a nepřidanou hodnotou (NVA) a tyto dva časy porovnává (VA index). VA index je poměr součet časů přidávajících hodnotu a sumy časů nepřidávající hodnotu. Časová osa se nachází dole pod mapou toku hodnot (King, a King, 2013, s. 27).

Jelikož je materiálový tok vizualizován užívá se při mapování hodnotového a informačního toku mnoha univerzálních symbolů a také je možné se setkat s hned několika různými symboly pro jednu jedinou činnost. V organizacích často dochází také k vymýšlení a vytváření nových a nových symbolů, které v dané společnosti znázorňují něco specifického. A tak v každé organizaci, kde dochází k mapování hodnotového toku ne každý symbol budeme znát a budeme vědět co vyjadřuje, protože jsou symboly upravovány na základě

požadavků a preferencí. Mapy musí být srozumitelné hlavně pro tým, který pracuje na zlepšení (Gálová, 2017).



Obrázek 3 Základní symboly používané k mapování hodnotového toku hodnotového toku (Mašín, 2003, s. 46)

3.5 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Analýza a měření práce jsou činnosti jdoucí ruku v ruce. Analýza práce znamená přezkoumání pracovních postupů a norem a má za cíl zjednodušit práci. Při měření práce jsou následně aplikovány techniky, pomocí kterých lze určit čas, potřebný k vykonání práce operátorem, který je kvalifikovaný a na určité úrovni výkonu. Metod pro určení normy spotřeby času je hned několik, např.: metoda předem určených časů, časové snímky, srovnávání a odhady, samohodnocení apod. (svetproduktivity.cz, © 2012).

3.5.1 MTM

MTM neboli Methods Time Measurement je postup analyzující manuální činnosti a základní pohyby, ke kterým je potom ke každému pohybu předem definovaná časová norma, závislá

na druhu pohybu a na podmínkách, ve kterých je daný pohyb vykonávaný. Metoda MTM patří mezi metody nepřímé měření práce na základě předem určených časů. MTM analyzuje a poskytuje informace o omezení pohybu, o různých kombinacích pohybů, identifikaci nadbytečných pohybů, zlepšování již zavedených metod na zvýšení produktivity výroby a snížení potřeby práce, vytváření časových norem apod.

Metoda MTM pracuje s tím, že každou manuální činnost je možné rozdělit na základní pohyby. Pro tyto pohyby jsou v tabulce uvedeny časové hodnoty pro délku trvání pohybu. Díky této metodě je možné popsat pracovní postup, podmínky pracovního postupu a jeho trvání. Časové normativy MTM jsou zpracované do jedné souhrnné tabulky, kde jsou jednotlivé pohyby označené domluvenými kódy (Dlabač, 2015).

4 SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část práce se zabývá literární rešerší odborné literatury související s praktickou částí diplomové práce. Teoretická část práce se skládá ze tří teoretických okruhů.

První teoretická část je zaměřena na oblast výroby. Jsou zde popsány výrobní faktory a výrobní proces, kde jsou blíže specifikovány typy rozdělení výrob a výrobní etapy. Součástí oblasti výroby je její plánování, kterému je v praktické části věnována velká pozornost a také teoretický základ k ukazateli efektivity, jeho výpočtu a výpočtu všech tří dílčích ukazatelů, jejichž výpočet je významnou součástí praktické části práce.

Druhou teoretickou oblastí je logistika. V této oblasti je přiblížen teoretický základ pojmu logistika, její historie a logistických cílů. Současně jsou v této kapitole popsány logistické činnosti, které jsou úzce spojené s hodnotovým tokem výrobku.

Třetí a poslední částí literární rešerše je lean. V této kapitole je popsáno, co je to lean a kde je využíván. Podkapitola Plýtvání v procesech je věnována 7+1 druhům plýtvání a jejich stručné charakteristice. Následně je zde popsána štíhlá logistika a metodologie 5S se stručným popisem všech pěti částí. Další podkapitola je věnována metodice Value Stream Mapping (VSM), která je základním kamenem této diplomové práce a analýze měření práce a metodice MTM.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 SPOLEČNOST

Německá společnost, ve které je diplomová práce zpracovávána je mezinárodní nezávislý rodinný podnik, který v současné době zaměstnává přibližně čtyřicet tisíc zaměstnanců ve stopětadvaceti závodech v celkem pětatřiceti zemích po celém světě.

Společnost vyvíjí a vyrábí v obchodním odvětví Automotive (automobilový průmysl), v segmentech Aftermarket a Special Application. Společnost se v oblasti Automotive zabývá především výrobou komponentů, systému osvětlení a elektroniky do automobilů.

V obchodním segmentu Aftermarket je jednou z největších obchodních sítí pro díly a příslušenství do automobilů a diagnostických a servisních služeb v Evropě. Druhý segment, ve kterém se společnost pohybuje je Special Application, která zahrnuje vývoj a výrobu výrobků pro speciální vozidla, jako jsou stavební stroje, zemědělské stroje, autobusy, přívěsy a další. Současně tato oblast zahrnuje i zcela nezávislé aplikace, čímž je pouliční osvětlení, průmyslové osvětlení apod.

V současné době patří společnost k leaderům na trhu a zároveň je jedním z hlavních průkopníků inovací systémů osvětlení na trhu. Výzkumu a vývoji světelné techniky v rámci společnosti se nyní věnuje více než sedm tisíc zaměstnanců po celém světě.

5.1 Historie společnosti

Historie společnosti sahá až do roku 1899, kdy byla založena. V roce 1937 firma zaměstnávala více jak 1000 zaměstnanců, což se v následujících letech změnilo a po 2. světové válce ve společnosti zůstalo pouze pětačtyřicet zaměstnanců. O šest let později byla v Německu založena nová pobočka společnosti a roku 1961 nastal zlom v podobě expanze na zahraniční trh. Dalším významným datem v historii společnosti se stal rok 1984, kdy roční prodej poprvé, za dobu působení na trhu, přesáhl jeden milion prodaných kusů.

Roku 1992 je založena další pobočka. Tentokrát ve východní Evropě. V závodech, které se v té době nacházejí v různých koutech Evropy, pracuje více než dvacet tisíc zaměstnanců. Společnost v dalších letech pokračuje s expanzí na další trhy, kterými jsou Čína, Mexiko, Brazílie nebo Dubai.

Dalším významným datem je rok 2016. Společnost rozšiřuje zaměření o aktivity s elektronickým obchodem s náhradními díly. V následujících letech společnost zvyšuje

produkční kapacity, rozšiřuje produkční kapacity, otevírá a rozšiřuje výrobní závody a klade čím dál vyšší důraz na výzkum a vývoj světelné techniky.

5.2 Společnost v České republice

Společnost působí v České republice od roku 1992, kdy byl založen nový výrobní závod v Mohelnici. V současné době závod v Mohelnici nepředstavuje pouze výrobní závod předních světlometů, zadních skupinových svítilen a elektroniky, ale je zde technické centrum s řadou odborníků a specialistů, zabývajících se vývojem světelné techniky pro automobilový průmysl. Nyní zde pracuje více než 3100 zaměstnanců.

Další pobočka v České republice byla založena roku 2011. Je to centrum sdílených služeb pro správu informací a je jedním z nejdůležitějších podpůrných oddělení závodů v České republice. V této lokalitě působí týmy odborníků, zabývající se CAD systémy (počítačem podporované projektování), programováním, správou webových stránek, analýzou dat, podporou výroby a dalšími činnostmi podstatnými pro chod závodů.

Ve stejný rok byla založena pobočka v Ostravě ve vývojovém centru. Vyvíjí se zde zadní skupinové svítilny včetně elektroniky. Vývojové centrum v Ostravě úzce spolupracuje s vývojovým centrem v Mohelnici, ale i s vývojovými centry v dalších lokalitách jako jsou Německo, Slovinsko, Číně, Mexiku, USA, anebo Indii. Společnost jakožto leader na trhu klade vysoké nároky na vývoj a výzkum. Díky tomu je pobočka v Ostravě schopna Mohelnici samostatně a komplexně vyvíjet a poskytovat podporu projektů jak po konstrukční, tak i po elektronické stránce.

V červnu roku 2020 začala společnost působit i v Horce nad Moravou, kde byla tato diplomová práce zpracovávána.

Jak bylo zmíněno v kapitole výše, v červnu roku 2020, začala společnost působit v Horce nad Moravou.

6 VÝBĚR PROJEKTU A VARIANTY VÝROBKU

První fáze projektu zahrnuje výběr projektu (jde o výběr z projektů výroby světlometů, které se v současné době nachází ve fázi rozpracovanosti), jehož hodnotový tok bude mapován. Jedním z faktorů, který hraje významnou roli při výběru mapovaného projektu, je postavení projektu vůči ostatním projektům. Vybrán by měl být ten projekt, který je pro společnost v závodu v Horce produkčně a finančně nejvýznamnější.

Výběr projektu je rozdělen do dvou částí. První část se týká výběru projektu, kde jsou porovnávány všechny projekty vůči celkové výrobě. Druhá část výběru projektu se zabývá variantami a jejím cílem je vyhodnocení, které varianty je nejvíce vyráběno. Výběr projektu a varianty je specifikován v následujících kapitolách.

6.1 Postavení projektů

Postavení projektů vůči celkové produkci bylo vytvořeno na základě forecastu odvolávek (výhledům odvolávek – písemností, ve kterých se odběratelé odvolávají na objednávku či kupní smlouvu, ve které je stanovena velikost, termíny dílčích dodávek, způsob balení objednaného zboží apod.) získaných z informačního systému SAP, dle předpokládaných objednávek zákazníka.

Výběr projektu bude probíhat ze dvou hledisek. Prvním z nich je výběr projektu na základě množství odvolávek od zákazníka za jeden rok (od 38. týdne roku 2020 do 38. týdne roku 2021). Na základě množství kusů bude vybráno prvních pět nejvýznamnějších projektů z hlediska odvolávek, na které bude navazovat výběr projektu na základě druhého hlediska, kterým jsou tržby. U prvních pěti vybraných projektů budou vypočteny očekávané tržby. Projekt, který bude vykazovat nejvyšší tržby bude vybrán. U tohoto projektu pak dojde k výběru varianty vhodné k mapování. Varianta projektu bude vybrána na základě nejvyššího počtu odvolávek.

6.1.1 Postavení projektů vůči celkovým odvolávkám

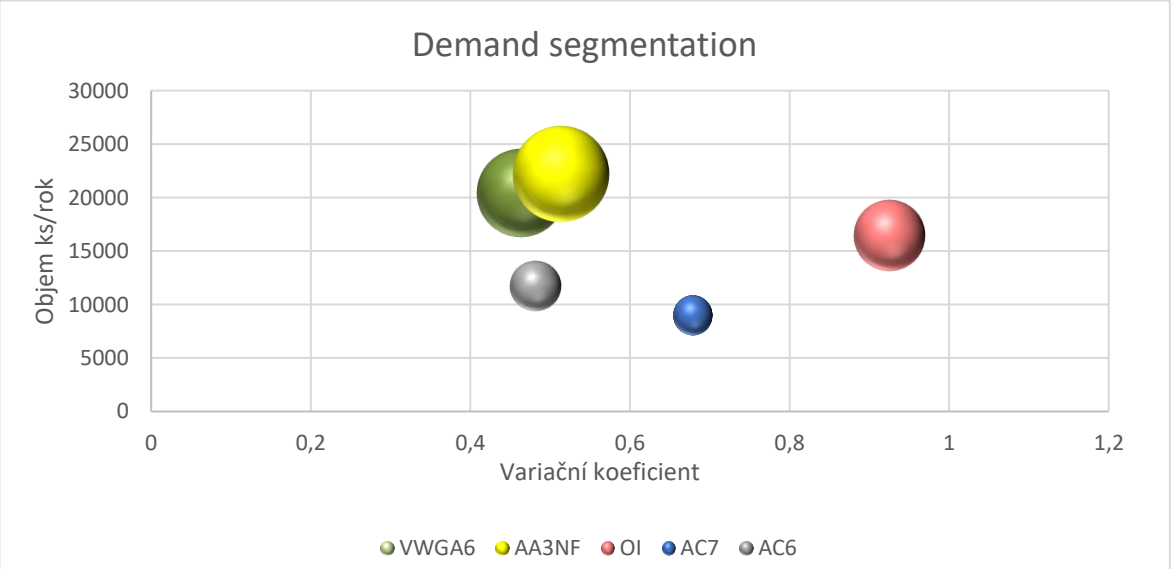
Ve vytvořené tabulce (příloha č. 1) je zobrazeno všech čtyřicet projektů, kterými disponuje vybraná společnost v době tvorby této studie. Tabulka obsahuje sumu odvolávek všech projektů za období od 38 týdne roku 2020 do 38 týdne roku 2021, dále v tabulce najdeme variační koeficient, který nám udává průměrnou variabilitu změny počtu odvolávek v daném časovém období a procentuální zastoupení projektu v závislosti na celkovém množství

odvolávek. Díky informacím, které jsou v tabulce lze vyhodnotit postavení jednotlivých projektů v závodu v Horce nad Moravou.

Tabulka 2 Pět nejvýznamnějších projektů (vlastní zpracování)

Pořadí	Projekt	Suma v ks	Variační koeficient	% zastoupení
1.	AA3NF	22179	0,51428198	14,14%
2.	VWGA6	20418	0,463557954	13,02%
3.	OI	16456	0,925420837	10,49%
4.	AC6	11689	0,481795329	7,45%
5.	AC7	9003	0,678445284	5,74%

Na základě procentuálního zastoupení bylo vybráno 5 nejvýznamnějších projektů. Pátým nejvýznamnějším projektem je AC7, jehož odvolávky čítají 9 003 ks a procentuální zastoupení tohoto projektu je 5,74 %. Čtvrtý nejvýznamnější projekt je AC6, kde je suma odvolávek 11 689 ks a jeho procentuální zastoupení v závislosti na celkových odvolávkách je 7,45 %. U třetího nejvýznamnějšího projektu je celkové množství vyráběných produktů 16 456 a tvoří 10,49 % z celé výroby. Druhým nejvýznamnějším projektem je VWGA6 počet kusů tady přesahuje dvacet tisíc. Procentuální zastoupení tohoto projektu je 13,02 %. Nejvýznamnějším projektem v Horce nad Moravou je projekt AA3NF. Předpokládaný počet vyráběných kusů na rok je 22 179. Tento projekt tvoří 14% veškeré výroby světlometů v tomto závodě.



Graf 1 Segmentace trhu u pěti nejvýznamnějších projektů (vlastní zpracování)

Graf segmentace trhu nám názorně ukazuje podíl vybraných projektů na základě předpokládaného ročního výrobního objemu a variabilního koeficientu.

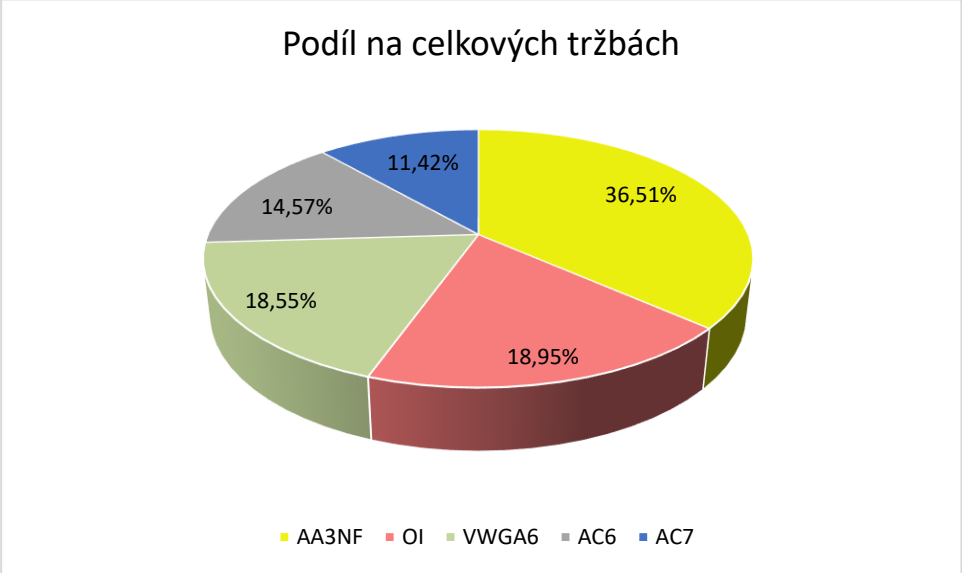
6.1.2 Postavení prvních 5 vybraných projektů z hlediska tržeb

Druhým velice významným kritériem jsou tržby. V tabulce níže je zobrazeno pět nejvýznamnějších projektů pro závod Horka nad Moravou. Dále je uveden celkový počet světlometů za rok, celková cena a podíl jednotlivých projektů na tržbě za těchto pět projektů.

Tabulka 3 Postavení prvních 5 projektů z hlediska tržeb (vlastní zpracování)

Pořadí	Projekt	Suma v ks	Cena	Podíl na celkových tržbách
1.	AA3NF	22 179	59 600 739,54	36,51%
2.	OI	16 456	30 927 735,52	18,95%
3.	VWGA6	20 418	30 278 668,92	18,55%
4.	AC6	11 689	23 781 153,61	14,57%
5.	AC7	9 003	18 636 660,15	11,42%
Celkem		79 745	163 224 957,74	100,00%

Celkové odhadované tržby z vybraných projektů jsou cca 163 224 958 Kč. Jednoznačně největší podíl na tržbách má projekt AA3NF, jehož tržby tvoří 36,51 % z vybraných projektů.



Graf 2 Podíl projektů na celkových tržbách (vlastní zpracování)

Na základě analýzy postavení projektů vůči celkovým odvolávkám a postavení 5 vybraných projektů z hlediska tržeb, kde se v obou případech na prvním místě nachází projekt AA3NF, bylo rozhodnuto, že právě tento projekt bude mapován.

6.1.3 Postavení variant a výběr jedné varianty projektu

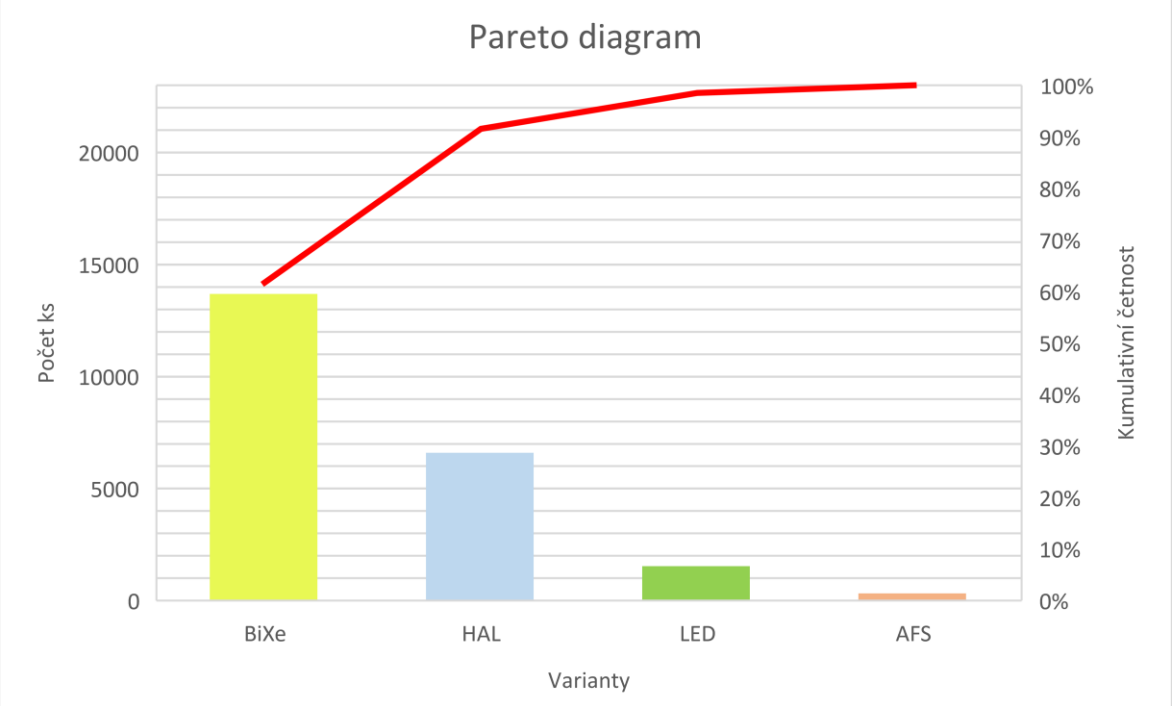
Po výběru nejvhodnějšího projektu, kterým je projekt AA3NF, je potřeba zvolit jednu z variant výrobků. Na základě počtu odvolávek od 38 týdne roku 2020 do 38 týdne roku 2021 byl sestrojený Pareto diagram, zahrnující všechny čtyři varianty projektu AA3NF.

Tabulka 4 Postavení variant z hlediska vyráběného množství (vlastní zpracování)

Pořadí	Varianty	Počet ks	Kumulativní četnost
1.	BiXe	13693	62%
2.	HAL	6609	30%
3.	LED	1547	7%
4.	AFS	330	1%
Celkem		**22179**	**100%**

Vyráběné varianty:

1. AFS – Adaptative Frontlight System (adaptativní systémy předních světlometů)
2. HAL – Halogenové světlomety
3. BiXe – BiXenonové světlomety
4. LED – Light-Emitting Diode

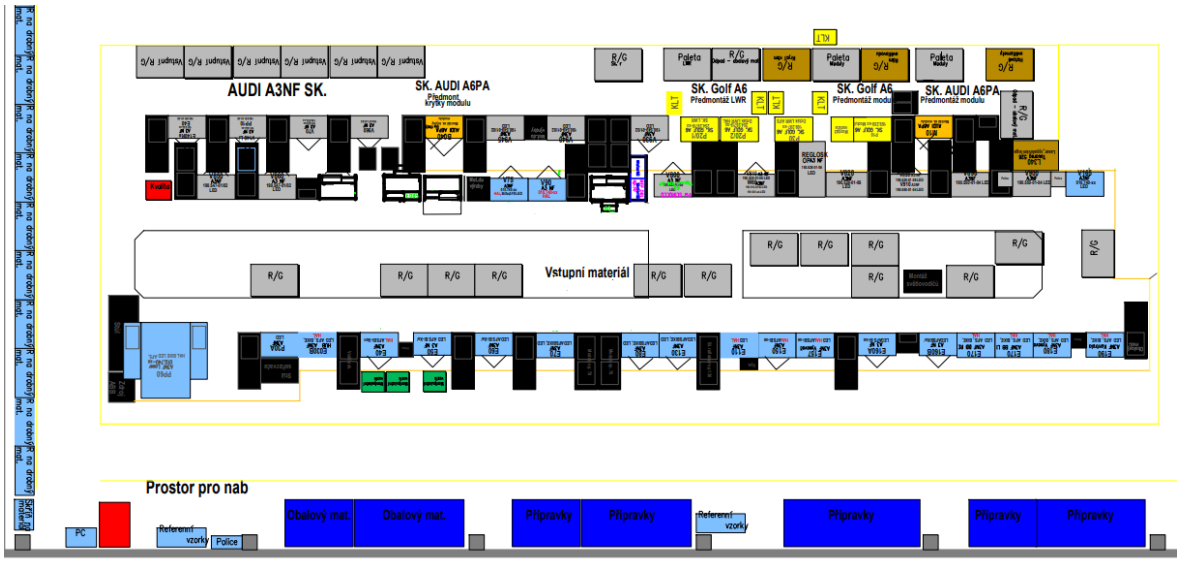


Graf 3 Pareto diagram vyráběných variant (vlastní zpracování)

Z Pareto diagramu jasně vyplívá, že z četnosti odvolávek u projektu AA3NF je nejvyšší varianta BiXe. Z toho důvodu je analýza této varianty nejvýhodnější, kvůli zjištěním případných nesrovnalostí a návrhů na zlepšení.

6.2 Layout

Daný výrobek, který byl vybrán se vyrábí na montážní lince, která se skládá ze dvou částí, kterou jsou k sobě zrcadlově otočeny. Montáž probíhá převážně na pravé straně linky (montážní pracoviště jsou označena světle modrou barvou). Na levé straně linky probíhá na většině pracovištích montáž skupin (montáž skupin jsou pracoviště označená šedou barvou). Jak už bylo zmíněno v kapitole 6.2 Popis montážní linky, mezi levou a pravou částí linky je prostor vyhrazený pro vstupní materiál. Celková plocha montážní linky, prostoru pro materiál a prostoru s regály, ve kterých jsou zaskladněny montážní přípravky (označeno tmavě modrou barvou), a regály kde je zaskladněn drobný materiál (regály na levé straně obrázku označené světle modrou barvou) je 378 m².



Obrázek 4 Layout montážní linky (interní zdroj)

Na obrázku, který najdeme v příloze č. 2, je zobrazen layout celé výrobní haly V2. Linka, kde je zpracováván vybraný projekt, leží v po pravé straně ihned na začátku výrobní haly. Na pravé straně od linky jsou regály s výměnnými přípravky na jednotlivá pracoviště, všechny varianty a na levou a pravou stranu. Materiál je ze skladů navážen skladníky do levé zadní části haly, kde je složen materiál potřebný k výrobě výrobků a dodáván dle potřeby k jednotlivým výrobním linkám. Důležité na tomto layoutu je i lepení, které se nachází

uprostřed haly a které zajišťuje slepení pouzdra a skla. Následuje expedice, která se nachází v přední levé části budovy.

6.3 Popis montážní linky a lepení

Montážní linka, na které probíhá montáž projektu AA3NF je umístěna v hale V2 a skládá se z jednadvaceti montážních pracovišť, na kterých se montují světlomety a dalších šestnácti pracovišť, kde se montují skupiny např. montáž reflektorů a jiných výrobků později používaných k montáži výrobku.

Na této lince probíhá montáž všech čtyř variant světlometů (HAL, AFS, BiXe, LED). Zároveň se u každé varianty montuje zvlášť levý a pravý světlomet. Ne všechny varianty projektů se montují na všech pracovištích. Jednotlivá pracoviště jsou popsána jako dvěma písmeny P a číslem pracoviště např. PP10. Seznam všech pracovišť k nahlédnutí v příloze č. 3. Velkou část prostoru linky tvoří materiál nezbytný k montáži výrobku. Materiál je rozmístěný mezi levou a pravou stranou linky, zde je prostor pro materiál větších rozměrů nebo materiálu, kterého je větší množství kusů, jedná se především o materiál skladovaný v roll kontejnerech.

Další materiál je možné najít přímo mezi jednotlivými pracovišti. Materiál mezi pracovišti je skladován především v bednách a jde především o skupiny

Obrázek 5 Materiál mezi pracovišti

(vlastní zpracování)

Drobný materiál jako jsou například šroubky, kolínka, žárovky apod., leží přímo na pracovištích.

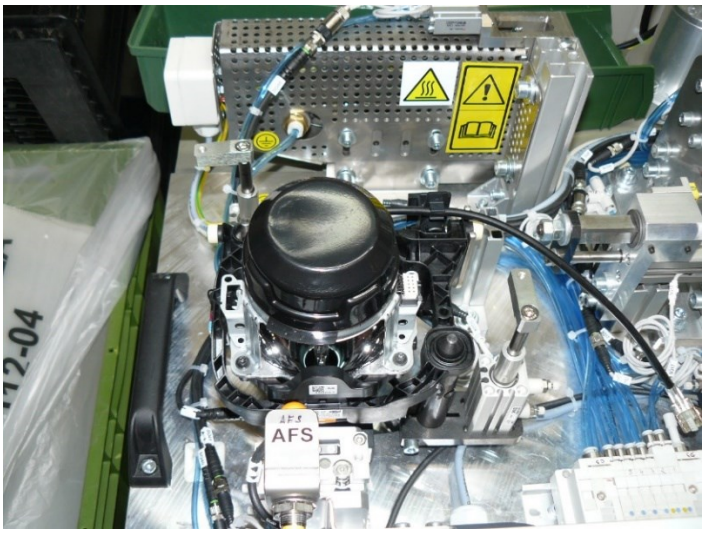
Na montážní lince pracuje devět operátorů, jeden manipulační pracovník a jeden seřizovač. Operátory a manipulačního pracovníka má na starosti Team Leader linky, který se stará o její chod, rozdělení jednotlivých činností pracovníkům apod. Montážní linka je v provozu ve dvou směnách. Ranní směna začíná v 6 hod. a končí ve 14 hod. a odpolední směna začíná ve 14 hod. a končí v 22 hod. Operátoři v rámci směny mají nárok na dvě přestávky, kdy jedna přestávka trvá 10 minut a druhá přestávka trvá 20 minut.

6.3.1 Proces montáže skupin pouzdra

Jak už bylo zmíněno výše, montážní linka se skládá z jednadvaceti pracovišť. Vybraná varianta projektu je montována pouze na šestnácti z nich. Při montáži musí být použity ochranné pomůcky a speciální ESD oděv sloužící jako ochrana před elektrostatickými výboji. Jde o ESD rukavice, ESD obuv a tričko, popřípadě mikina Při montáži je nutné dodržovat pracovní postup a pokyny ke kvalitě, které jsou k nalezení na každém pracovišti.

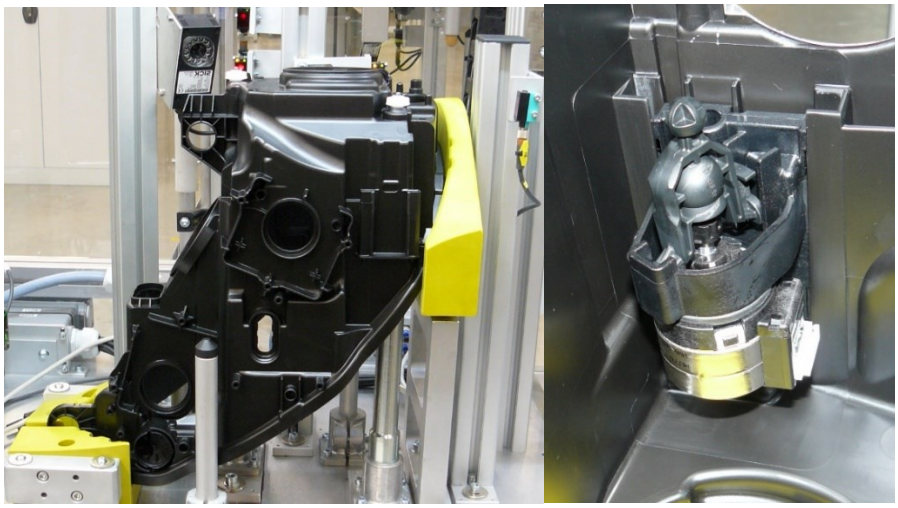
Montáži světlometu varianty BiXe předchází montáž skupin projektoru, montáž výbojky do modulu, a nakonec kontrola prosvícení modulu. Montáž skupin projektoru začíná založením modulu do přípravku a vložením výbojky do připraveného modulu. Následně je třeba vložit díl nastavení (plastové ozubené kolečko) do přípravku a nechat zahřát, aby při lisování nepopraskalo. Potom jsou založeny dvě vložky (pouzdra) do držáku modulu, je ověřena správnost kabelu a kabel upevněn do přípravku. Díl nastavení je po zahřátí vložen do držáku modulu a zalisován. Jedním z posledních kroků montáže této skupiny je připojení vodiče. Následuje už jen kontrola skupiny a zabalení skupiny do sáčku a založení do připravené bedny. Další skupinou navazující na výše popsanou skupinu je montáž výbojky do modulu, kdy je modul založen do přípravku a do modulu vložena výbojka a ta je zaaretována (zafixuje). Následně je připojen vodič a celá skupina projde vizuální kontrolou. Poslední skupinou je kontrola prosvícení modulu. Již smontovaná skupina modulu je vyjmuta z balení, kabel zapojen do modulu, vložen do přípravku a kabel je zapojen do LTM (předřadník). Z čočky modulu musí být sundána krytka a následně je spuštěno zařízení. Po tom, co se modul rozsvítí, musí být zrcátkem důkladně zkontrolováno, zda není čočka poškozena a zda se na ní nenachází otisky, či jiné nečistoty. Na vedlejším pracovišti je potřeba ofouknout ionizovaným vzduchem krytku čočky a stejně tak vnější část

čočky a reflektor modulu, který je uchopením za rám vyjmut z přípravku. Po ofouknutí je krytka zpátky nasazena, modul zabalen a založen do balení.



Obrázek 6 Skupina projektoru (interní zdroj)

Proces montáže světlometu začíná laserem. Operátorem vzaté pouzdro, je založeno do přípravku a laser pouzdro popíše sériovým číslem. Následně je vytisknut a nalepen na definované místo štítek se základními údaji o výrobku. Pouzdro je poté přesunuto na pracoviště PP30, kde dochází k montáži skupin nastavení a dílů pohonu do pouzdra. Pouzdro je operátorem do přípravku založeno tak, aby směr svícení směřoval nahoru. Následně je vsunut do pouzdra šroub nastavení skupin a držák LWR (pohon modulu). Skupina pouzdra je vyjmuta z přípravku a vložena do dalšího přípravku, tentokrát směrem svícení dolů. Do pouzdra je založena hnací hřídel, modrý díl pohonu a na skupinu šroubů jsou nasunuty dvě kola pohonu. Stisknutím tlačítka je spuštěno zalisování kol pohonu.

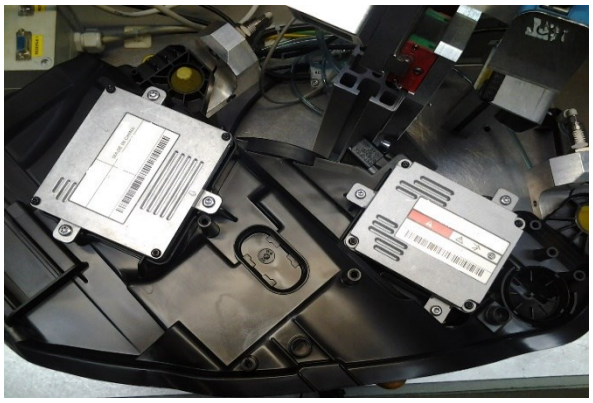


Obrázek 7 Zleva pouzdro (svícením dolů) a držák LWR (interní zdroj)

Po montáži skupin pohonu následuje montáž skupiny vodičů PP40. Operátorem je založeno pouzdro do přípravku směrem nahoru, vzata skupina vodičů, skontrována varianta dle sériového čísla na konektoru a centrální konektor založí do pouzdra. Následně jsou natrasovány vodiče, zacvaknut konektor do pouzdra a nakontaktován motorek. Nakonec je nutné zacvaknout upínku do držáku LWR. Zacvaknutí je zkontrolováno pomocí tahu vodiče.

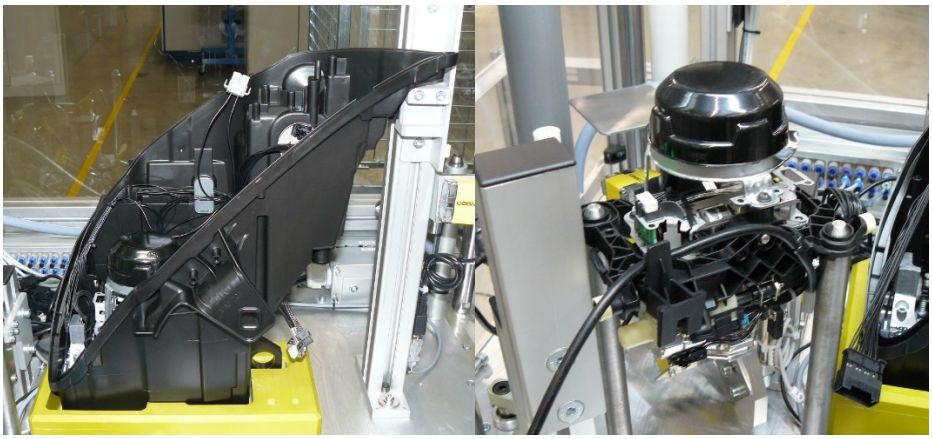
Obrázek 8 Montáž skupiny vodičů (interní zdroj)

Na pracovišti PP50 je provedena montáž doplňkové elektroniky. Pouzdro je opět založeno do přípravku. Řídící jednotka a předřadník je vložen na pouzdro. Dohromady šesti šrouby je řídící jednotka a předřadník přišroubován k pouzdru. Potom musí být načteny kódy řídící jednotky a předřadníku a teprve pak je skupina pouzdra vyjmuta z přípravku a odložena na další pracoviště.



Obrázek 9 Pouzdro s řídící jednotkou a předřadníkem (interní zdroj)

Na pracovišti PP60 je zajištěna montáž doplňkové elektroniky a skupiny vnějšího chladiče. Pouzdro je zakládáno do přípravku směrem svícení dopředu. Operátorem je vzata skupina vnějšího chladiče, načten kód, nakontaktován chladiče a založen do pouzdra. Otočením krytky a přišroubováním třemi šrouby dojde k zafixování. Dále je nakontaktován předřadník, natrasovány vodiče v pouzdře a takto rozpracovaná výroba pokračuje na další montážní pracoviště, kde probíhá montáž skupiny projektoru. Jako na předchozích pracovištích je pouzdro založeno do přípravku. Operátorem je vzata skupina projektoru, která musí být zkontrolována pod LED lampou a založena do pomocného zakládání. Operátorem je na skupině projektoru načten kód, skupina projektoru nakontaktována a zasunuta do pouzdra. Stisknutím tlačítka je zalisována skupina projektoru do pouzdra. Následně proběhne vizuální kontrola. V případě, že je vše v pořádku, tak skupina pouzdra pokračuje v dalších montážních operacích.



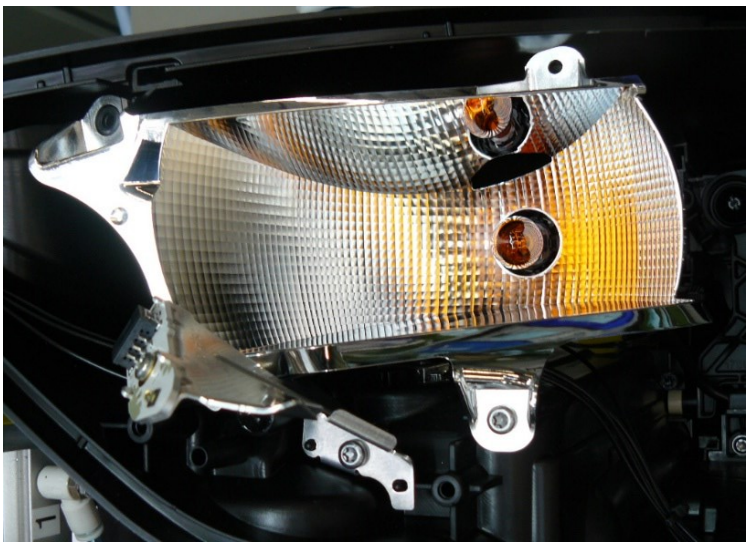
Obrázek 10 Zleva Pouzdro s již zalisovaným modulem a skupina modulu (interní zdroj)

Navazující pracoviště slouží k montáži výbojky do modulu. Modul je založen do přípravku, výbojka vzata z blistru (tvarovaná průhledná fólie) a je provedena vizuální kontrola případného mechanického poškození výbojky. Jestliže je výbojka v pořádku, operátorem je pomocí přípravku zaaretována výbojka do modulu, připojeny vodič a celá skupina vizuálně zkontrolována. Na dalším pracovišti PP80 po založení do přípravku dochází k přišroubování dalšího dílu nastavení, nakontaktování předřadníku a sundání krytky z projektoru. Na projektor je nasazena clonka modulu. A pouzdro je přesunuto na další pracoviště.

Obrázek 11 Pouzdro s modulem

(interní zdroj)

Na pracovišti PP130 je montován blinkrový reflektor. Po kontrole a založení do přípravku je operátorem vzat blinkrový reflektor. Ofouknutím ionizovaným vzduchem je zbaven nečistot a do otvoru v reflektoru je založena nakontaktovaná žárovka. Zatlačením jsou zaaretovány oba háčky, které se nacházejí na objímce. Zde je kladen velký důraz na správné zacvaknutí obou háčků, aby nedošlo k uvolnění žárovky. Skupina je založena do pouzdra a přišroubována jedním šroubem. Celá skupina poté musí být zkontrolována a musí být načten kód.



Obrázek 12 Blinkrový reflektor (interní zdroj)

Následující pracoviště PP150 je užíváno k montáži skupin rámu pouzdra. Skupina pouzdra je operátorem ofouknuta ionizovaným vzduchem a založena do zakládání směrem svícení nahoru. Skupina rámu, usazená do pouzdra je přišroubována dvěma šrouby. Vizuálně zkontrolovaná skupina poté může být přesunuta na další montážní pracoviště.

Obrázek 13 Skupina pouzdra s rámem (interní zdroj)

Dalším pracovištěm je vysavač a nasazují se zde krytky (PP157). Skupina pouzdra je usazena do přípravku směrem svícení dolů a je důležité zkontrolovat správnost položení vodičů skrze otvory pro krytky. Obě krytky je před použitím nutné ofouknout ionizovaným vzduchem. Teprve poté mohou být krytky nasazeny na skupinu pouzdra a utáhnuty přípravkem. Nakonec je tlačítkem spuštěn vysavač, který odstraní ze skupiny pouzdra veškeré nečistoty a skupina pouzdra může být odložena na následující pracoviště.

Obrázek 14 Skupina pouzdra po nasazení krytek (interní zdroj)

Jedno z posledních pracovišť je složeno ze dvou částí 160A a 160B. Na obou pracovištích je montována skupina krycího rámečku. V první části dochází k nacvaknutí světlovodu do vnitřního rámu a ofouknutí ionizovaným vzduchem. Poté je světlovod k pouzdru přišroubován čtyřmi šrouby, a nakonec zapojen konektor. Vše musí být operátorem důkladně zkontrolováno. V druhé části je vzat vnější rám, zkontrolován, opět ofouknut ionizačním vzduchem a přišroubován dvěma šrouby.

Obrázek 15 Skupina pouzdra s vnějším rámem (interní zdroj)

Na předposledním montážním pracovišti je skupina pouzdra a distanční prvek založen do přípravku směrem svícení nahoru. Po stisknutí tlačítka start dojde k zalisování distančního prvku a proběhne krátká elektrická zkouška, spojená se zkouškou kontroly barvy LED svícení. Pokud je vše v pořádku, dostává se skupina pouzdra na poslední montážní pracoviště.

Obrázek 16 Skupina pouzdra po elektrické zkoušce (interní zdroj)

Poslední pracoviště je vysavač, kde je skupina pouzdra usazena směrem svícení dolů a dochází k odsátí nečistot. Na vedlejším stole PP190 je pouzdro označeno razítkem (označení, že byla skupina pouzdra finálně zkontrolována) a zabaleno do textilní nopy. Takto zabalený světlomet je vložen do ohradníku a následně do roll kontejneru po 4 ks v jedné vrstvě, která je oddělená proložkou. Celkem jsou v roll kontejneru čtyři vrstvy, tj. 16 ks.

6.3.2 Proces lepení a kompletace

Po montáži skupiny pouzdra dochází k procesu lepení a finální kompletaci světlometu. Nejdříve je vzato sklo, ofouknuto ionizačním vzduchem, aby na něm nezůstal žádný prach. Následně je zkontrolováno, jestli sklo není nějakým způsobem poničené (např. škrábance, otisky atd.) a vloženo do přípravku. Potom je vzata skupina pouzdra a zkontrolováno razítko o provedené kontrole na pracovišti montáže. Skupina pouzdra je založena do přípravku, který je na automatickém dopravníku, a ofouknuta ionizačním vzduchem, aby došlo k odstranění všech nečistot předtím, než dojde k zalepení.

Pomocí stlačení páčky dojde ke spuštění robota. Nejprve je robotem oplazmována vodící drážka. Oplazmování slouží k ošetření skupiny pouzdra před nanesením lepidla. Následuje samotný proces nanesení lepidla. Po dokončení vezme druhý robot krycí sklo a přiloží na skupinu pouzdra. Tlakem dojde k přitlačení krycího skla k pouzdru. Robot pouzdro se sklem zafixuje pomocí sponek. Sponky slouží k ujištění, že nedojde ke změně geometrie mezi pouzdrem a sklem v procesu vytvrzení lepidla, které dle předpisu výrobce schne cca 12 hod. Světlomet vyjede z lepení a operátor jej vyjme a přenese na další pracoviště.

Obrázek 17 Zleva skupina pouzdra a krycí sklo (interní zdroj)

Po lepení následuje světelná kontrola světlometu pomocí VisiConu, kde je do přípravku již slepený světlomet založen svícením nahoru. Stisknutím spínače je spuštěn stroj a dojde k automatickému provedení kompletní elektrické zkoušky, zkoušky svítivosti a nastavení HDG (hranice světla-tmy). Jestliže je provedená zkouška úspěšná, světlomet pokračuje na další pracoviště, kde je provedena zkouška těsnosti. U zkoušky těsnosti dojde k natlakování světlometu vzduchem přes otvory pro odvětrávací elementy a sleduje se pokles tlaku. Tlak nesmí být vyšší jak 0,0036 bar. Pokud je světlomet v pořádku, je předán na pracoviště, kde je namontován odvětrávací element a držák. Světlomet je do přípravku založen vodorovně. Operátor odmontuje modul a předřadník. K demontáži modulů a předřadníků ze světlometu dochází pouze u výroby pro Aftermarket. Pro odpojení vodiče od těchto řídících jednotek je používán ruční šroubovák. Na světlomet je nasazena skupina odvětrávání, zašroubována dvěma šroubky, a nakonec je do pouzdra zasunuta skupina držáku. Na předposledním montážním pracovišti je světlomet založen do přípravku svícením dolů, pomocí ručního přípravku je odšroubována krytka, ze světlometu je demontován držák žárovky a žárovka a opět namontována pomocným přípravkem krytka. Nepoškozená výbojka je odložena do blistru. Poté jsou vzata odvětrávací kolínka, do nichž je vložen filtr a poté operátorem nasazena na pouzdro. Závěrem je na tomto pracovišti na krycí sklo nasazeno těsnění a světlomet poslán na další pracoviště.

Obrázek 18 Světlomet po vložení těsnění a odvětrávacích kolínek (interní zdroj)

Poslední montážní pracoviště slouží k namontování dutých šroubů a odvětrávacích elementů. Operátorem jsou vzaty dva šrouby, které jsou založeny na tzv. trny přípravku.

Světlomet je do zakládání vložen svícením dolů. Po stisknutí tlačítka start dojde k zalisování dutých šroubů, proběhne kontrola přítomnosti odvětrávacích elementů, těsnění, etikety a sáňkového držáku.

Obrázek 19 Finální kontrola světlometu (interní zdroj)

Po tomto pracovišti je světlomet přenesen na stůl, kde je provedena finální kontrola. Zkontroluje se celý světlomet, jestli není někde jakkoliv poškozen. Hadříkem se otřou povrchové nečistoty, načte se štítek a hotový světlomet se načte do systému. Poté je zabalen do zelené textilní nopy a vložen do gitterboxu, kde je kolem něj dán ohradník. Po naplnění gitterboxu jsou světlomety připraveny k expedici. V případě, že je nalezena nějaká nesrovnalost, poškození apod., jsou v systému uvolněny všechny díly, které jsou ze světlometu demontovány, popřípadě všechny díly, pokud dochází k demontáži celého světlometu.

Obrázek 20 Finální světlomet (vlastní zpracování)

7 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ HODNOTOVÉHO TOKU VÝROBKU

Název projektu je Projekt zefektivnění hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti. Společnost se pohybuje v odvětví Automotive a zabývá hlavně výrobou a vývojem světelné techniky do aut. Diplomová práce je zpracovávána v nové části závodu, která se věnuje výrobě světlometů pro segment Aftermarket (výroba náhradních dílů).

7.1 Cíl projektu

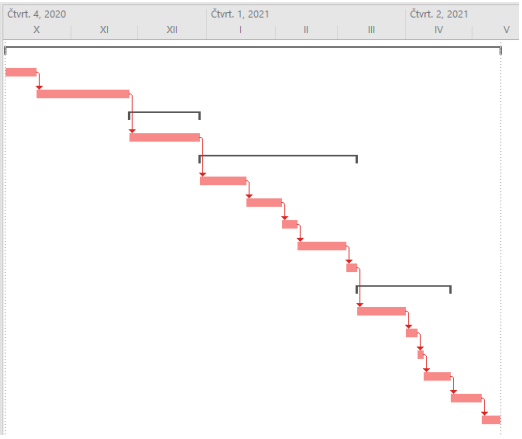
Cílem projektu, který se nazván jako Projekt zefektivnění hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti, je zefektivnit hodnotový tok výrobku, který je podmíněn splněním dílčích projektových cílů. Dílčími projektovými cíli je snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepení alespoň o 25 % a zvýšení efektivity lepení alespoň o 15 % a snížení variability výrobního plánu.

7.2 Časový harmonogram

Časový harmonogram projektu slouží jako časový plán praktických kroků, které je potřeba provést, aby bylo možné dosáhnout stanoveného cíle projektu.

Projekt se skládá z osmnácti základních a nejpodstatnějších činností. Každá činnost v časovém harmonogramu je jinak složitá na realizaci, proto každá z nich trvá jinak dlouhou dobu. Nejdelší činností v rámci projektu je seznámení s montážní linkou, lepením a výstupem po lepení. Tato činnost zahrnuje také se sběr informací od operátorů, team leadrů, seřizovačů, manipulantů a mistrů, ale také z pozorování, které je důležité pro pochopení postupů a procesů. Druhou nejdelší a klíčovou činností v rámci projektu celého projektu je mapování hodnotového toku, která je základním kamenem pro všechny navazující činnosti. Projekt bude realizován od začátku října roku 2020 do půlky dubna roku 2021. Realizace projektu tedy bude trvat přibližně 7 měsíců.

Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení
	Zefektivnění hodnotového toku výrobku	**160 dny**	**02.10. 20**	**13.05. 21**
	Definování projektu	10 dny	02.10. 20	15.10. 20
	Seznámení s linkou a lepením	30 dny	16.10. 20	26.11. 20
	Analýza současného stavu	**22 dny**	**27.11. 20**	**28.12. 20**
	Mapování hodnotového toku	22 dny	27.11. 20	28.12. 20
	Zefektivnění plánování	**51 dny**	**29.12. 20**	**09.03. 21**
	Analýza současného stavu plánování	15 dny	29.12. 20	18.01. 21
	Určení seřizovacích časů	12 dny	19.01. 21	03.02. 21
	Výpočet kapacity	5 dny	04.02. 21	10.02. 21
	Kumulace odvolávek	16 dny	11.02. 21	04.03. 21
	Vyhodnocení zefektivnění plánování	3 dny	05.03. 21	09.03. 21
	Změna procesu lepení	**30 dny**	**10.03. 21**	**20.04. 21**
	Analýza změny lepení	16 dny	10.03. 21	31.03. 21
	Výpočet kapacit	3 dny	01.04. 21	05.04. 21
	Výpočet OEE	3 dny	06.04. 21	08.04. 21
	Zefektivnění dostupnosti lepení	8 dny	09.04. 21	20.04. 21
	Návrh budoucího stavu	10 dny	21.04. 21	04.05. 21
	Zhodnocení projektu	7 dny	05.05. 21	13.05. 21



Obrázek 21 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

7.3 RIPRAN analýza

Při plánování projektu existují vždy nějaká rizika, která daný projekt mohou ohrozit, a proto je důležité je identifikovat. K identifikaci rizik, je používána analýza RIPRAN (analýza projektových rizik). Aby bylo možné předejít identifikovaným rizikům, je nutné navrhnout opatření zabraňující vzniku rizik.

1. Ztráta dat – Ztráta získaných dat, analýz apod. může mít negativní vliv na dodržení stanoveného termínu ukončení projektu. Pravděpodobnost ztráty dat je velmi nízká, ale vliv na projekt může mít ztráta dat velmi vysoký. Jako opatření proti ztrátě dat je důkladné zálohování všech dat.
2. Nedodržení časového harmonogramu – V kterékoli části projektu může dojít z mnoha důvodů k nedodržení stanovených termínů. Pravděpodobnost nedodržení časového harmonogramu je nízká, avšak při jeho nedodržení může mít opoždění některých činností zásadní vliv na nedodržení termínu ukončení projektu. Opatřením proti nedodržení časového harmonogramu je spolupráce se spolehlivými zaměstnanci.
3. Neochota spolupráce ze strany zaměstnanců – Ve všech částech projektu je možné narazit na neochotné a nespolupracující zaměstnance. Zaměstnanci se mohou bát nepříznivých dopadů na jejich osobu. Pravděpodobnost, že tato situace nastane je střední a vliv na projekt je vysoký. Opatření, proti neochotě spolupráce ze strany zaměstnanců, je pravidelná informovanost a komunikace se zaměstnanci, se kterými tým spolupracuje a dalším opatřením je motivace pracovníků ke spolupráci.
4. Zamítnutí návrhů (ze strany managementu) – Každý návrh musí projít schválením vyššího managementu. Pravděpodobnost zamítnutí návrhů je střední a vliv na projekt

má vysoký. Tomuto riziku se dá velmi jednoduše předejít pravidelnými konzultacemi s managementem a informovaností managementu o následujících krocích.

5. Špatně naměřená data – Špatně naměřená data mohou ovlivnit výsledek projektu, avšak pravděpodobnost špatně naměřených dat je nízká. Veškeré měřené analýzy v diplomové práci vychází z důkladného videozáznamu, který je dále zpracováván. Opatřením je více naměřených vzorků a jejich kontrola.
6. Chybné analýzy – Chybně zpracované analýzy stejně jako špatně naměřená data mohou nepříznivě ovlivnit vývoj projektu a nedodržení stanovených termínů. Pravděpodobnost chybných analýz je nízká, ale má vysoký vliv na výsledek projektu. Opatřením stejně jako u předchozího rizika je kontrola, v případě nejistoty o správnosti analýzy, zkušenějším kolegou.

Všechny výše popsané charakteristiky rizika projektu jsou zpracovány v tabulce č. 2.

Tabulka 5 Rizika projektu (vlastní zpracování)

Číslo	Riziko	Pravděpodobnost	Vliv	Opatření
1	Ztráta dat	velmi nízká	velmi vysoký	Zálohování dat
2	Nedodržení časového harmonogramu	nízká	velmi vysoký	Spolupráce se spolehlivými zaměstnanci
3	Neochota spolupráce ze strany zaměstnanců	střední	střední	komunikace a informovanost zaměstnanců v počátcích i během projektu; vhodná motivace
4	Zamítnutí návrhů (ze strany managementu)	střední	vysoký	Pravidelné konzultace s vedením
5	Špatně naměřená data	nízká	vysoký	Průběžná kontrola dat
6	Chybně provedené analýzy	nízká	vysoký	průběžná kontrola výsledků analýz

Tabulka č. 3 obsahuje RIPRAN analýzu, zkoumající pravděpodobnost identifikovaných rizik a jejich vliv na projekt. Čísla identifikovaných rizik z tabulky č. 2 jsou shodná s čísly rizik v tabulce č. 3. Nadpoloviční většina rizik, se nachází ve střední (oranžové) oblasti. Rizika v této oblasti nemají zásadní vliv na výsledek projektu, ale je třeba se jim vyvarovat

a snažit se jim předejít. Rizika č. 4 a 2 se nachází v červené oblasti a jejich výskyt může zásadním způsobem ovlivnit výsledek projektu a dodržení termínu ukončení projektu. Těmto rizikům je potřeba věnovat zvýšenou pozornost a je třeba se jim vyhnout. V zelené oblasti, kde rizika nemají téměř žádný vliv na průběh nebo ukončení projektu se žádná identifikovaná rizika nevyskytují.

Tabulka 6 RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování)

Pravděpodobnost/vliv	velmi nízká	nízká	střední	vysoká	velmi vysoká
velmi vysoká	1				
vysoká					
střední			3	4	
Nízká				5;6	2
velmi nízká					

8 SOUČASNÁ MAPA TOKU HODNOT

Jedním z prvních kroků v rámci projektu je analýza současného stavu, která byla provedena pomocí nástroje Value Stream Mapping / Mapování hodnotového toku (VSM).

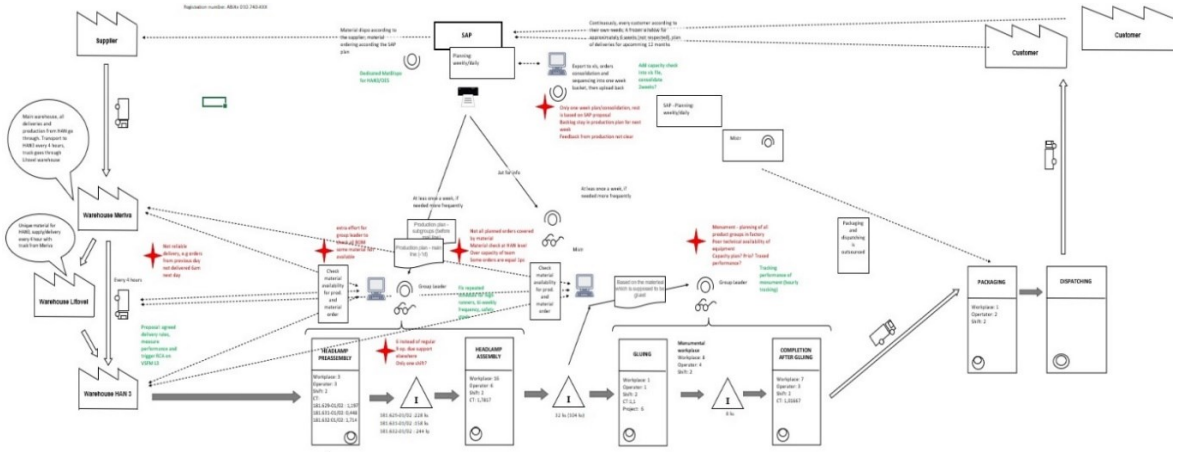
Celý proces mapování hodnotového toku začíná u zákazníka, který vytvoří odvolávky na určitý počet kusů s týdenní přesností. Veškeré odvolávky jsou zaznamenávány do informačního systému SAP, který je využíván celou společností. Odvolávky jsou vytvořeny na cca dvanáct měsíců dopředu. V průběhu roku jsou odvolávky zákazníkem upravovány, počet kusů požadovaný zákazníkem je zvyšován či snižován, dle jeho vlastních potřeb. Změna odvolávky je možná maximálně šest týdnů před termínem dodání zakázky k zákazníkovi. Tento termín je však zákazníky porušován a počet kusů v odvolávce je měněn i týden před termínem dodání.

Plán výroby je sestaven referentem plánování. Nejprve je vyexportován plán odvolávek z informačního systému SAP do MS Excel. V MS Excel jsou odvolávky od zákazníka zkonsolidovány a seřazeny do jednotýdenního výrobního plánu. Proces plánování začíná od konce procesu. Nejprve je tedy naplánován proces balení tak, aby světlomety byly zabaleny do data odvolávky. Balení probíhá v jiné části společnosti nacházející se v průmyslové zóně Olomouc Hněvotín, proto v průběhu mapování hodnotového toku této části procesu není věnována příliš velká pozornost. Teprve až je naplánováno balení je plánována montáž pouzdra a montáž skupin. Lepení není součástí plánování. Lepení probíhá na základě prioritizace a na základě materiálu který čeká na lepení a jeho množství. Po vytvoření plánu je plán nahrán zpět do informačního systému SAP a v tištěné podobě předán team leadrovi a mistrovi. Plán je mistrovi předán pouze jako informativní dokument.

Na základě výrobního plánu v informačním systému SAP je disponenty pro materiál v Mohelnici zaslána objednávka materiálu dodavatelům. Dodavatelé mají na dodání materiálu do centrálního skladu v Mohelnici tři dny. Do skladu Merriva v Mohelnici je dodáván veškerý materiál a je zde také naskladněn. Velké množství materiálu je používáno jak závodem v Mohelnici, tak v závodě v Horce nad Moravou (dále označováno jako HAN 3). Unikátní materiál, který je používán pouze v HAN 3 je ve většině případů každé 4 hodiny dodáván ze skladu Merriva do meziskladu v Litovli, odkud je v případě potřeby dodáván do závodu HAN 3. Ve výjimečných případech je materiál dovážen přímo do skladu v areálu HAN 3. Materiál potřebný k montáži světlometu, jehož výroba je naplánována na začátek ranní směny, musí být k dispozici den před započetím montáže, aby nedošlo k prostoji

z důvodu čekání na materiál. Materiál potřebný k montáži světlometů, které mají být montovány později, musí dorazit nejpozději téhož dne do šesti hodin ráno. Materiál ve všech skladech je vyskladňován na základě metody FIFO.

Materiál potřebný k montáži skupin nebo pouzdra světlometů, jsou objednávány team leadrem den před plánovanou montáží. Team Leader musí projít všechen materiál, zkontrolovat dostupnost materiálu a v případě potřeby materiál objednat z jedno ze skladů. Stejně tak Team Leader na lepení musí zajistit materiál potřebný k lepení a výstupu. V případě komplikací s nedostatkem materiálu, které jsou zjištěny před montáží nebo při ní, je potřeba řešit změnu vyráběné varianty nebo projektu s referentem plánování, který na základě dohody s team leadrem upraví výrobní plán. V případě jakékoli úpravy ve výrobním plánu musí referent plánování vytisknout a předat team leadrovi a mistrovi nový aktualizovaný plán.



Obrázek 22 Horní část mapy hodnotového toku (vlastní zpracování)

Byly vybrány 3 druhy materiálu (na základě domluvy s nadřízeným), které jsou u všech registračních čísel pod variantou BiXe stejné (s rozlišením levé a pravé strany). Jedná se o pouzdro, moduly a sklo. Zjištěné množství je rozděleno na množství na skladě v rámci areálu HAN 3 a na množství ve výrobě.

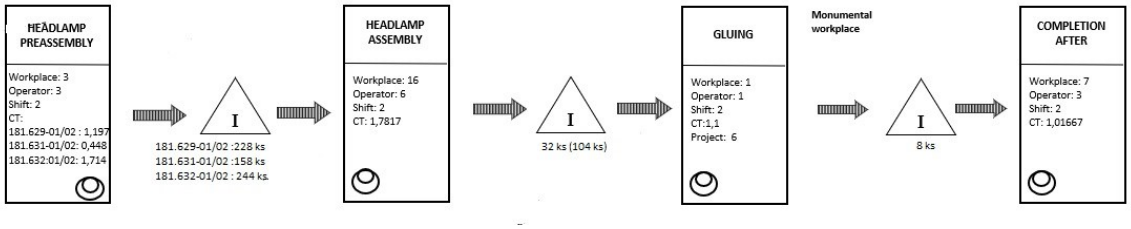
Materiál	Sklad v ks	Výroba v ks
Pouzdro	1312	186
Modul	400	417
Sklo	89	759

Obrázek 23 Mapované druhy materiálu na skladě a ve výrobě (vlastní zpracování)

Jak můžeme vidět ve zjednodušené tabulce výše, tak materiálu pouzdra je na skladě 1312 ks, modulu 400 ks a skla 89 ks. Ve výrobě potom bylo 186 ks pouzder, 417 ks modulů a 759 ks skel, kdy je třeba eliminovat výskyt materiálu ve výrobě v době, kdy není zrovna potřeba.

Celý proces výroby (montáž skupin, montáž pouzdra, lepení a výstup) probíhá ve dvou pracovních směnách, ranní a odpolední.

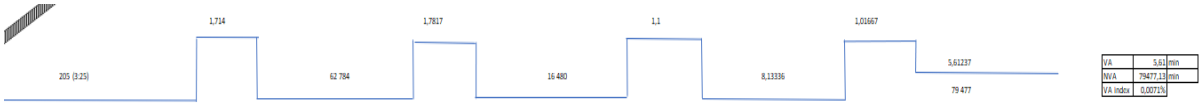
Před montáží dochází k objednání materiálu, vyskladnění, přepravě a vyložení v definovaném prostoru. Na proces vyskladnění, přepravy a vyložení, je maximální stanovený čas 205 minut. Montáž skupin probíhá na třech pracovištích pomocí tří operátorů a jak už bylo zmíněno výše, ve dvou pracovních směnách. U varianty BiXe se montují 3 skupiny, jejichž registrační čísla společně s cyklem stroje, na kterém je skupina montována můžeme vidět na obrázku níže. Skupiny by měly být montovány tak, aby na sebe jednotlivé montáže navazovaly a skupiny nezůstávaly nevyužity ve výrobě po delší dobu. Při mapování bylo zjištěno, že skupiny v době sledování zůstaly bez použití v průměru po dobu 62 784 minut (43,5 dní). Montáž pouzdra probíhá na šestnácti pracovištích pomocí šesti operátorů ve dvou pracovních směnách. Cyklus linky je 1,7817 minuty. Po dokončení montáže jsou pouzdra skladována v roll kontejnerech do doby, než dojde k jejich zalepení. I v tomto případě platí, že by montáž a lepení měly vzájemně navazovat. V době mapování čekalo na zalepení v průměru 32 ks varianty BiXe v průměru 16 480 min. (11,5 dne). Lepení je prováděno pomocí robota, na jednom pracovišti, a obsluhuje jej jeden operátor. Cyklus lepení je 1,1 minuty. Lepení můžeme označit jako monumentální pracoviště. Tedy pracoviště, které je společné pro několik různých projektů. Na tomto lepení se střídá 8 projektů, z nichž každý projekt má více variant a každá varianta 2 strany. Po lepení následuje výstup. Na výstupu jsou pracoviště, kde probíhá finální kontrola pomocí VisiConu, Těsnosti, popřípadě jsou v Hub pracovišti zalisovány drobné komponenty, a nakonec putuje světlomet do DecoBoxu, kde je načten čárový kód, světlomet je finálně upraven, zabalen do nopy a odložen do gitterboxu. V gitterboxech jsou přepravovány do Hněvotína, kde jsou finálně zabaleny dle požadavků zákazníka a připraveny k expedici.



Obrázek 24 Proces výroby světlometu (vlastní zpracování)

Pro finální zhodnocení efektivity jednotlivých časů v rámci VSM byly tyto časy rozdělené na ty, které přidávají hodnotu (VA), tj. časy do kterých spadají činnosti, při kterých se mění finální výrobek (typická operace předmontáž, montáž, lepení) a bylo rozhodnuto, že pro lepší orientaci v činnostech, které přidávají hodnotu, bude do těchto činností zahrnuta i kontrola jakosti výrobku a běžné manipulace s materiálem při výrobě, což jsou typicky činnosti, které hodnotu výrobku nepřidávají (NVA). Mezi činnosti, které nepřidávají přidanou hodnotu však byly vytypovány pouze ty činnosti, které lze označit jako plýtvání, tj. čekání na materiál a zpracování.

Činnosti přidávající hodnotu jsou montáž skupin, která tvoří 1,714 minut, montáž skupiny pouzdra trvající 1,7817 minut, lepení 1,1 minuty a výstup tvořící 1,0167 minuty. Celkový čas přidávající hodnotu je 5,61 minut. Činnosti nepřidávající hodnotu jako čekání na vyskladnění materiálu a přepravu ze skladu trvá 205 minut. Čas nepřidávající hodnotu, kde jsou zařazeny hlavně činnosti plýtvání jako čekání na materiál či na zpracování materiálu tvoří celkem 79 477 minut. Na základě činností VA a NVA byl vypočten index přidávající hodnotu tzv. VA index. Ten je vypočítán jako poměr časů přidávajících hodnotu a časů nepřidávající hodnotu, tedy 5,61 / 79 477. VA index je 0,0071 %.



Obrázek 25 Časy přidávající a nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování)

Celá mapa hodnotového toku je uvedena k nahlédnutí v příloze č. 4.

8.1 Zhodnocení současné mapy hodnotového toku

Ze současné mapy hodnotového toku VSM vyplývají problémy, které mohou představovat pro vybranou společnost finanční ztrátu, způsobenou nekvalitou, neproduktivitou a plýtváním. Z výše uvedených informací se jedná zejména o vysoký podíl NVA činností, který je převážně způsobem čekáním na zpracování materiálu na následujícím procesu.

Snížením počtu NVA činností (neboli zvýšením VA indexu) lze významně ovlivnit efektivitu výroby vybraného výrobku a zvýšit tím ziskovost společnosti.

Během mapování hodnotového toku byly také zjištěny skutečnosti, označené červeným křížkem (viz. obrázek č. 20 nebo příloha č. 4), které značí potenciál pro zlepšení.

Plánování – Referentem plánování je vytvářena jednotýdenní konsolidace (jednotýdenní plán) výroby. Všechny zbylé odvolávky jsou založeny automaticky pomocí informačního systému SAP. Backlog (zpoždění výroby oproti výrobnímu plánu a požadavků zákazníka) je zahrnut ve výrobním plánu na následující týden. Zahrnutím backlogu do výrobního plánu se ve většině případů převýší kapacita linky. Ze sledování vyplynulo, že není zcela čisté předávání informací mezi team leadrem a referentem plánování.

Zajištění materiálu – Materiál je objednáván na základě výrobního plánu, vytvořeným referentem plánování, v informačním systému SAP. Jednotliví materiáloví disponenti mají určené dodavatele, se kterými komunikují a u kterých objednávají materiál potřebný k výrobě v závodu v Mohelnici. Díky rozšíření výroby objednávají materiál nejen pro hlavní závod, ale také pro HAN 3. V současné době je projednáváno zaměstnání materiálového disponenta, který by měl na starosti objednávání materiálu pro celý výrobní závod HAN 3.

Dodávky materiálu – jak už bylo zmíněno v kapitole 7, dostupnost materiálu, popřípadě jeho objednání provádí team leader. Dodání materiálu by mělo proběhnout tentýž den nebo nejpozději další den do 6 hodin ráno. Avšak dodávky materiálu jsou nespolehlivé a den předem objednaný materiál nedorazí ve stanovenou dobu, což má za následek pozastavení výroby nebo po dohodě s referentem plánování dojde k přehozu z varianty na tu variantu, která podle výrobního plánu má následovat a na kterou je dostupný všechen materiál a která se může bezprostředně po přehozu začít vyrábět. Tento problém začal být řešen už při mapování hodnotového toku, kdy došlo k upravení dodací lhůty objednaného materiálu.

Ověřování dostupnosti – ověřováním dostupnosti všech materiálů potřebných k montáži, vzniká team leadrovi další povinnost navíc. Ověřování dostupnosti materiálu je prováděno na úrovni skladů HAN 3, Litovel i Merriva. V případě, že je materiál společný jak pro montáž v závodu v Horce nad Moravou, tak pro závod v Mohelnici, má závod v Mohelnici jakožto sériová výroba, pokud není dostatek materiálu pro oba závody, přednost. V tom případě i přes to, že je materiál již objednaný pro závod HAN 3, zůstává v Mohelnici. Tím vzniká problém a musí dojít k přeplánování montáže v HAN 3.

Materiál ve výrobě – během komunikace s team leadrem a manipulantem, kteří mají na starost objednávání materiálu bylo poukázáno na problém ztráty materiálu. Během ověřování dostupnosti materiálu je v informačním systému SAP uvedeno, že materiál je oficiálně ve výrobě, při hledání daného materiálu je následně zjištěno, že materiál ve výrobě není.

Lepení – lepení je tzv. monumentální pracoviště, tedy pracoviště, kde se setkává více materiálových toků. Na tomto lepení se lepí dohromady osm projektů. Pouzdra čekají ve výrobě na dobu, až budou moci být zalepeny. Plán lepení se vytváří na základě zakázek čekajících na lepení, dostupnosti materiálu a prioritizace (upřednostňují se High-runnery – výrobky s vysokou frekvencí odvolávek). Doba čekání skupin pouzdra na zalepení je v rámci dnů až týdnů.

8.1.1 Potenciály pro zlepšení na základě současného VSM

Největší potenciál pro zlepšení je v oblasti plánování a u procesu lepení. Plánování ovlivňuje mnoho navazujících procesů od objednávek materiálu, přes montáž skupin až po montáž pouzdra a je zcela zásadní pro plynulý tok výroby, bez víceprací, prostojů apod., jejichž eliminací se snižují výrobní náklady a slouží k uspokojení požadavků zákazníka. Lepení je díky nízké kapacitě úzkým místem celého procesu výroby. Cílem je snížení bufferu (meziskladu mezi operací montáže a lepení, čekající na zpracování dle definice uvedené v kapitole 7.1), který způsobuje neefektivitu v rámci rozpracovanosti ve výrobě a navyšuje výrobní náklady. Možnost, jak snížit množství rozpracované výroby před lepením je optimalizace výrobního a předvýrobního procesu s dopadem na zvýšení efektivnosti a zvýšení kapacity. Vedlejším efektem bude zvýšení efektivity samotné výroby eliminací činností, které nepřidávají hodnotu výrobku. Dále je důležité zabývat se ztrátami materiálu ve výrobě. Jestliže při zjišťování dostupnosti materiálu je v informačním systému uvedeno, že daný materiál je ve výrobě a při vychystávání materiálu daný materiál není k nalezení, musí dojít k přeplánování a přehození na jinou variantu či jiný projekt. Tyto neshody v informačním systému mohou být způsobeny například neshodnými počty materiálu na skladě z důvodu chybně provedené inventury, která se provádí pravidelně dvakrát ročně, nebo chybně provedenými odpisy materiálu z důvodu neshodného kusu. Často je nedostupnost materiálu způsobena neodborným zaskladněním na místo bez definované pozice (např. celá výrobní hala) a následně dochází k složitému dohledávání, což způsobuje chaos ve výrobě a plýtvání.

9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍ LINKY

Na základě vydefinovaných potenciálů na zlepšení, které jsou uvedeny k v kapitole 8.1.1 byly vytvořeny návrhy na zlepšení. Jednotlivým návrhům předchází analýza, zda jsou tyto návrhy relevantní a budou mít reálný dopad na mapu hodnotového toku. Pro výpočet ukazatele efektivnosti jednotlivých opatření bylo u návrhů s přímým dopadem do ziskovosti vytvořeno finanční porovnání.

9.1 Návrh na zlepšení č. 1 - optimalizace plánování

Plán výroby je sestavován referentem plánování. Z informačního systému SAP jsou vyexportovány odvolávky od zákazníka na následující týden. Výrobní plán je zpracován v MS Excel a pak nahrán zpět do informačního systému. V tištěné podobě se předává team leaderovi a mistrovi. Mistrovi slouží výrobní plán slouží jako informativní dokument. Do výrobního plánu je krom odvolávek zahrnut i Backlog. V případě nedostupnosti materiálu dochází na základě domluvy mezi team leadrem a referentem plánování k přeplánování výrobního plánu dle aktuálních potřeb. V případě změn, je výrobní plán opětovně vytištěn. Jak už bylo zmíněno v kapitole 7.1.1., plánování ovlivňuje mnoho dalších procesů, mezi něž patří jak objednávky materiálu, tak montáž skupin i pouzdra a plynulý výrobní tok bez prostojů apod. pomáhají lépe plnit požadavky zákazníka.

Ve výrobním plánu jsou zaplánovány i montáže méně jak 10 kusů světlometů jedné varianty a není výjimkou montáž jednoho či dvou kusů, kvůli kterým je nutné provést přehoz z jedné varianty na druhou a následně přehodit na jinou variantu.

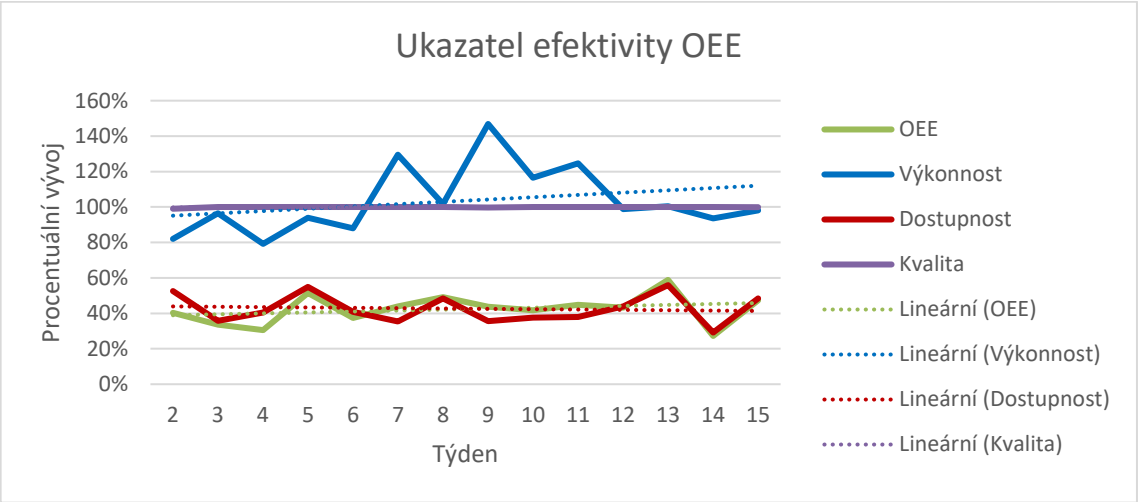
9.1.1 Analýza současného stavu plánování

Analýza současného stavu vychází ze zahlášených dat z výroby, které obsahují počet vyrobených kusů, čas výroby, typ a čas prostojů a případné neshodné kusy. Tyto data jsou zaznamenávána při každém ukončení výroby team leaderem montážní linky a následně přenesena do informačního systému SAP.

Cílem analýzy bylo zjistit výkonnost, dostupnost linky, kvalita a celková efektivita, což je definováno ukazatelem OEE. Dalším důležitým ukazatelem pro zvýšení efektivity je četnost a délka seřízení montážní linky mezi jednotlivými variantami, která se projeví v ukazateli dostupnosti.

Výkonnost byla vypočítána jako norma celkem v minutách děleno minuty po odečtení prostojů. Dostupnost byla vypočítána jako součet minut děleno odpracovaná doba krát počet směn. OEE je vypočítáno jako výkonnost*dostupnost*kvalita.

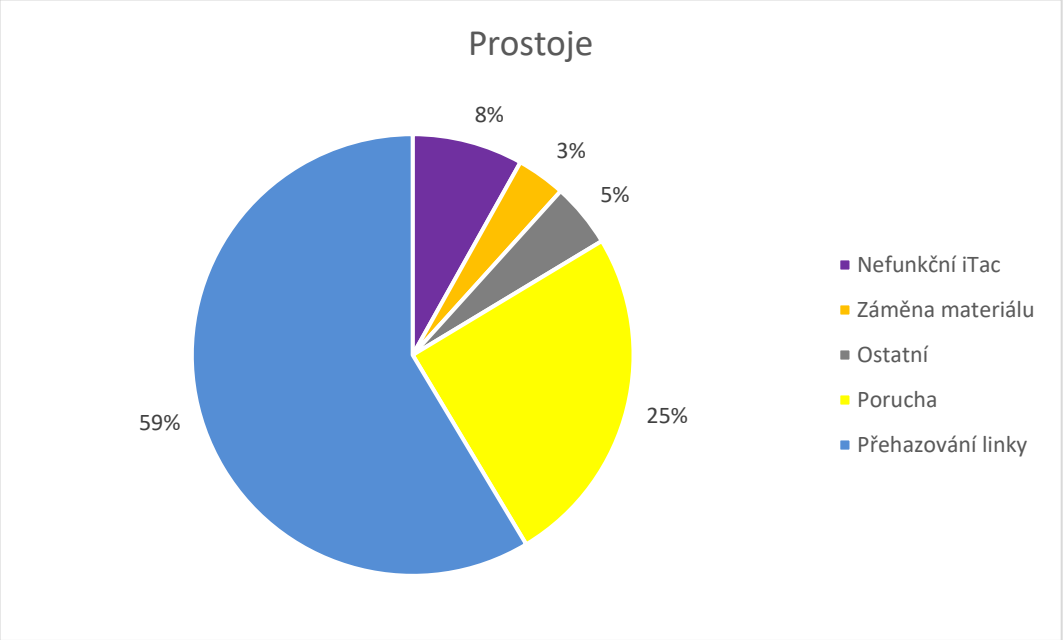
Celková efektivita výroby dle ukazatele OEE za analyzované období od 5.1.2021 do 9.4.2021 je 42 %. Z následného rozboru jednotlivých částí OEE vychází, že výkonnost má rostoucí trend a dosahuje v hodnoty 99 %. Montážní linka tedy téměř plně dosahuje plnění výkonnostních norem. Celkovou efektivitu výroby ale snižuje dostupnost, která má hodnotu pouze 43 %. Tento stav je způsoben zejména variabilitou odvolávek, která lze vidět v grafu níže.



Graf 4 OEE montážní linky (vlastní zpracování)

Z výrobních dat lze dále zjistit, že z celkových výrobních prostojů, které zásadně ovlivňují ukazatel dostupnosti jsou za uvedené období 3635 minut, což představuje 18 % z celkových 19.898 min. výrobního času. To však není vůbec zanedbatelná položka, zvlášť když v přepočtu na personální čas (čas všech operátorů, kteří za dobu prostoje nevykonávali žádnou činnost) se jedná o 13.630 minut, tedy cca 227 hodin. Prostoje byly rozděleny do pěti kategorií. První kategorií byl nefunkční systém iTAC, který zajišťuje 100% dohledatelnost výrobků a dílů, ze kterých se skládá a díky občasným serverovým výpadkům systém přestává fungovat a nelze vyrábět. Celkem za sledované období nefungoval systém iTAC 295 minut, což znamená 8 % všech prostojů. Tento problém je na straně IT oddělení vybrané společnosti, která má za úkol jej odstranit. Druhou kategorii je záměna materiálu, který je způsoben neshodným označením materiálu při inventuře, nebo chybou ve skladu. Dále může být způsobený chybou manipulanta, či skladníka, kteří materiál na základě objednávky vyskladňují ze skladu a dovážejí na montážní linku, nebo například ztrátou

označení materiálu při převozu na montážní linku, tudíž nelze materiál použít a je vyhodnocen jako záměna. Tento typ prostoje zabral 130 minut za sledované období, tj. 4 % všech prostojů. Poruchy strojního zařízení zabraly 910 minut za vybrané období a tvoří 25 % všech prostojů. Nejvíce však zabírá změna varianty (seřízení montážní linky), která za sledované období zabírá 2130 minut a tvoří celkových 59 % všech prostojů. Zbývající prostoje byly označeny jako „ostatní“ a tvoří 5 % (170 minut) z celkových prostojů. Do kategorie ostatní je zařazena například komunikace, hledání materiálu, objednávání materiálu apod.



Graf 5 Prostoje na montážní lince (vlastní zpracování)

9.1.2 Kumulace odvolávek

Jak vyplývá z grafu výše, 59 % prostojů na montážní lince je způsobený přehazováním výrobní linky na jiný typ výroby. Dle Pareto pravidla bylo rozhodnuto o nutnosti nápravného opatření právě pro tento typ prostoje. Snížení časů seřízení, by se dalo docílit pomocí aplikace metody SMED, avšak nejde pouze o to snížit časy seřízení, ale zlepšit celý proces, čehož můžeme docílit tím, že zefektivníme plánování. Z důvodu vysoké variability množství jednotlivých variant odvolávek a z toho důvodu i vysoké míry přetypování mezi jednotlivými variantami bylo rozhodnuto o redukci variability výrobních dávek a tím i snížení počtu přetypování pomocí zahájení kumulace odvolávek, při čemž se stanoví varianty, které mají shodné pracovní stoly a pracovní přípravky a tudíž u nich není žádné přetypování, z nichž se vytvoří skupiny výrobků, které bude potřeba naplánovat tak,

aby logicky navazovaly za sebou bez nutnosti přehozů. Po dokončení jedné skupiny výrobků se přetypuje výrobní linka na další skupinu. V současném stavu dochází k týdennímu plánování výroby, pro zachování této logiky byly stanoveny tři modely pro kumulaci odvolávek. První model je dle stávajícího stavu, to znamená kumulace odvolávek dle jednotlivých variant pro jeden týden, druhý model kumuluje odvolávky ze dvou týdnů a třetí model kumuluje odvolávky ze třech týdnů. Pro ověření funkčnosti jednotlivých modelů, a hlavně jejich reálnému použití při plánování výroby je potřeba provést další analýzy. Prvním krokem pro úspěšné ověření funkčnosti je definování samotných seřizovacích časů, které budou sloužit k přesnější kumulaci odvolávek, přesnějšímu výpočtu kapacity výrobní linky a reálnému určení výše úspor. Druhým krokem bude výpočet již zmíněných kapacit. Znát reálné dostupné výrobní kapacity je nutné pro úspěšné kumulování odvolávek. Kapacity výrobní linky vybraná společnost počítá ve fázi před SOP (Start of Project) v rámci dokumentace Studie proveditelnosti, která je jedna z hlavních požadavků zákazníka při výběrovém řízení. Kapacita výrobní linky se v této dokumentaci počítá pro maximální možné využití výrobní linky (při 100 % OEE) a s plnou maximální dostupností výrobní linky, tj. 7 dní v týdnu, 24 hod. Po fázi SOP (Start of Project) se již kapacita nepočítá, jenom se sleduje stav plnění odvolávek a případné skluzy (backlog). Z tohoto důvodu byl dostupný výpočet kapacit nepoužitelný a bylo potřeba jej vytvořit znovu.

9.1.3 Určení seřizovacích časů

Ve vybrané společnosti nejsou přesně definované seřizovací časy na jednotlivé varianty projektů. Z tohoto důvodu je potřeba tyto časy analyzovat a určit pro následné finanční zhodnocení zlepšovacího návrhu. V úvahu přicházely dvě varianty, jak seřizovací časy určit. První bylo přímé měření času pomocí chronometrážního snímkování, které je však z hlediska zpracování velice náročné, protože pro snížení variability výsledku je potřeba naměřit alespoň deset náměrů každé varianty, což by vzhledem k četnosti seřízení jednotlivých variant bylo časově velice náročné a neefektivní. Z tohoto důvodu byla zvolena druhá varianta, a to určení seřizovacích časů pomocí nepřímého měření času metodikou předem určených časů MTM UAS, která je ve vybrané společnosti standardem pro určení výkonových norem u montážních linek. Pro přesnější výsledek MTM UAS byl vytvořen jeden snímek seřízení, ze kterého byla vytvořena MTM analýza pro jednotlivé pracoviště. Na vybrané lince jsou tři unikátní typy pracovišť. Prvním je montážní pracoviště, na kterém se nachází přípravek, který je upevněný k pracovnímu stolu pomocí dvou kolíků, dále je

k němu připojeno kontaktování, které zajišťuje komunikaci s PLC. Při seřízení je potřeba vyjmout kolíky, odepnout kontaktování, vyměnit přípravek za jiný, vložit kolíky zpět, vložit kontaktování a změnit variantu v PLC. Druhým je automatická HUB stanice, která se na rozdíl od prvního typu pracoviště liší v tom, že se přípravek skládá ze dvou částí, které jsou navzájem spojeny vedením. K upnutí je potřeba zasunout kolíky u spodní části a zašroubovat šroub vrchní části přípravku. Kontaktování je automatické po nasunutí přípravku do stroje. Opět je potřeba přenastavit PLC dle vyráběné varianty. Třetím pracovištěm je pracoviště laseru, kde nedochází k výměně přípravku, ale je potřeba pouze změnit variantu v PC a následně vytisknout etiketu, která se lepí na pouzdro a zkontrolovat ji se vzorníkem etiket. Po vytvoření časové normy pro jednotlivé typy pracovišť bylo potřeba změřit vzdálenosti mezi jednotlivými stanicemi a místem, kde jsou uloženy přípravky. Tímto prvkem se od sebe jednotlivé časové normy pracovišť liší. Všechny jednotlivé úkony byly dle metodiky MTM popsány a k nim přiřazeny standardizované kódy, které definují množství TMU (Time Measurement Unit) každého z nich, což je časová jednotka, která se standardně používá u metodik předem určených časů MTM, nebo MOST. U komplikovaných pohybů, které nejsou vhodné pro normování metodikou MTM byla použita simulace jednotlivého pohybu, nebo úkonu, na základě které byla pomocí chronometrážního snímkování určena časová náročnost a ta byla následně zavedena do MTM pod univerzálním kódem, který určuje pouze přímou délku času PTBSEC. Výsledkem je získaná časová náročnost na seřízení každého pracoviště zvlášť.

Basic Time (tb) | **tg (min /100 pc.)** | **331,5**
Time per Unit (tu) | **te (min /100 pc.)** | **331,5**
TMU 0,0006 min | **te (sec /1 pc.)** | **198,9**

No.	Description	Code	TMU	Quantity	Frequency	Total Basic t.	min/100pc	Total Basic t.	sec/pc
	ASSEMBLY (min/100pc)	**Time without allowance:**			**298,2**	**T. with allowance 7%:**		**319,1**	
1	Přehození varianty PLC (laser)	PTBSEC	27,8	60	1	100,08	min/100pc	60,05	sec/pc
3	Stisknout tlačítko	BA2	25	1	2	3,00	min/100pc	1,80	sec/pc
4	Wait	PTBSEC	27,8	3	2	10,01	min/100pc	6,00	sec/pc
6	Přechod pro vzorník a zpět	KA	25	8	1	12,00	min/100pc	7,20	sec/pc
7	Vzít vzorník etiket	AA1	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
8	Otevřít	PA1	10	1	1	0,60	min/100pc	0,36	sec/pc
10	Nalistovat	PTBSEC	27,8	20	1	33,36	min/100pc	20,02	sec/pc
12	Check	VA	15	20	1	18,00	min/100pc	10,80	sec/pc
13	Přechod pro pouzdro a zpět	KA	25	8	1	12,00	min/100pc	7,20	sec/pc
14	Vzít pouzdro z rollu	AA1	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
16	Ohyb	KB	60	0,5	1	1,80	min/100pc	1,08	sec/pc
17	Vyháknutí	AA1	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
19	Vzít etiketu z tiskárny a připravit	AA1	20	1	2	2,40	min/100pc	1,44	sec/pc
20	Umístit na pouzdro - 1. pozice	PC2	40	1	2	4,80	min/100pc	2,88	sec/pc
21	Umístit na pouzdro - 2. pozice	PC1	30	1	2	3,60	min/100pc	2,16	sec/pc
22	Vyhladit	ZA1	5	3	2	1,80	min/100pc	1,08	sec/pc
23	Úkrok k laseru	KA	25	1	2	3,00	min/100pc	1,80	sec/pc
24	Vložit pouzdro do přípravku	PC2	40	1	1	2,40	min/100pc	1,44	sec/pc
25	Stisknout tlačítko START	BA2	25	1	1	1,50	min/100pc	0,90	sec/pc
27	PT	PTBSEC	27,8	30	1	50,04	min/100pc	30,02	sec/pc
28	Vyjmout pouzdro	AA3	50	1	1	3,00	min/100pc	1,80	sec/pc
30	Otočit v ruce	AA1	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
31	Check laser	VA	15	20	1	18,00	min/100pc	10,80	sec/pc
32	Natočit do OK pozice	AA1	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
33	Odložit vzorník	PA1	10	1	1	0,60	min/100pc	0,36	sec/pc
34	Úkrok k polici a zpět	KA	25	2	1	3,00	min/100pc	1,80	sec/pc
35	Přechod na 30A	KA	25	4	1	6,00	min/100pc	3,60	sec/pc
36	Odložit na polici	PA2	20	1	1	1,20	min/100pc	0,72	sec/pc
37			0	1	1	0,00	min/100pc	0,00	sec/pc

Obrázek 26 Ukázka určení seřizovacího času pracoviště (vlastní zpracování)

Dalším krokem pro určení seřizovacích časů jednotlivých variant bylo vytvoření matice, ve které byly přiřazeny jednotlivé varianty k montážním pracovištím a časům seřízení pracovišť. Po sumarizaci všech jednotlivých časů byla určena časová náročnost seřízení jednotlivých variant, ale pouze v případě, že před samotným seřízením není výrobní linka osazena žádnými společnými přípravky. Posledním krokem tedy bylo doplnění matice o možné varianty výroby, jinak řečeno, přehled potenciálních přehozů každé varianty se všemi ostatními, a k nim definované originální seřizovací časy. Varianty výroby byly definovány slovně, k nim bylo přiřazeno číslo a v matici s pracovišti bylo vyznačeno, které pracoviště se u dané varianty musí seřídit (vyměnit přípravek apod.) a u kterého není potřeba dělat žádnou akci, protože je stejné i pro následující výrobu. Dohromady vzniklo 25 variant a po sumarizaci dat došlo k přesnému určení časové náročnosti seřízení každé z nich. Matice je k nahlédnutí v příloze č. 6.

9.1.4 Kapacitní výpočet

Pro určení reálné dostupné kapacity montážní linky a určení využití montážní linky bylo postupováno následovně. Nejprve byla spočítána disponibilní týdenní výrobní kapacita montážní linky. Operátoři na montážní lince pracují ve dvou směnách (ranní a odpolední) pět pracovních dní (pondělí až pátek). Ranní směna začíná v 6.00 a končí ve 14.00 hod. Odpolední směna začíná zároveň s koncem ranní směny a končí ve 22.00 hod. V průběhu směny mají operátoři nárok na dvě pauzy. Jedna desetiminutová přestávka je ráno 7:40 až 7:50 a poté obědová přestávka je 11:30 až 11:50. Dohromady přestávky tvoří 30 minut z jedné osmihodinové pracovní směny.

Disponibilní kapacita byla vypočtena jako: (počet směn * (délka směny – pauzy) * počet pracovních dní v týdnu) * 60 (minuty) → (2*(8-0,5) *5) *60 = 4500.

Tabulka 7 Výpočet kapacity (vlastní zpracování)

Počet směn	Hodiny	Dny	Kapacita
2	7,5	5	4500

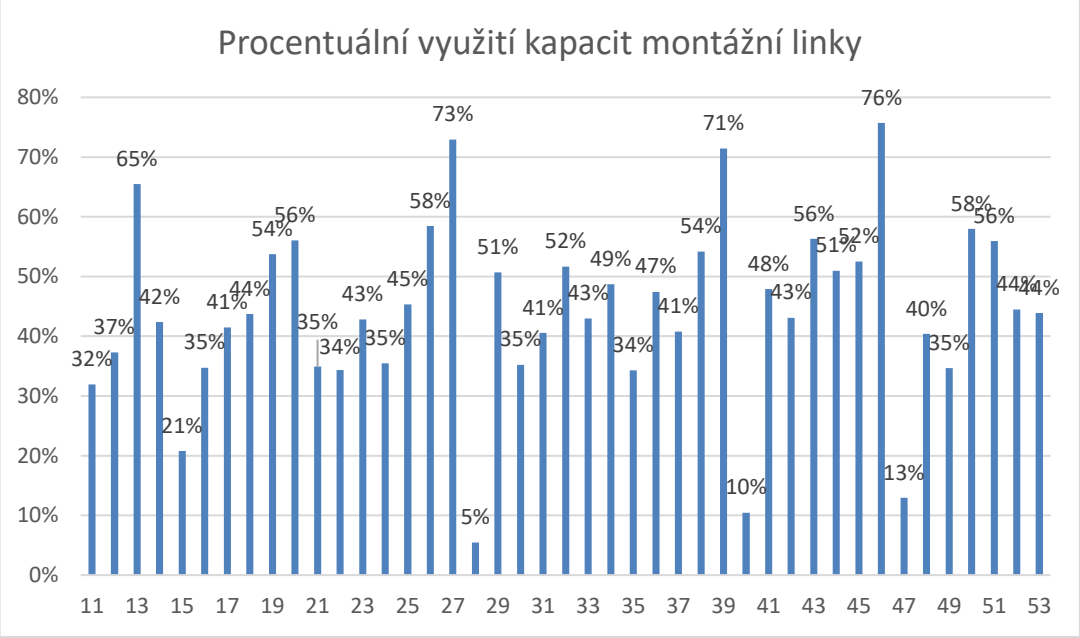
Disponibilní výrobní kapacita montážní linky je při dvou směnném provozu, a při práci 7,5 hodiny, pět dní v týdnu, 4.500 minut. Výrobní kapacita je vyčíslená v minutách, pro usnadnění výpočtu procentuálního využití kapacity na montážní lince.

Z informačního systému SAP byly vyfiltrovány odvolávky od zákazníka pro projekty AA3NF a TGP, jejichž montáž probíhá na jedné pracovní lince. Odvolávky jsou seřazeny

po týdnech. Pod jednotlivými týdny v tabulce najdeme celkové množství světlometů, které mají být vyrobeny. Následuje projekt a množství kusů světlometů jednoho projektu, které mají být daný týden vyrobeny. Pod projektem jsou seřazena jednotlivá registrační čísla. Ta jsou seřazena na základě množství vyráběných kusů. Ke každému registračnímu číslu je přiřazen cyklus, který je daný potřebným výrobním časem na jeden kus při jednom operátorovi a vydělen definovaným počtem operátorů dle nejefektivnějšího balancování pracovníků na montážní lince, což je definováno formulářem BTI (Balance Time Index). Množství vyráběných kusů bylo následně vynásobeno výrobním taktem.

Na základě matice seřizovacích časů, která je popsána v kapitole 9.1.3, byl vytvořen průměr seřizovacích časů. Průměr seřizovacích časů je 34,84 minut. Procentuální využití kapacity bylo vypočítáno jako: ((maximální počet seřízení * průměrný čas seřízení) + suma výrobních časů) / kapacita.

Největší procentuální využití výrobní kapacity je v čtyřicátém šestém týdnu, kdy odvolávky od zákazníka činí 1.299 kusů světlometů a montážní linka by měla být využita ze 76 %. Naopak nejnižší % využití kapacity je ve dvacátém osmém týdnu, kdy procentuální využití kapacity montážní linky vychází na 5 %.



Graf 6 Procentuální využití kapacit montážní linky (vlastní zpracování)

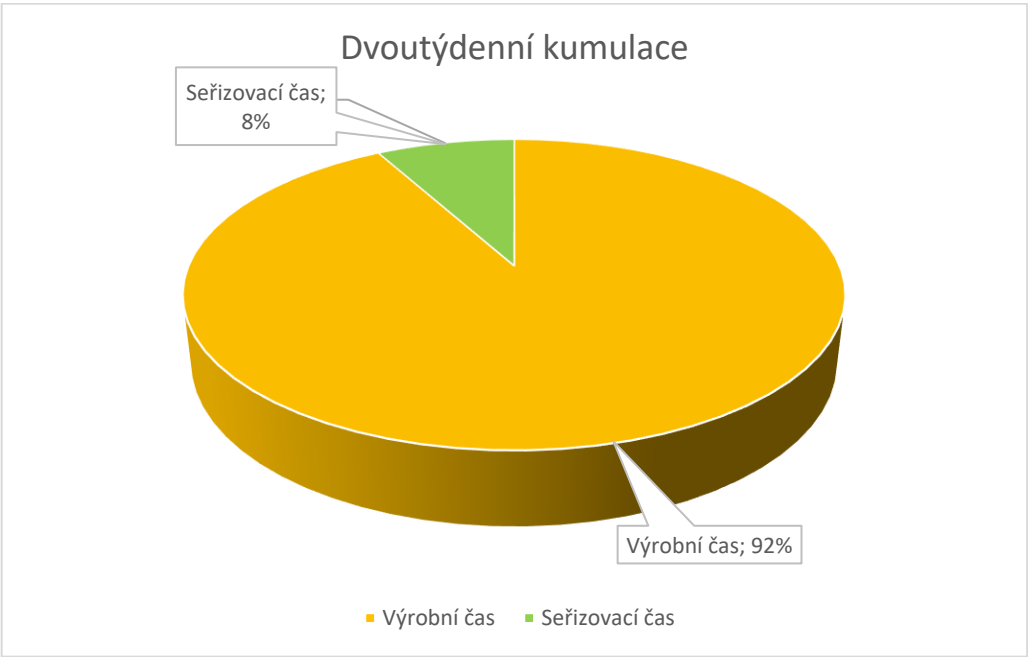
Z uvedených dat uvedených v grafu č. 6 vyplývá, že využití kapacit montážní linky nepřesáhne více jak 76 %, tudíž není nutné navyšovat kapacitu montážní linky.

9.1.5 Varianty kumulací odvolávek

Pro vytvoření kumulace odvolávek byla použita matice z kapitoly 9.1.3, ze které byly použity čtyři základní skupiny výrobků, mezi kterými není žádný čas nutný pro přetypování, u projektu AA3NF se jedná o skupiny LED, BiXe + AFS, Halogen a u projektu VWTG se jedná o skupiny Halogen a BiXe. Následně bylo ze SMED matice určeno, jak skupiny výrobků řadit za sebou, aby se docílilo co možná nejnižšího času na přetypování. Například z varianty AA3NF skupina LED je nejoptimálnější přetypování na variantu AA3NF skupina BiXe + AFS, kde je definovaný čas na přetypování linky cca 16 min., zatímco u ostatních variant je čas 24 minut a vyšší. Stejnou logikou bylo postupováno i dále, z varianty AA3NF skupina BiXe + AFS je nejoptimálnější přetypování na variantu AA3NF skupina Halogen s časem, nutným na přetypování, 24 min. (přetypování na ostatní varianty trvá 34 minut a více). Následně byly jednotlivé výrobky v odvolávkách od zákazníka označeny dle variant a seřazeny za sebou dle výše uvedené logiky. K jednotlivým variantám byl přidán čas dle časových norem z informačního systému SAP a u změny variant byl přiřazen čas na přetypování dle matice SMED. Celkový disponibilní čas byl stanoven na 450 minut, tj. bylo počítáno pouze s jednou směnou, na místo původních dvou směn. Plánování výroby formou kumulace je stanoveno s maximální možnou efektivitou výroby, proto nepočítá s variabilním OEE, které je stanoveno na 100 % (dostupnost je v tomto případě stanovena na 100 % pro jednu směnu). Jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly 8.3, byly vytvořeny tři varianty (modely) kumulací. První variantou byla jednotýdenní kumulace, následně dvoutýdenní kumulace a třítýdenní kumulace. Kumulace byly vytvořeny na 6 týdnů od šestého do jedenáctého týdne v roce 2021 a to z toho důvodu, aby se transparentně definovalo, která varianta je pro výrobu nejoptimálnější. V rámci jednotýdenní kumulace bylo zjištěno, že výrobní čas je 8110 minut což tvoří 87 % z celkového času. Seřizovací čas pak v rámci jednotýdenních kumulací tvoří 13 % z celkového času, což je 1259 minut.

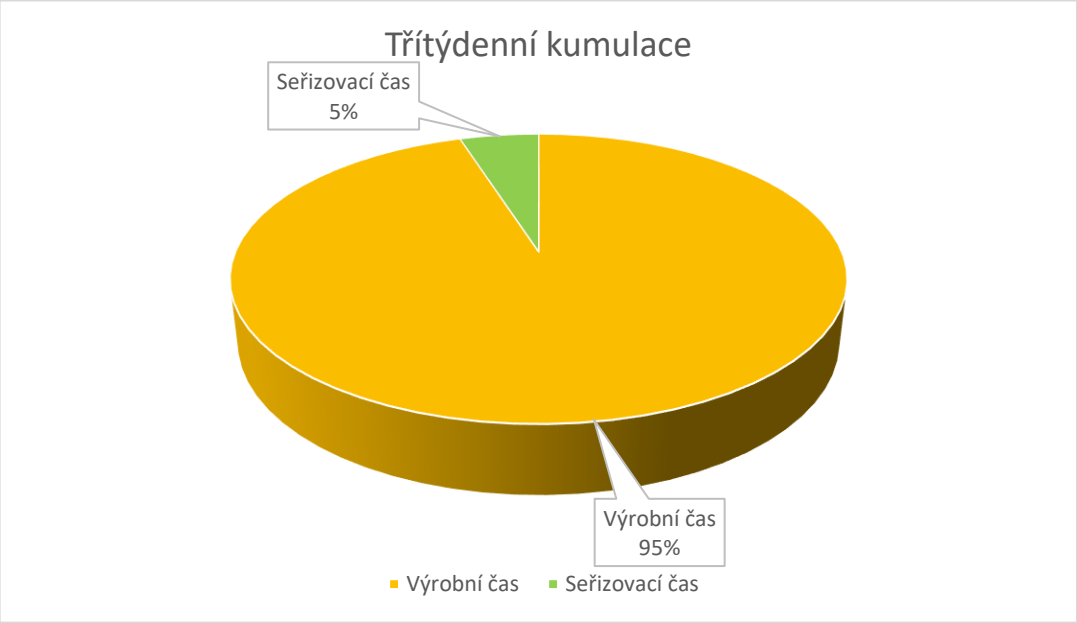
Graf 7 Jednotýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování)

V rámci dvoutýdenních kumulace se výrobní čas nesnížil, jelikož máme stejný počet kusů, protože byly kumulace vytvářeny na stejné časové období, avšak díky snížení počtu přehozů, byly sníženy seřizovací časy o celých 5 %. Seřizovací čas tedy tvoří 8 % (711 minut) z celkového času a výrobní čas byl 92 %.



Graf 8 Dvoutýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování)

Třítýdenní kumulace vychází z hlediska snížení počtu přehozů a snížení seřizovacích časů nejlépe. Seřizování zabere v případě třítýdenních kumulací pouhých 5 %, tedy 422 minut a Výrobní čas je 95 %.



Graf 9 Třítýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování)

Z hlediska snížení počtu přehozů a seřizovacích časů je nejvýhodnější třítýdenní kumulace. Je ovšem nutné zohlednit, že v případě třítýdenní kumulace je možné, že výrobky, které se vyrábí na začátku výrobního plánu, jsou požadované zákazníkem až na konci definovaného výrobního plánu, jinak řečeno se může stát, že hotový světlomet bude ležet na skladě až tři týdny. Naopak se také může stát opačná situace, že výrobky, které jsou zákazníkem požadovány na začátku období, které pokrývá výrobní plán, budou vyrobeny až na konci tohoto plánu. Výrobky tedy můžou být až tři týdny ve skluzu, což má negativní dopad na hodnocení zákazníkem. Aby se tomuto předešlo, je nutné vyrábět výrobky v dostatečném předstihu, tím se ale navyšuje první uvedené riziko, čímž se tvoří nadvýroba a zvyšují se náklady v materiálu. Stejná situace platí i pro dvoutýdenní model kumulace, přesto že náklady nebudou tak vysoké. U jednotýdenní kumulace jsou náklady stejné, jako při současném stavu plánování, proto je z uvedených variant nejvýhodnější. Další přidanou hodnotou je i snížení čekacích časů mezi operacemi předmontáže a montáže skupin pouzdra v mapě hodnotového toku.

9.1.6 Finanční zhodnocení jednotlivých variant kumulací odvolávek

Jak už bylo zmíněno v kapitole 9.1.5, nejvýhodnější z hlediska výroby, je třítýdenní kumulace, ale budou u ní nejvyšší náklady na skladování. Z tohoto důvodu bylo potřeba udělat finanční analýzu, a na základě finančních výsledků se rozhodnout, která varianta je skutečně nejvýhodnější. Náklady jsou vyčísleny na dobu šesti týdnů, v rámci kterých byly provedeny kumulace. Vypočtené náklady nejsou konstantní, ale v závislosti na počtu odvolávek za týden budou měněny. Vzhledem k nákladům zjištěných z finančního zhodnocení kumulací, je nákladově nejvýhodnější jednotýdenní kumulace.

Tabulka 8 Finanční zhodnocení kumulací

(vlastní zpracování)

Jednotýdenní kumulace	
Průměrné náklady na skladování	2 494 676,53 Kč
Náklady na seřízení	561 659,37 Kč
Náklady na operátory v čase přehození	3 090 996,28 Kč
Náklady celkem	6 147 332,18 Kč
Dvoutýdenní kumulace	
Průměrné náklady na skladování	4 286 640,51 Kč
Náklady na seřízení	316 862,36 Kč
Náklady na operátory v čase přehození	1 746 919,13 Kč
Náklady celkem	6 350 421,99 Kč
Třítýdenní kumulace	
Průměrné náklady na skladování	5 455 278,70 Kč
Náklady na seřízení	188 063,85 Kč
Náklady na operátory v čase přehození	1 024 569,56 Kč
Náklady celkem	6 667 912,10 Kč

9.1.7 Porovnání kumulace odvolávek se skutečným plánem

Na základě finančního zhodnocení jednotlivých variant kumulací (kapitola 9.1.6) se jako nejvýhodnější jeví jednotýdenní kumulace. Aby bylo zjištěno, zda je tento návrh vhodný, bylo provedeno finanční porovnání skutečnosti a navrženými kumulacemi. Data pro skutečný plán byla vyfiltrována ze zahlášené výroby, kde jsou team leadry zaznamenávány základní informace o výrobku, počet kusů, reálný počet pracovníků na lince, začátek (a konec výroby daného registračního čísla a v případě neplnění důvod, typ a délku prostoje. Automaticky se dle zaznamenaných dat vypočítává plnění výkonových norem a celkové OEE závodu. Porovnávaná data jsou za stejné období, jako u jednotlivých modelů kumulací, tedy od 6 do 11 týdne roku 2021. Počty seřízení dle plánu i dle kumulací nebudou konstantní z důvodu vysoké variability odvolávek.

Tabulka 9 Finanční porovnání skutečnosti a návrhu za 6 týdnů

(vlastní zpracování)

	Plán	Kumulace	Rozdíl
Přetypování linky [min.]	2 130	1 259	-871
Přetypování linky dle počtu op. [min.]	9 670	6 869	-2 801
Náklady na seřízení [CZK]	1 278 000 Kč	755 400 Kč	-522 600 Kč
Náklady na operátory v čase přetypování [CZK]	4 351 500 Kč	3 091 050 Kč	-1 260 450 Kč
Celkem [CZK]	5 629 500 Kč	3 846 450 Kč	-1 783 050 Kč

Jak je vidět v tabulce 9 dle skutečného plánu trvalo seřízení montážní linky celkem 2130 minut, což je celkem o 871 minut více než dle navrhovaných kumulací. V době, kdy dochází k seřízení pracovišť, tak operátoři pracující na lince čekají na ukončení přehozu. Seřízení v personálních minutách je vypočteno jako: délka seřízení * počet pracovníků, kteří se mají podílet na montáži skupiny světlometu dle normy. Rozdíl mezi skutečností a kumulacemi v případě seřízení v personálních minutách je 2 801 minut. Rozdíl v nákladech na seřízení je vypočten jako: (rozdíl seřízení v minutách / 60) * 600Kč, kde 600Kč je hodinová sazba na jednoho seřizovacího pracovníka. Rozdíl v nákladech na operátory v čase seřízení je vypočten stejným způsobem, jen se liší sazba, která u operátorů činí 450 Kč/hod. Celková úspora za šest týdnů je 1 783 050 Kč. Předpokládaná roční úspora, která se ovšem odvíjí podle množství odvolávek je až 15 750 000 Kč.

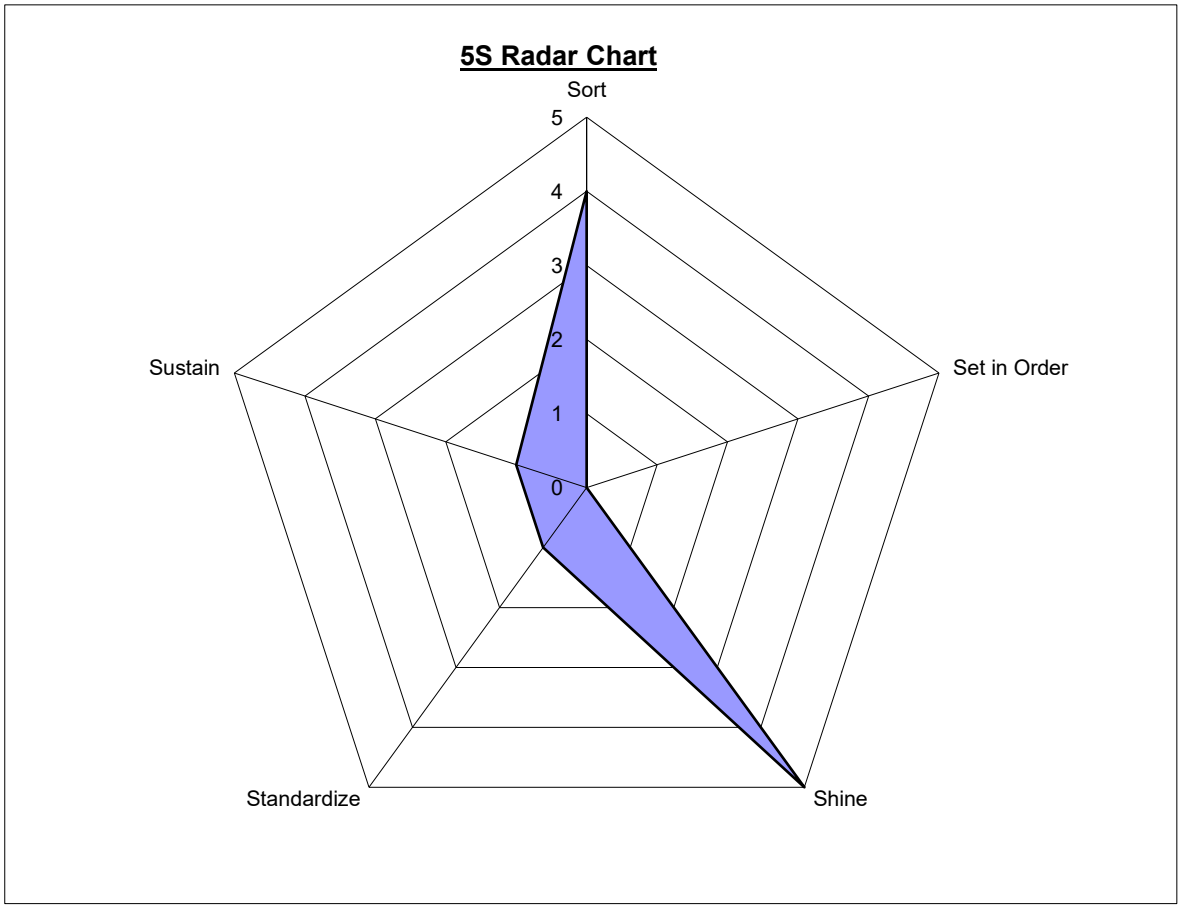
9.2 Návrh na zlepšení č. 2 – zavedení 5S na montážní lince

Na základě mapování hodnotového toku, bylo zjištěno, že dochází ke ztrátám materiálu ve výrobě. Při zjišťování dostupnosti materiálu je v informačním systému ukázané, že hledaný materiál, je ve výrobě dostupný. Při následném vychystávání materiálu daný materiál není k nalezení. V tomto případě je potřeba opět přehazovat na jinou variantu či na jiný projekt. S tím souvisí problém, že materiál ve výrobní hale nemá své místo, ale je uložen pokaždé někam jinam. Při montáži je pak mnohem více obtížné materiál najít. Na základě zjištěných informací bylo rozhodnuto o zavedení metody 5S. Zavedení metody 5S nemá přímý dopad na snížení času nepřidávajícího hodnotu, ale zvýší efektivitu práce manipulačního pracovníka, sníží ztrátové časy při montáži, předejde prostojům z důvodu hledání materiálu apod.

Prvním krokem v zavádění metody 5S bylo zaškolení mistrů a team leadrů. Ti byli obeznámeni o plánovaném zavedení metody 5S. Školení probíhalo ve školící místnosti. Nejdříve byli obeznámeni pomocí power pointové prezentace s tím, co metoda 5S je a co je cílem této metody. S mistry a team leadry byly projity jednotlivé kroky metody 5S. Aby bylo možné si to co je prováděno v rámci jednotlivých kroků, představit, byly využity fotografie pořízené během zavádění 5S na jiných linkách. Důležité je zapojit mistry, team leadry i operátory prostřednictvím team leadra, protože oni nejlépe znají montážní pracoviště, na kterých pracují.

Formulář 5S auditu zahrnuje pět částí. Každá z těchto částí je rozdělena do 5 podbodů, které se sledují a které jsou nápomocny při zavádění metody. Formulář je k nahlédnutí v příloze č. 7.

Před začátkem zavádění metody 5S, byl proveden první 5S audit, aby došlo ke zjištění aktuálního stavu na montážní lince. Na základě provedeného auditu, bylo zjištěno, že linka splňuje body 1 a 5 u první části a bod 3 v části čtvrté. Tento audit sloužil pouze jako informativní a pro potvrzení stavu byl audit proveden po čtrnácti dnech znovu. Druhý audit dopadl stejně jako předchozí. Na základě informací z druhého auditu byly vyvozeny opatření pro zlepšení stávajícího stavu. Během následujícího měsíce team leader za pomocí operátorů z montážní linky byla celá montážní linka vytřízena a vyčištěna. Na místech, kde je prováděna montáž, nejsou žádné přípravky nesouvisející s výrobou daného výrobku, veškerý materiál nacházející se na lince je nutný pouze k výrobě aktuálně vyráběného výrobku, na pracovištích pro seřizovače a na demontážním pracovišti jsou pouze používané pomůcky. V uličkách mezi linkou a regály s přípravky, v uličce mezi dvěma stranami linky a u únikového východu nejsou žádné nepotřebné položky. Dále byly veškeré pracoviště a přípravky očištěny od prachu, nečistot a drobných komponentů, oblasti v okolí linky jsou čisté a suché a nenacházejí se tam žádné drobné komponenty jako například šroubky apod.. Všechna značení na přípravcích, pracovištích i kolem linky jsou nepoškozená, čistá a dobře čitelná. Třetí audit prováděný na konci března potvrdil, že skutečně došlo ke zlepšení, jak můžeme vidět na grafu níže, který ukazuje, ve kterých částech metody dochází ke zlepšení.



Graf 10 Graf 5S (interní zdroj)

Během třetího auditu bylo nalezeno několik nedefinovaných míst pro přípravky, pomůcky a materiál. Místa pro materiál, které byly definované, neodpovídaly standardům společnosti, což bylo vyhodnoceno jako neshoda. V následujícím měsíci až dvou, budou za pomoci team leadra, operátorů, seřizovače, manipulanta a procesního inženýra, tato místa definována. Stejně tak výrobní dokumentace, která není dle standardů společnosti, bude předělána.

9.3 Návrh na zlepšení č. 3 – snížení čekacích časů mezi montáží a lepením

Čas čekání mezi operací montáží a lepením tvoří značnou část NVA časů, uvedených v mapě hodnotového toku v úvodu kapitoly. Celkem je stanoven na 16 480 min., tj. 21 % všech NVA časů. Po změně procesu lepení a zvýšení jeho kapacity na dvojnásobek, což je blíže popsané v kapitole 10, vznikl požadavek vedení společnosti pro plynulý tok výroby mezi montáží a lepením. Projekt zavedení plynulého toku výroby mezi lepením a montáží zahrnuje snížení kapacity bufferu před lepením na nutné minimum, což bylo stanoveno na maximální množství, které montážní linka je schopná vyprodukovat za jednu směnu.

Zvýšením disponibilní kapacity nového lepení se jedná pouze o změnu procesu plánování výroby u operace lepení, za který zodpovídají team leadři. Pro ověření prostupnosti potřebných výrobních dávek lepením byl vytvořen kapacitní propočet, který je blíže rozepsán v kapitole 10.2.1, dle kterého je možné vyrábět v nově nastaveném režimu bez omezení i v případě potenciálních výrobních problémů (např. prostoje apod.).

Pro zvýšení efektivity plynulého toku výroby bylo nutné změnit proces balení skupin pouzdra na konci montážní linky a následné vybalení na začátku lepení z roll kontejnerů. Balení a vybalování z roll kontejnerů je pro krátkodobé uložení světlometů příliš časově náročné a již není potřebné pro ochranu uložených skupin pouzdra před nečistotami v delším časovém horizontu uskladnění. Alternativou pro krátkodobé uskladnění skupin pouzdra a současně i jejich ochranu před nežádoucími nečistotami je uložení do tzv. lednic, což jsou pojízdné pořadače, které mají 18 pozic pro uložení skupin pouzdra a po naplnění lze tento pořadač neprodyšně uzavřít pro zabránění vniknutí nečistot a prachu. Výhodou těchto lednic je také to, že již není potřeba balení skupin pouzdra do nopy (viz kapitola 6.3.1) a odpadají také manipulace s prokladovým materiálem (ohradníky, proložky) a samotným roll kontejnerem, který je nutné po naplnění zatěsnit PVC vakem a přelepit izolepou pro zajištění neprodyšnosti, což je časově náročné.

Pro výpočet potřebného počtu lednic bylo vycházeno z maximálního počtu vyrobených kusů na montážní lince, který vychází z definované časové normy se započítaným 100 % OEE, tj. 253 ks / směnu. Pro uskladnění 253 ks je potřeba pořídit 14 ks lednic.

Tabulka 10 Potřebný počet lednic

(vlastní zpracování)

Maximální počet ks / 1sm	253
Kapacita lednic	18
Potřebný počet lednic	14

Finanční zhodnocení a výše úspory po implementaci lednic je blíže rozepsané v následující kapitole. Po nahrazení budou nepotřebné roll kontejnery přesunuty do závodu v Mohelnici, kde je jich trvalý nedostatek a budou plně využity.

Obrázek 27 Lednice

(vlastní zpracování)

9.3.1 Finanční analýza

K provedení finanční analýzy nakoupení lednic do výroby je potřeba zajistit informace potřebné k výpočtu. Čas potřebný k zabalení a vybalení jak z roll kontejneru, tak z lednice byl zjištěn za pomocí videa a následnému zpracování pomocí metody MTM-UAS. Zabalení po montáži do roll kontejneru trvá operátorovi 31,2 minut na 100 ks. Vybalení z roll kontejneru před lepením trvá necelých 30 minut na 100 ks. Oproti tomu vložení do lednice trvá pouhých 3,3 minuty na 100 ks a následné vybalení před lepením 2,7 minuty na 100 ks. Náklady na operátora jsou stanovené společností na 450 Kč/hod. Množství vyrobených výrobků za rok je 20 868 ks. Počet zákazníkem odvolávaných kusů výrobků se každoročně snižuje v průměru o 5 %. Jak bylo vypočítáno výše, je potřeba nakoupit 14 kusů lednic. Lednice jsou vyráběny na zakázku a jedna stojí v přepočtu z eur na koruny přibližně 17 126 Kč. Celkem náklady na nákup lednic tvoří 239 772, 40 Kč.

Tabulka 11 Základní informace k vytvoření finanční analýzy

(vlastní zpracování)

	Manipulace R/G	**Manipulace lednice**	**Náklady na operátora Kč/hod**
Zabalení (min/100ks)	31,2	3,3	450
Vybalení (min/100ks)	29,81	2,7	
Množství vyráběných ks/rok		20 868	
Náklady na nákup 14-ti lednic		239 772,40 Kč	

V tabulce 11 jsou vypočítány náklady a úspory za čas stráveným na balením a vybalováním skupin světlometu vynásobené počtem operátorů, kterým je čas ušetřen. Celkem úspory za rok tvoří 474 147 Kč.

Tabulka 12 Úspory a náklady za první rok (vlastní zpracování)

	Počet operátorů	**Náklady manipulace R/G (Kč)**	**Náklady manipulace lednice (Kč)**	**Úspory (Kč)**
Balení	6	292 986,72 Kč	30 988,98 Kč	261 997,74 Kč
Vybalení	5	233 278,16 Kč	21 128,85 Kč	212 149,31 Kč
Celkem (Kč)		526 264,88 Kč	52 117,83 Kč	**474 147,05 Kč**

V tabulce 12 můžeme vidět predikci úspor na následujících 5 let, při předpokládaném ročním snížení odbytu světlometů o 5 %, což se promítne jak do úspor, tak do nákladů. Nákupem lednic je možné ušetřit téměř 1,7 mil. Kč za období 5 let. Úspory jsou vyčíslené pouze pro projekt AA3NF, avšak v době, kdy neprobíhá montáž AA3NF je možné lednice využít i pro montáž světlometů VWTG, která probíhá na stejné montážní lince, čímž se úspory znatelně zvýší. Další úspory budou za použitý materiál k balení do roll kontejnerů, kde musí být použity textilní nopy pro zabalení světlometu, PVC proložky a PVC ohradníky. Úspory za tento používaný obalový a prokladový materiál není zahrnut do úspor, z toho důvodu, že každý je využíván opakovaně a není známá délka životnosti tohoto materiálu.

Tabulka 13 Úspory a náklady na 5 let (vlastní zpracování)

	Úspora (Kč)	**Náklady (Kč)**	**Celkem úspory (Kč)**
1 rok	474 147,05 Kč	291 890,23 Kč	182 256,82 Kč
2 rok	450 439,69 Kč	49 511,94 Kč	400 927,75 Kč
3 rok	427 917,71 Kč	47 036,34 Kč	380 881,37 Kč
4 rok	406 521,82 Kč	44 684,52 Kč	361 837,30 Kč
5 rok	386 195,73 Kč	42 450,30 Kč	343 745,43 Kč
Celkem	**2 145 222,00 Kč**	**475 573,33 Kč**	**1 669 648,67 Kč**

Z výše uvedené finanční analýzy lze jednoznačně usoudit, že pořízení lednic se vyplatí. Celkové úspory s výhledem na 5 let, při použití lednic pouze na jednom projektu činí téměř 1,7 mil. Kč.

10 ZMĚNA PROCESU LEPENÍ

V průběhu roku 2020 bylo rozhodnuto o relokaci nových projektů ze závodů v Mohelnici a ze slovenské pobočky v předpokládaném celkovém ročním objemu 250.000ks, čímž se navýší množství výroby o 100 %. Termín dokončení relokace všech projektů byl stanoven na konec roku 2021 s tím, že již koncem roku 2020 budou relokovány první projekty pro automobilku Škoda a Volkswagen, čímž se navýší množství vyráběných kusů o cca 100.000.

Současně bylo rozhodnuto o dočasném sjednocení lepení UNI01 a UNI02 z důvodu modernizace UNI02, na kterém se budou lepit stávající projekty s nižším objemem výroby a nové projekty z balíčku, který bude relokován v průběhu roku 2021. Z důvodu nevyhovující kapacity bylo lepení UNI01 vyměněno za lepení UNI07, které disponuje oproti UNI01 jedním robotickým ramenem navíc, které umožňuje odebírání a zakládání skupiny skla na skupinu pouzdra po nanesení tmelu. Touto změnou se docílilo možnosti lepení různých projektů na obou stranách robotického centra současně, což na původní UNI01 nebylo možné.

Přípravy na změnu robotického centra trvala od listopadu 2020 do ledna 2021 s tím, že finální přechod na nové lepení proběhl začátkem února. Problém, který vzniknul po přechodu na nové lepení byl ten, že z důvodu, že se na nové lepení relokovaly projekty, které jsou často výběhové a frekvence výroby bývá často jednou, dvakrát za rok v počtech pár stovek kusů, nebylo možné robotické centrum na tyto projekty nastavit, protože dráha jednotlivých robotů se programuje na fyzických dílcích. Bohužel z hlediska jasně definovaných odvolávek nebylo ani možné poptat od dodavatelů náhradní materiál, ze kterého by se vyrobily vzorky, a tudíž se počítalo s tím, že tyto projekty budou nastavovány až v průběhu výroby za plného provozu, což se projeví převážně ve ukazateli efektivity výroby OEE snížením dostupnosti strojního zařízení.

Projekty, které byly nastaveny před finálním přechodem na robotické centrum UNI07 však také nebyly ideálně připravené, protože se zkoušely vyrábět pouze vzorky pro zprovoznění a nastavení výrobních parametrů a splnění kvalitativních požadavků (PPAP – Production Part Approval Process atd.). Před samotným přechodem však nedošlo ke zkoušce sériové výroby, při které následně bylo odhaleno několik nedostatků, které byly potřeba odstranit. Při tlaku vedení na odstranění těchto nedostatků bylo opomenuto procesní řízení projektu přechodu na nové lepení a tyto nedostatky se později projevily jako fatální

pro splnění cílů společnosti a jsou součástí analýz, které jsou uvedené v následujících kapitolách.

10.1 Layout UNI01 a UNI7

Layout lepení a výstupu po lepení UNI01 (obrázek 25 vlevo) se skládá z ochranné klece, ve které jsou umístění dva roboti. Šedé obdélníky blízko lepení s označením R/G (Roll kontejner / Gitterbox) značí místo určené pro vstupní materiál, čímž je skupina skel a skupina pouzdra. Barevně jsou potom označena výstupní pracoviště. Dále se zde nachází výstupní pracoviště VisiCon a Těsnost, které jsou zadní stranou otočená k lepení a další dva VisiCony se nachází vedle regálu pro neshodné kusy. Více výstupních pracovišť je zde z toho důvodu, že lepením a výstupem prochází více pracovišť a není možné v rámci paměťové kapacity stroje dát všechny projekty na jedno zařízení. Zařízení jsou však univerzální a jsou na nich měněny pouze přípravky na základě zrovna lepeného projektu a levé nebo pravé strany. Na konci výstupu u podélné komunikace (viz celý layout haly příloha č. 2) se nachází místo pro hotové, zahlášené a zabalené výrobky. Hotové výrobky jsou převáženy na finální balení v gitterboxech.

Oproti lepení UNI01 disponuje lepení UNI07 (obrázek 25 vpravo) klec s celkem 5ti roboty, na kterém lze na každé straně (zleva při pohledu na obrázek č. 25 strana B a vpravo strana A) lepit jiný projekt s různou stranou projektu. Což u lepení UNI01 nebylo možné. Layout UNI07 je téměř totožný s Layoutem UNI01 a nastává problém křížení projektů, přičemž lepení na straně B má výstup u strany lepení A a naopak.

Obrázek 28 Zleva Layout UNI01, Layout UNI07 (interní zdroj)

10.2 Analýza změny lepení

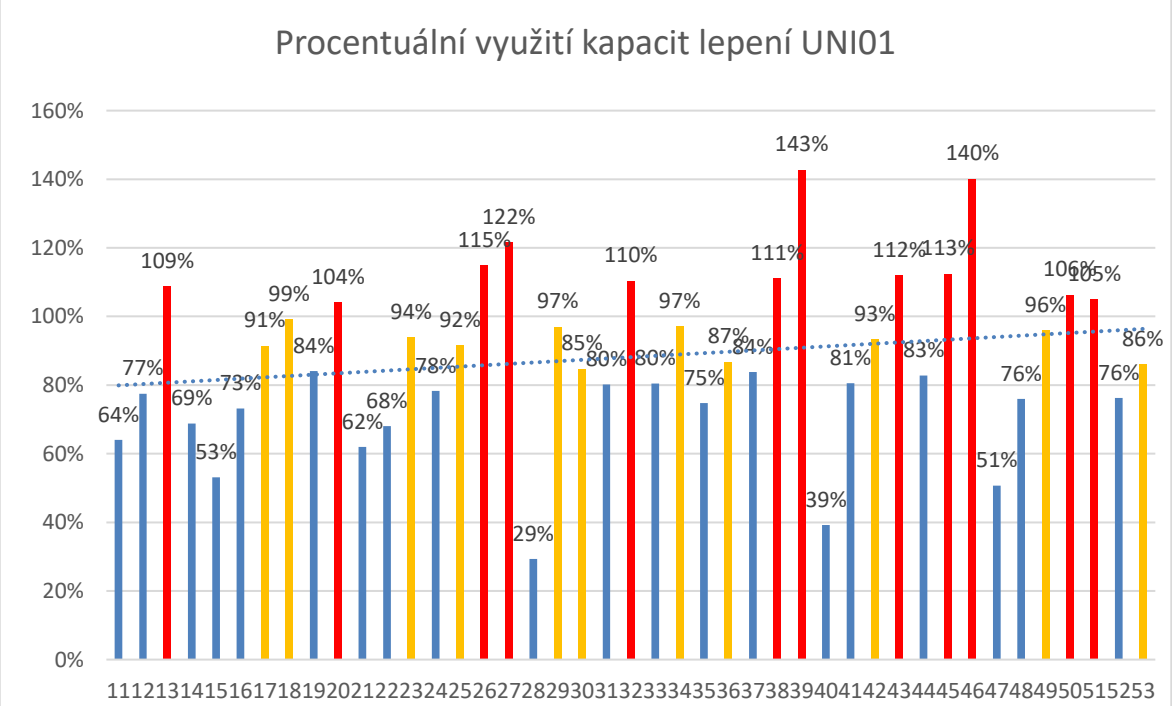
Prvním krokem pro určení efektivity změny lepení z UNI01 na UNI07 bylo vypočítání výrobní kapacity, která sice byla provedena při rozhodovacím procesu před spuštěním samotného projektu, ale byla provedena bez ohledu na postup výroby ve společnosti Horka nad Moravou, který je odlišný od postupu výroby v závodě Mohelnice, odkud se robotické centrum UNI07 relokovalo a navíc se počítala ve zprůměrovaných hodnotách (výpočtem součet disponibilních minut výrobního zařízení / součet výrobních minut podle předpokládaného výhledu počtu kusů). Původní kapacitní výpočet byl tudíž stanoven nepřesně a bylo potřeba jej vytvořit dle reality v závodě Horka nad Moravou, včetně definovaného OEE, které bylo stanoveno dle požadavků vedení společnosti.

Následujícím krokem bylo stanovení reálného OEE dle dat z výroby a stanovení trendu dle nápravných opatření, které se na lepení UNI07 uskutečnily po uvedení do plného provozu. Tyto nápravné opatření byly definovány na základě analýz, které jsou blíže rozepsány v následujících kapitolách, dat z výroby a práce teamu, zodpovědného za zvýšení efektivity lepení UNI07.

10.2.1 Výpočet kapacity UNI01 a UNI07

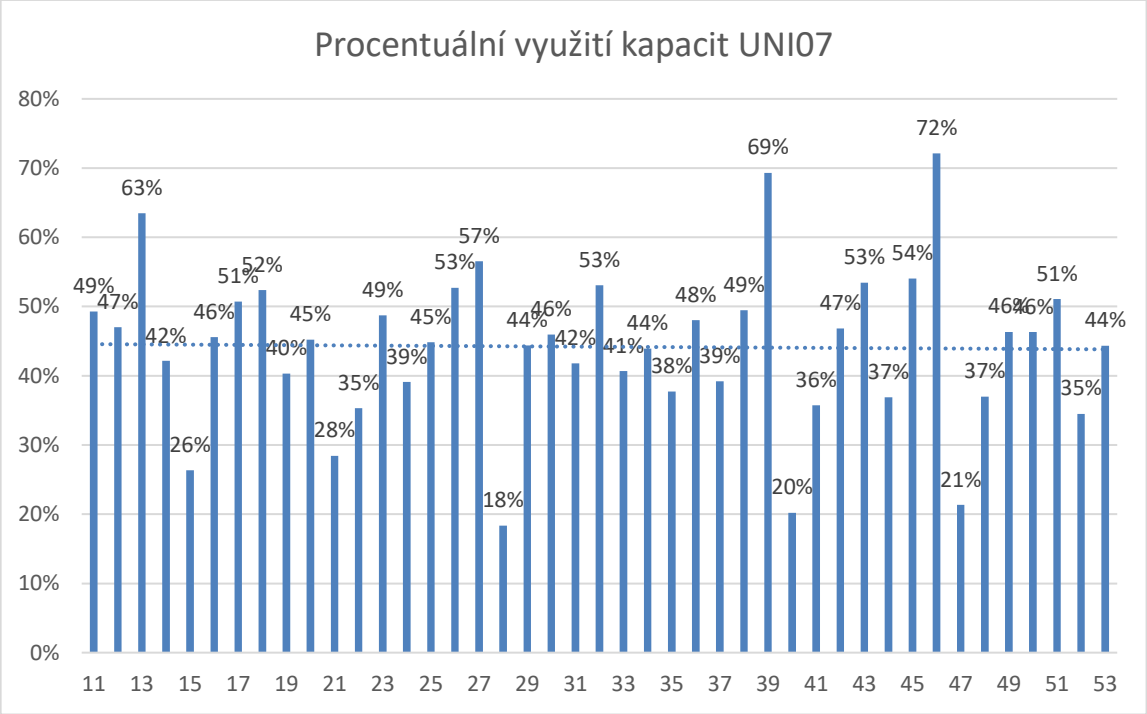
Jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly, kapacita původního lepení UNI01 byla nedostatečná. Po kapacitním výpočtu s navýšeným počtem kusů, ke kterému mělo dojít již koncem roku 2020 dosahovala kapacita strojního zařízení v průměru 88 % po započítání cílového limitu OEE 70 %. Maximální možná kapacita výrobního zařízení byla stanovena pro výrobu ve třísměnném režimu, pět pracovních dní v týdnu s disponibilní délkou směny 7,5 hodiny. Pro stanovení výpočtu kapacity byly použity data z odvolávek pro rok 2021 (od 11 týdne do 53 týdne) bez projektů, které bylo naplánováno relokovat až v průběhu roku 2021, protože tyto projekty byly stále před fází SOP (Start of Project). Skladba odvolávek, ze kterých byl kapacitní výpočet koncipován, byla v průběhu jednotlivých týdnů velice nekonzistentní a jejich variabilita měla vysoký dopad na výsledek kapacitního propočtu, což vyplývá ze sloupcového grafu níže. Modře jsou vyznačeny týdny, kdy by byla kapacita strojního zařízení nižší než 85 % a lze předpokládat bezproblémový průběh výroby. V součtu se jedná o 20 týdnů z celkových 43, což představuje 47% plánované výrobní kapacity. Oranžovou barvou jsou vyznačeny týdny, kdy byla kapacita strojního zařízení mezi 85 % a 99 % a nelze zaručit bezproblémový průběh výroby, protože v případě snížení ukazatele efektivity OEE pod stanovený limit 70 % nebude moct vybraná společnost plnit plánované

termíny výroby. Odvolávky se posunou do skluzu a bude potřeba buď vyjednat změnu dodacích termínů se zákazníkem, což bude mít negativní dopad na celkovou spokojenost zákazníka, nebo bude potřeba zavést víkendové směny, které budou mít finanční dopad na ziskovost jednotlivých projektů. V součtu se jedná o 11 týdnů z 43, což představuje 26 % plánované výrobní kapacity. Červenou barvou jsou vyznačeny týdny, kdy dosahuje kapacita více než 100 % a tudíž nelze plnit odvolávky. Důsledky jsou stejné jako u oranžově vyznačených týdnů v případě poklesu OEE. Celkem se jedná o 12 týdnů z 43, což představuje 28 % disponibilních výrobních kapacit. Z výše uvedených údajů lze vyvodit závěr, že na lepení UNI01 nelze kapacitně pokrýt odvolávky zákazníka. Krátkodobý kapacitní převis lze kompenzovat víkendovou směnou, případně jiným nápravným opatřením (např. dočasné navýšení počtu operátorů), kterým lze kapacitu dočasně navýšit i za cenu vyšších výrobních nákladů. Dle kapacitního propočtu výroby na UNI01 se však nejedná o krátkodobý, ale o dlouhodobý kapacitní převis, protože spolehlivě bude výrobní množství pokryté volnou výrobní kapacitou pouze z 47 %. Dlouhodobý kapacitní převis povede k tomu, že se projekty přesunou do backlogu a bude potřeba dokončit zakázku v nejbližším následujícím volném termínu, což snižuje spokojenost zákazníka, má neblahodárný dopad na celkové hodnocení společnosti zákazníkem a může vést k finančním sankcím za prodlení s dodáním výrobků.



Graf 11 Kapacita lepení UNI01 (vlastní zpracování)

Na základě nedostatečných kapacit původního lepení bylo rozhodnuto o změně procesu lepení, jehož hlavním důvodem je potřeba navýšení kapacit. Pro stanovení výpočtu kapacity byly stejně jako u výpočtu kapacit na lepení UNI01 použity odvolávky pro rok 2021 (od 11 do 53 týdne), bez projektů, jejichž relokace je naplánována na rok 2021. Maximální kapacita výrobního zařízení byla vypočtena pro třísměnný provoz a pro pět dní v týdnu, přičemž disponibilní délka směny je 7,5 hodiny. Jak můžeme vidět v grafu Kapacity lepení UNI07 níže, všechny týdny jsou vyznačeny modrou barvou, což znamená, že kapacita strojního zařízení by měla být nižší než 85 % a lze říct, že průběh výroby by měl být bezproblémový a lze kapacitně pokrýt všechny odvolávky zákazníka i v případě, že dojde k navýšení odvolávek v důsledku relokací dalších projektů.



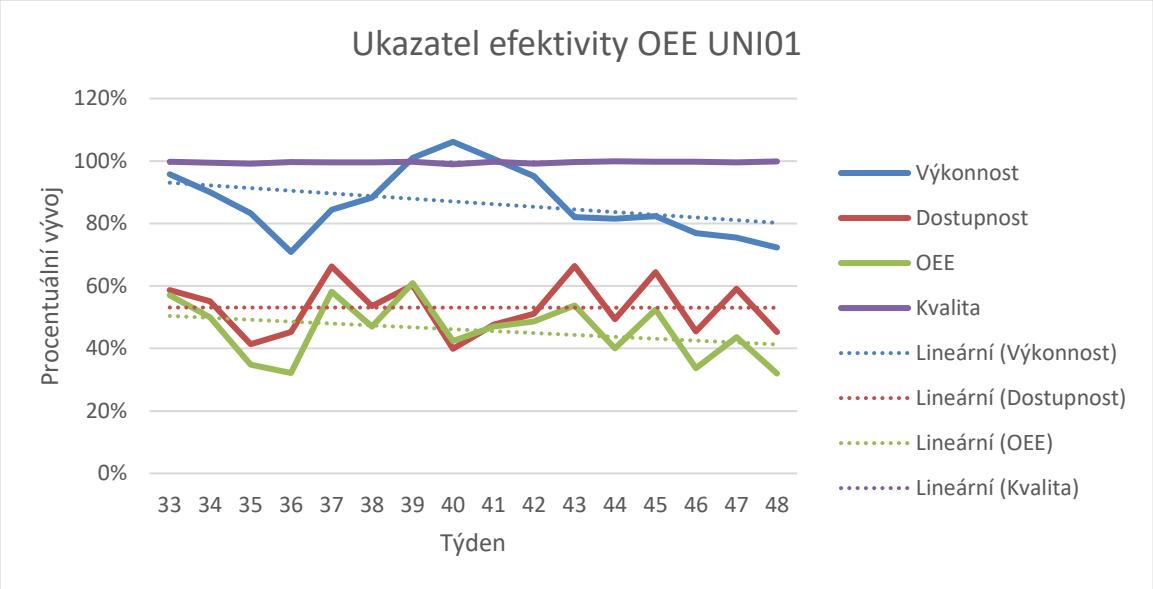
Graf 12 Procentuální využití kapacit UNI07 (vlastní zpracování)

Změnou lepení z UNI01 na UNI07 bude možné dokončit zakázky v termínu stanoveném zákazníkem, což povede k zvýšení spokojenosti zákazníků a snížení nákladů za finanční sankce souvisejícími s nedodáním zakázek v termínu, který zákazník požaduje.

10.2.2 Výpočet ukazatele efektivity OEE lepení UNI01 / UNI07

Stejně jako u výpočtu ukazatele efektivity OEE u montážní linky, která je popsaná v kapitole 9.1.1 byly pro výpočet OEE lepení UNI01 a UNI07 využita data z výroby, která jsou následně zadávána do informačního systému SAP. Disponibilní čas, určený k výpočtu maximální možné dostupnosti strojního zařízení byl vypočítán na 3 směny, 5 pracovních dní

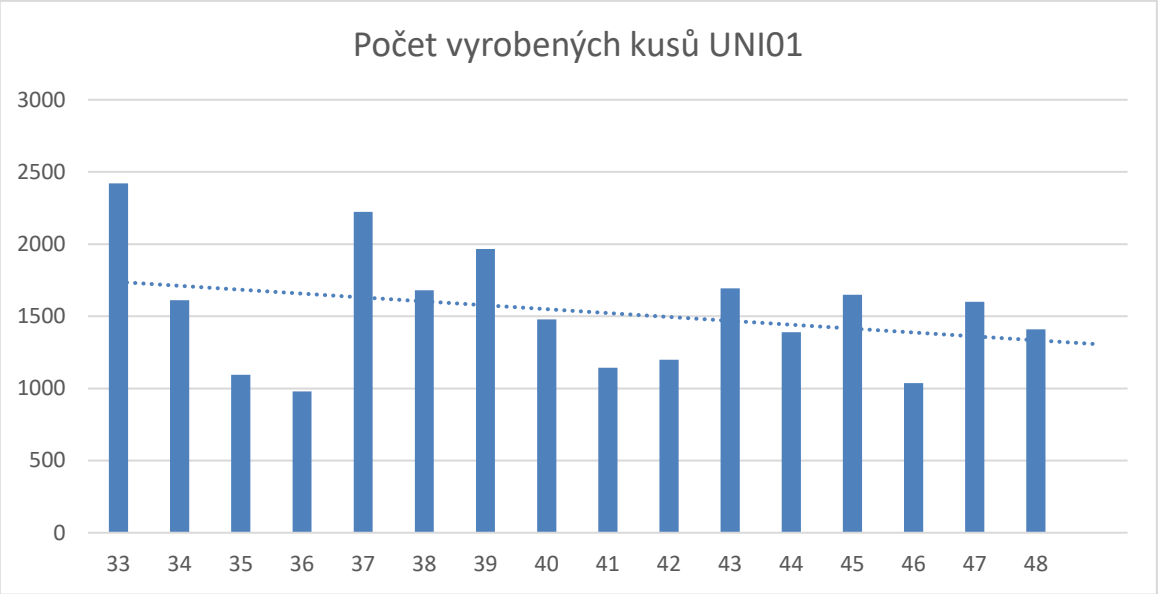
v týdnu bez započítaných zákonných přestávek 30 min. /směnu, tj. 112,5 hod. / týden. Pro výpočet OEE na lepení UNI01 byla využita data od 33. do 48. týdne roku 2020, protože 49. až 53. týden je silně zkreslený obdobím mezi vánočními svátky, kdy je celozávodní dovolená.



Graf 13 Ukazatel efektivity OEE lepení UNI01 (vlastní zpracování)

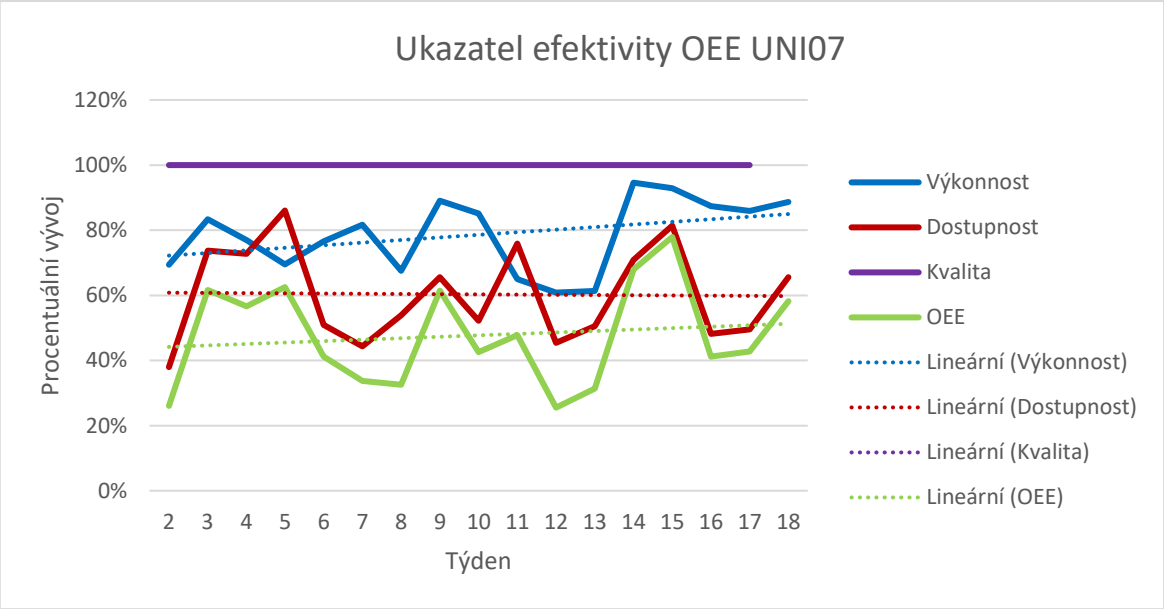
Z výše uvedeného grafu lze vypozorovat, že výkonnost je za uvedené období celkem 95 %, což je ale způsobené nárustem výkonnosti mezi 39. a 43. týdnem, který byl způsobený tím, že byl v odvolávkách od zákazníka ponížený počet vyráběných kusů projektů s nižším objemem výroby a vyráběly se pouze projekty s vysokým objemem, čímž se docílilo nižšího počtu přehazovacích časů a produktivita se navýšila. Tento jev se však projevil v propadu ukazatele dostupnosti strojního zařízení, protože došlo k poklesu počtu výrobků o cca 1/3 oproti předchozím týdnům. Celkové OEE strojního zařízení UNI01 snižuje převážně dostupnost stroje, která je navíc konstantní, což značí, že se jedná o trvalý problém. Z celkových 143.100 výrobních minut se reálně vyrábělo 94.855 minut (66 % disponibilního času), 17.383 minut zabraly výrobní prostoje, mezi které se řadí i přetypování strojního zařízení (12 % disponibilního času) a 30.861 minut lepení nevyrábělo (22 % disponibilního času). Celkové OEE za uvedené období je 51 %.

Jak již bylo zmíněno, ukazatel dostupnosti je z části ovlivněn i variabilitou množství odvolávek, který se v průběhu týdnů liší a ve zvoleném období má klesající trend, což se prokáže právě v ukazateli dostupnosti.



Graf 14 Počet vyrobených kusů UNI01 (vlastní zpracování)

Pro výpočet OEE na lepení UNI07 byla využita data od 2. do 18. týdne roku 2021, data z prvního týdne byla též zkreslena svátky a pro srovnání byla nevhodná.



Graf 15 Ukazatel efektivity OEE UNI07 (vlastní zpracování)

Z výše uvedeného grafu lze vypozorovat, že po přechodu na nové lepení UNI07 je celý proces nestabilní, což se projevuje velkými výkyvy v ukazateli výkonnosti a dostupnosti. Ukazatel kvality zůstal při srovnání s původním lepením nezměněný. Celkové OEE je do značné části ovlivněno relokací nových projektů VWTG (SOP od 5.1.2021 – 1. týden), ŠFb (SOP od 15.1.2021 – 2. týden) a VWCd (SOP od 5.3.2021 – 9. týden). Jak již také bylo zmíněno v úvodu kapitoly, výkyvy OEE ovlivňovalo i nastavování strojního zařízení

na varianty, na které nešly stroje nastavit před spuštěním výroby na UNI07. Celkové OEE lepení UNI07 v uvedeném období je 46 %, což neodpovídá požadavkům managementu společnosti. Výrobu na lepení UNI07 je potřeba stabilizovat a docílit stabilního OEE na úrovni minimálně 65 % pro splnění cílů společnosti a cíle projektu.

10.3 Zefektivnění dostupnosti lepení a výstupu po lepení

Vzhledem k výpočtu efektivity v předchozí kapitole a zjištění, že výroba na lepení není dostatečně stabilizovaná, došlo k zavedení několika systémů sledování, díky kterým bude snazší identifikovat problémy. Ty nejvýznamnější problémy pak budou řešeny projektovým týmem přednostně. Projektový tým „Lepení UNI07“ se skládá z ředitele výroby, pracovníka kvality, procesního inženýra, průmyslového inženýra, mistrové na lepení, team leadra, vedoucího seřizovačů, vedoucího technologů, a specialisty na zařízení VisiCon. Pro sledování výroby byly zavedeny tři metody. První z nich je MES systém Barco, druhým je hodinové sledování a třetím jsou sběrné karty vad, které jsou popsány v následujících kapitolách.

10.3.1 Barco

Systém Barco je firemní MES systém, který zaznamenává a shromažďuje automaticky data z výrobního zařízení. Z údajů, které systém Barco shromažďuje jdou zjistit informace o aktuálních i minulých směnách (plnění, efektivita robota, dostupnost, čas obsluhy apod..), a o aktuálních i předchozích zakázkách. Dále jdou v aplikaci vytvořit stručné grafické reporty např. prostojů, a také tabulkové reporty, kde jsou k zobrazení veškeré výpočty a informace (viz příloha č. 8). Pro zobrazení dat se využívá aplikace Monitoring Client.

Monitorovací systém Barco je používán již nějaký čas v závodu v Mohelnici a jelikož lepení bylo relokováno ze závodu v Mohelnici, a systém Barco na něm fungoval, došlo pouze k přenastavení systému pro podmínky v závodu HAN3 (nastavení projektů a registračních čísel). Před započetím používání systému Barco bylo provedeno zaškolení pracovníků. Prostřednictvím powerpointové prezentace s názornými fotografiemi a videi byly se systémem Barco, s tím jak systém Barco funguje, k čemu slouží a proč je důležité zavedení tohoto systému seznámeni. Na obě strany lepení (A a B), team leadrům a mistrovi byl vytisknut manuál k použití systému Barco s podrobným popisem a fotografiemi pro lepší orientaci operátorů v novém systému, který však není nikterak složitý. Na začátku směny operátor pomocí přiložení čipové karty ke čtečce přihlásí do systému a operátor obsluhující

lepení zároveň obsluhuje i systém Barco. Po přihlášení se zobrazí domovská obrazovka (obrázek 26).

Obrázek 29 Domovská stránka systému Barco

(interní zdroj)

V poli „Informace“ je zobrazena základní obrazovka, která se objevuje vždy při výrobě. Najdeme zde stav stroje, který indikuje, zda je stroj v provozu (červená barva) nebo je zastaven (zelená barva) a čas, tedy doba aktuálního běhu nebo zastavení. Dále je zde zobrazen panel o aktuálních zakázkách, kde je zobrazeno číslo zakázky, čísla dílců a jejich název, požadované množství vyráběných kusů a kusy zbývající do dokončení zakázky a počet zmetků. Součástí této obrazovky jsou i informace o cyklu stroje tedy plánovaný cyklus na zakázce (norma na 1 ks / počet přihlášených osob) a akt, kde se zaznamenává poslední cyklus. Nesmí zde chybět ani informace o přihlášené obsluze, pole pro zadání prostojů (zobrazí se nejčastější prostoje) a pro zadávání zmetků (zde je vybrán druh zmetku a po rozkliknutí je možné zadat i větší množství NOK kusů). Pro vrácení zpět na domovskou obrazovku z informací je vlevo dole pole s vyobrazeným domečkem. S každou změnou výroby je nutné změnit i číslo zakázky v systému Barco. Při kliknutí na pole „Zakázka“ a změna zakázky je zadáváno do pole „Zakázka Číslo“ číslo zakázky a registrační číslo výrobku. Další zvláště důležitou činností je zadávání prostojů. Při kliknutí na pole „Prostoje“ se zobrazí rychlá volba (obrázek 27), kde se zobrazuje dvanáct nejčastějších prostojů. Ikona „123“ s 1 v oranžovém kroužku umožňuje zadání přímého čísla prostoje, šipka s číslem 2 umožňuje listováním celým seznamem prostojů a pomocí ikony s číslem 3 je možné zmenšit měřítko seznamu. Po zadání prostoje se terminál automaticky přepne na obrazovku „Informace“. Po skončení směny se operátor musí odhlásit.

Obrázek 30 Zadání prostoje (interní zdroj)

10.3.2 Hodinové sledování

Druhou zaváděnou metodou sledování výroby je hodinové sledování, což je metoda zaznamenávání průběhu výroby v hodinových intervalech, na základě kterých jsme schopni zjistit, proč se v danou hodinu nevyrobil požadovaný počet kusů. Následně je možné tyto neshody odstranit. Stejně jako systém Barco i hodinové sledování je zavedeno v závodě v Mohelnici, tudíž nebylo potřeba vytvářet šablonu pro monitorování výroby. Hodinové sledování je prováděno pouze team leadrem a, v případě absence team leadra, jeho zástupcem. Team leadři a jejich zástupci byli seznámeni s tím co je to hodinové sledování, jaký je jeho cíl a také se šablonou potřebnou k vyplňování hodinového sledování. Každou hodinu v rámci směny je team leadrem zaznamenán počet OK kusů, počet NOK kusů, verze, hodinový cíl, a prostoje, kde je psán čas a typ prostoje, aby bylo zcela jasné, proč nebyl splněný hodinový cíl v rámci počtu vyrobených kusů. Identifikované prostoje spolu se systémem Barco a sběrnými kartami vad tvoří detailní sledování prostojů.

Název projektu							
Shift production tracking - **Li**							
Vyrobené OK lampy / Produced OK lamps						**196**	ks / pcs
NOK lampy / NOK lamps						**7**	ks / pcs
Cíl - lampy/hodinu / Target - lamps/hour						**41 Basis+SA1 / 22 SA2**	ks / pcs
Čas / Time	perato	OK pcs	NOK pcs	Verze	Cíl/Target	Prostoje / Downtimes	
06:00-07:00	9+1	32		SA1 CCC		9	7´B9 robot neodebírá kusy, 2´B2 E020 podavač
07:00-08:00	9+1	33		SA1 CCC		10	6´B2 E120 zaseklý šroubovák, 4´B2 podavač 1.větev, 10´pauza
08:00-09:00	9+1	24	3	SA1 CCC		16	16´B2 E130 Fanuk - vypadení bezpečnosti,
09:00-10:00	9+1	30		SA1 CCC		6	6´B8 přehazování linky, 10´pauza
10:00-11:00	9+1	24		SA1 SAE		15	11´B9 nelze přehodit variantu na robotu, 4´ D3 chybějící skla 233.403-05
11:00-12:00	9+1	27	1	SA1 SAE		4	4´B2 E120 šroubení - servo, 20´pauza
12:00-13:00	9+1	22	1	SA1 SAE		21	14´B2 E010 chyba šroubení, 7´B2 E130 Fanuk neodebírá kusy
13:00-14:00	9+1	4	2	SA1 SAE		50	50´B2 E130 Fanuk - přeučení dráhy - STM
14:00-15:00	7	6		SA1 SAE		45	10´pauza, 45´B2 podavač 1. větev + E130 výpadek bezpečnosti - restart
15:00-16:00	7	15	4	SA1 SAE		31	7´B2 E130 Fanuk, 17´B9 čištění sací hlavy robota, 7´B9 E170 výsuv
16:00-17:00	7	16	1	SA1 SAE		15	10´pauza, 15´E4 školení PA
17:00-18:00	7	27	1	SA1 SAE		6	6´B2 E200 nelisuje witoly
						131	

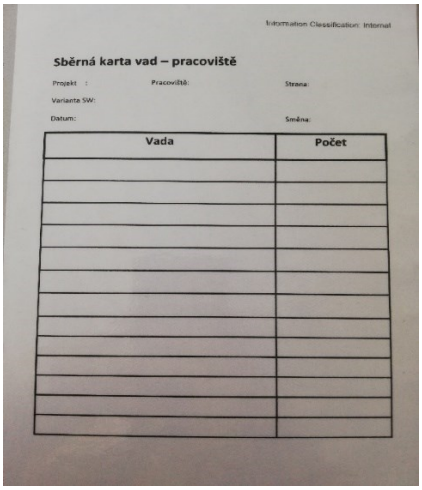
NOK		
015.323-17	světelné - stržený šroub nastavení	1
015.323-17	černá tečka rám skla	1
015.323-17	nedocvaklý decorám	1
015.323-17	netěsný - málo lepidla	2
015.323-15	nečistota silnostěn	1
015.323-17	volná nečistota	1

Obrázek 31 Ukázka hodinového sledování

(interní zdroj)

10.3.3 Sběrné karty vad

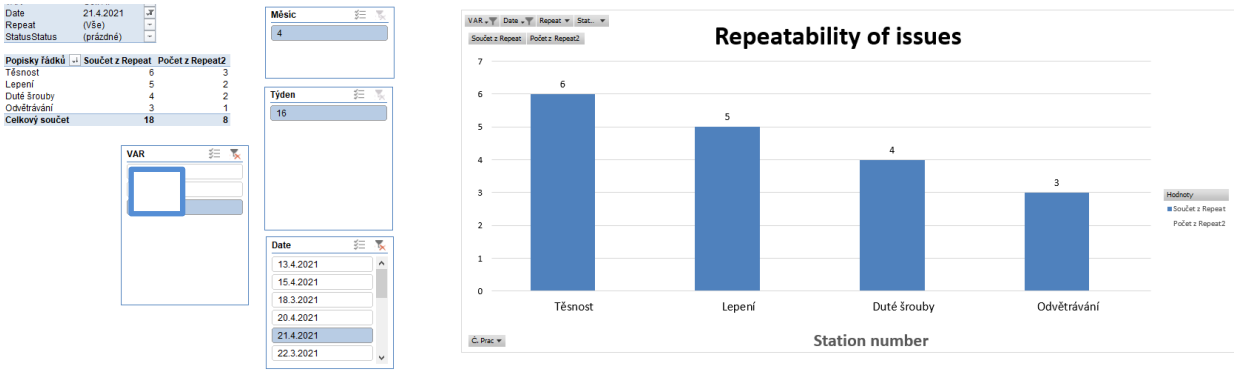
Poslední zaváděnou metodou pro sledování dat jsou sběrné karty vad. Sběrné karty vad slouží ke sběru informací o neshodách na pracovištích ve vztahu k pracovnímu postupu. Jelikož není možné mít na všech pracovištích elektronické sběrné karty vad (na všech pracovištích není zařízení, na kterém by se daly elektronické sběrné karty zprovoznit), byly zavedeny sběrné karty vad v papírové podobě. Papírové sběrné karty jsou zalaminovány a popisovány nesmývatelným fixem kvůli snížení množství vzniklého odpadu.



Obrázek 32 Sběrná karta vad

(vlastní zpracování)

Ke každému pracovišti jsou připevněny podložky z PVC s klipem, který zajišťuje připevnění sběrné karty vad. Operátoři byli seznámeni se sběrnými kartami vad (obrázek 32) a s tím co a jak zapisovat. Zapisovat by se měly všechny činnosti které jsou navíc a nejsou mimo pracovní postup např. založení světlometu do přípravku na několikátý pokus, závady, které přístroj ukáže, výpadek systému ITAC apod. Sběrné karty vad se mění při každé změně projektu či strany a také při výměně směn. Sběrné karty jsou vždy následující den ráno vysbírány a zpracovány v MS Excel. Graf Repeatability of Issues (opakovatelnosti problémů) může být měněn na základě různých druhů filtrů, kterými může být měsíc, týden, den, projekt, či pracoviště. Po rozkliknutí pracoviště se zobrazí podrobnější popis problémů a množství identifikovaných problémů.



Obrázek 33 Výstup ze sběrných karet vad (interní zdrojů)

10.4 Kroky ke zvýšení efektivity lepení UNI07

Projektový tým, zabývající se lepením UNI07 využil metody LOP (List of Open Points) k zaznamenávání úkolů, které byly na základě zavedených metod sledování výroby identifikovány. Do LOPu se zaznamenávají ty nejvýznamnější a nejčastěji opakovatelné problémy, které v rámci lepení a následujícího výstupu vyskytují. Nejdříve je do souboru v MS Excel zapsán název projektu a téma či identifikovaný. Dále zapsáno název zodpovědného pracovníka, který je určen na základě problému. Následně je se zodpovědným pracovníkem prokonzultováno jaká akce bude provedena ke zjištění kořenové příčiny problému, v případě, že je již kořenová příčina známá, jsou zapsány kroky k jejímu odstranění. Na základě konzultace je stanoven termín, ve kterém daná akce musí být splněna a status (otevřeno, po termínu, dokončeno a zrušeno). Do poznámek jsou doplňovány fotky, videa, soubory nebo další poznámky k jednotlivým úkolům.

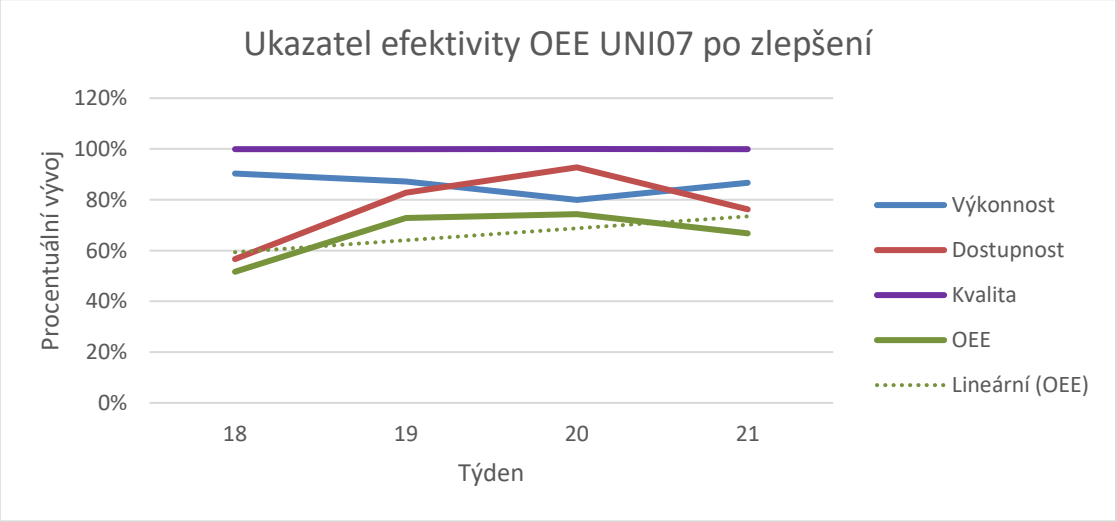
PROJEKT: UNI 07
ZODPOVĚDNÁ OSOBA:
DATUM AKTUALIZACE: 16.4.

Status			
O	OTEVŘENO	6	20%
PT	PO TERMÍNU	0	0%
D	DOKONČENO	24	80%
Z	ZRUŠENO	0	0%
	CELKEM	30	100%

Téma / Problém Topic / Problem	Akce / Řešení Action / Solution	Zodpovědný Responsible	Jednání Discussion	Termín Due Date	Status Statu	Datum uzavření Closing Da	kategorie	Poznámky Remarks / Notes
GA6 vizikon_nárazová lišta strana L	prověřit pracoviště (kontakty), ~~bude vyměnena lišta~~			~~30.4.2021~~ 17.5.2021	o			vyjmutí nárazové lišty z programu, domluvit s panem Chalupou (bezpečnost)
TGP - strana A (sponkování skla)	Porovnat paletky - proměřit s jinými projekty			11.05.2021	o			zasekávání paletky na sklo.úkol - zborusit záchytné plochy na háčky - poptat firmu na zbroušení
Nabourání robota	spadlo vakum - přetěsnění hlavy			07.05.2021	D			zakládací robot odkládal sklo v momentě kdy lepící lepil
GA6 AFS vizikon				15.05.2021	o			prověřit čistotu výbojek, nastavit proces manipulace a ukládání
změny procesu A3NF LED moduly	prosvětlování na V1			11.05.2021	o			Hotovo pouze ES jedna strana
Balancování procesu	revize projektu F			10.05.2021	d			\UNI07\HAL\ .dlueing.xlsm
Přehled prostojů / problémů				10.05.2021	d			\Prostoje\Prostoje_HAN3_UNI_07.xlsm
odkládání sacích hlav strana A	neodkládá hlavu			14.05.2021	d			
TGP vizikon	doprogramovat čas na žhavení výbojky			12.05.2021	d			

Obrázek 34 Ukázka LOP (List of Open Points) (interní zdroj)

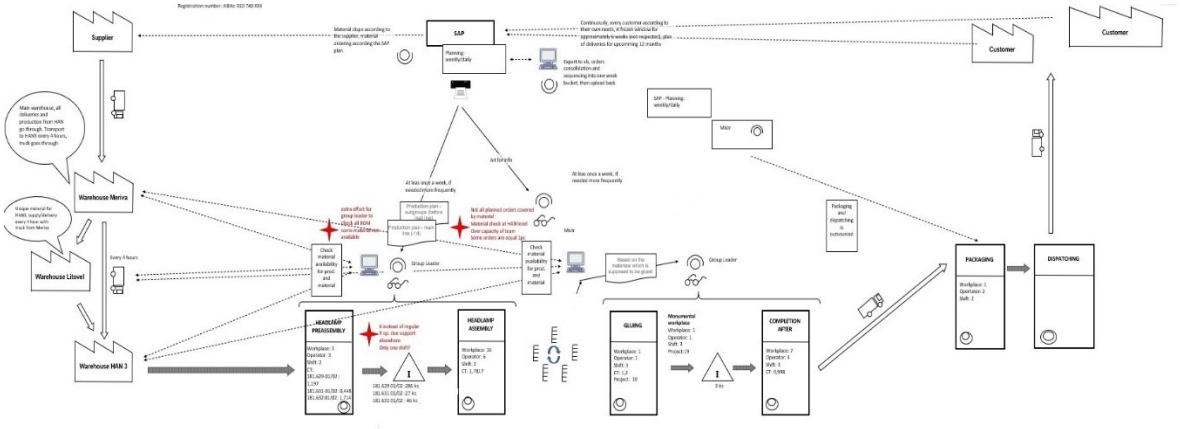
Díky problémům, které byly dle metod sledování výroby identifikovány a které jsou postupem času odstraňovány, dochází ke zvyšování ukazatele efektivity OEE, jehož vývoj je zaznamenán v grafu 17. V grafu níže můžeme vidět, že se proces mírně stabilizoval a ukazatel efektivity OEE se postupně zvyšuje a ve 21 týdnu dosahuje 67 %. Kvalita je v rámci procesu konstantní a vzhledem k velmi častým kvalitativním kontrolám téměř nedochází k objevení NOK kusů. Na základě pouhých čtyřech týdnů není možné říci, že je proces stabilní, proto je důležité nadále sledovat a zlepšovat proces lepení a následného výstupu.



Graf 16 Graf ukazatele efektivity UNI07 po zlepšení (vlastní zpracování)

11 BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU

V mapě budoucího hodnotového toku je zaznamenán stav po zavedení opatření. Stejně jako v případě tvorby VSM současného stavu se při tvorbě VSM budoucího stavu částečně vycházelo z reálných dat a údajů o výrobě, spojených se sledováním a z části se jedná o předpokládaný vývoj dle výsledků analýz zlepšovacích návrhů. Prvním krokem k zefektivnění VSM byla změna formy plánování výroby zavedením kumulace odvolávek. Kumulací odvolávek je snížen počet seřízení, které tvořily nadpoloviční většinu všech prostojů na montážní lince (59 % všech prostojů), čímž byly sníženy i náklady na seřizovače a operátory na montážní lince. Celková časová úspora po zavedení kumulací byla 871 min. za šest týdnů, což při předpokladu stejného výhledu v následujícím období tvoří 7 316 min./rok. Zavedení kumulace odvolávek má dopad na zvýšení efektivity výroby, snižuje prostoje ve výrobě. V mapě budoucího hodnotového toku se zavedení kumulací projevilo snížením celkového mezioperačního času mezi montáží skupin pro světlomety a skupinou pouzdra. Problém s dodávkami materiálu byl vyřešen upravením dodacích lhůt objednávaného materiálu. Tímto opatřením bylo zabráněno přehozům přípravků na montážní lince kvůli nedodanému materiálu. Při mapování současného stavu bylo zjištěno ztrácení materiálu ve výrobě, kvůli kterému docházelo k prostojům na montážní lince z důvodu hledání materiálu, protože materiál používaný ve výrobě neměl stanovené místo a byl odložen tam, kde byl zrovna volný prostor. Následně v případě potřeby materiálu nebylo možné daný materiál najít. Jako opatření proti ztrátám materiálu a zároveň z důvodu usnadnění práce operátorům, seřizovačům i manipulantům je v procesu zavádění metoda 5S. Dalším problémem bylo pracoviště lepení, před kterým z důvodu nedostatku výrobní kapacity docházelo k hromadění zásob v bufferu. V průběhu projektu došlo k relokaci lepení ze závodu v Mohelnici. Relokované lepení disponuje dvojnásobnou kapacitou strojního zařízení. Na základě toho byl zadán požadavek na plynulý tok výroby. Pro zvýšení plynulosti toku výroby bylo nutné snížit časy potřebné k balení a vybalování skupin pouzdra. Protože v krátkodobém horizontu je neefektivní balení do roll kontejnerů, byly namísto nich zvoleny lednice, kde čas na vkládání a vyndávání je oproti roll kontejnerům minimální. Maximální možný čas čekání skupin pouzder v lednicích na lepení je stanoven na jednu směnu, tj. na 450 minut.



Obrázek 35 Budoucí mapa hodnotového toku (vlastní zpracování)

Na časové ose v budoucí mapě toku hodnot došlo v důsledku návrhů na zlepšení ke změnám některých časů (především časů nepřidávajících hodnotu). Průměrný čas nepřidávající hodnotu mezi operací předmontáže skupin a montáže skupin pouzdra je 10 960 minut. Čekací časy mezi operací montáže a lepení byly predikovány, na základě přípravy změny plánování výroby a zavedení balení do lednic na hodnotu, jenž je požadována managementem společnosti a byla ověřena kapacitním propočtem jako reálně dosažitelná, na 450 minut. Celkem čas nepřidávající hodnotu je 11 618 minut. U časů přidávajících hodnotu došlo ke drobné změně z 5,61 minut na 5,69 minut z důvodu změny procesního času operace lepení. VA index, který je vypočítán jako poměr časů přidávajících hodnotu a časů nepřidávajících hodnotu je 0,049 %.

Obrázek 36 Časová osa budoucí mapy hodnotového toku (vlastní zpracování)

11.1 Přínosy navrhovaných řešení

Implementací nápravného opatření kumulace odvolávek a 5S došlo při porovnání s původním VSM k významnému snížení čekacích časů mezi operací předmontáže skupin a montáže skupiny pouzdra, které se snížily z původních 62 784 minut na aktuálních 10 960 minut. Úsporou času na zpracování zakázky došlo k vyšší ziskovosti projektu, snížením nákladů na skladování rozpracované výroby, která v době čekání na zpracování negeneruje žádnou přidanou hodnotu. Náklady na skladování skupin v původní mapě toku hodnot jsou ve výši 7 550 Kč / ks, za 43,6 dní, které čekají na zpracování. V budoucí mapě toku hodnot po zavedení opatření čekají skupiny na zpracování 7,6 dne a náklady

na skladování činí 1 318 Kč. Celková úspora stavu po zavedení opatření je 6 232 Kč na šest týdnů.

Tabulka 14 Porovnání nákladů na skladování skupin
(vlastní zpracování)

	Náklady Kč / den	Počet dní	Náklady celkem
	173 Kč	43,6	**7 550 Kč**
	173 Kč	7,6	**1 318 Kč**
Úspora	x	**36**	**6 232 Kč**

Z finančního porovnání skutečného výrobního plánu a kumulací odvolávek vyplývají přímé úspory v personálních nákladech na operátory, seřizovače a manipulanty ve výši 1 783 050 Kč za šest týdnů. Předpokládaná výše úspor v personálních nákladech za jeden rok je tedy až 15,75 miliónů Kč. Po zavedení změny plánování a balení skupin pouzdra do chladniček je předpoklad zkrácení časů nepřidávající hodnotu mezi operacemi montáže skupin pouzdra a lepením z 16 480 minut na 450 minut. V přímých úsporách, které vycházejí z personálních nákladů je vypočítaná roční úspora, po započtení nákladů, 182 256 Kč. V následujících letech je úspora průměrně cca 370 000 Kč ročně. Stejně jako u případu kumulace odvolávek a zavedení 5S je hlavním benefitem zkrácení celkového času na zpracování zakázky a snížení nákladů na nevyužitý materiál z čehož je generována úspora 3 330 Kč.

Tabulka 15 Náklady na skladování skupin pouzdra
(vlastní zpracování)

	Náklady Kč / den	Počet dní	Náklady celkem
	299 Kč	11,4	**3 424 Kč**
	299 Kč	0,3	**93 Kč**
Úspora		**11,1**	**3 330 Kč**

VA index, který je vypočítán jako poměr časů přidávajících hodnotu a časů nepřidávajících hodnotu se na základě zavedených opatření, které jsou popsány výše zvýšil z 0,0071 % na 0,049 %.

12 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Projektová část diplomové práce byla zaměřena na zefektivnění hodnotového toku výrobku.

První část projektu byla zaměřena na definování hlavního cíle a dílčích cílů projektu. Následně byl zpracován harmonogram projektu, kde byly vypsány hlavní činnosti projektu a termíny jejich dokončení. Další podkapitolou byla RIPRAN analýza, v níž byla identifikována rizika, která by mohla v průběhu projektu nastat. Na základě identifikovaných rizik byla navržena opatření k zabránění jejich vzniku.

V dalších projektových částech byly popsány návrhy na zlepšení problémů, identifikovaných pomocí mapování hodnotového toku. Návrhy mající dopad na zefektivnění hodnotového toku, byly zaznamenány v budoucí mapě hodnotového toku a byly popsány jejich přínosy.

V kapitole 7.1 byly definovány hlavní a dílčí cíle projektu. Hlavní cíl byl stanoveno jako zefektivnění hodnotového toku výrobku a dílčími cíli, které vedou k dosažení tohoto cíle bylo snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepení alespoň o 25 % a zvýšení efektivity lepení alespoň o 15 %.

12.1 Zefektivnění hodnotového toku výroby

Vytvořením mapy hodnotového toku současného stavu byly odhalena úzká místa procesu, ze kterých byly vytvořeny potenciály na zlepšení. Na základě těchto potenciálů byla vytvořena nápravná opatření pro zvýšení efektivity hodnotového toku, což byl hlavní cíl projektu. Nápravná opatření jsou v jednotlivých krocích definovány v dílčích cílech projektu, jejichž splnění definuje splnění hlavního cíle.

Dílčí cíle (rozepsány v kapitolách níže) byly splněny nad očekávání vedení společnosti, kdy se podařilo významným způsobem snížit NVA časy mezi jednotlivými operacemi, zvýšit kapacitu montáže a efektivitu lepení, což generuje zvýšení ziskovosti projektu a dále dosahuje k vyšší spokojenosti zákazníka snížením doby čekání na výrobek a současně snížení pravděpodobnosti výrobních skluzů (backlogů), které jsou zajištěny navýšením výrobní kapacity.

12.1.1 Snížení variability výrobního plánu a čekacích časů mezi operacemi

Dílčím cílem bylo snížením variability výrobního plánu a čekacích časů mezi operacemi, po jehož splnění se očekávala úspora kapacity montážní linky a snížení NVA časů mezi jednotlivými operacemi. Pro splnění tohoto dílčího byly zavedeny kumulace odvolávek na montážní lince, zavedení 5S a změnila se pravidla pro plánování výroby před operací lepení s implementací změny balení pro plynulejší chod výroby. Po zavedení kumulace odvolávek je předpoklad ročního navýšení kapacita montážní linky o 7 694 min. z původních 18 815 min., což tvoří úsporu 41 % celkového času na seřízení montážní linky. Přímý předpokládaný finanční dopad, který započítává pouze úsporu přímých (personálních) nákladů na seřizovače, operátory a manipulanta je celkem až 15 750 000 Kč ročně. Dále došlo k úspoře NVA časů ve VSM mezi operací předmontáže skupin a montáže skupin pouzdra z 62 784 minut na 10 960 minut, což představuje snížení časů nepřidávající hodnotu o 83 %. Pro snížení čekacích časů mezi operacemi montáže a lepení byl změněn systém plánování výroby a NVA časy se snížily z 16 480 minut na 450 minut, tj. o 97 %. Celkem se NVA časy snížily o 67 859 minut, což tvoří 85 %.

12.1.2 Zvýšení efektivity procesu lepení

Pro zefektivnění hodnotového toku bylo zásadní zvýšení efektivity lepení, což je vyjádřeno ukazatelem efektivity OEE. Během ledna 2021 došlo ke změně procesu lepení. Na základě toho byl proveden výpočet ukazatele efektivity OEE u původního lepení UNI01 a nového lepení UNI07. U lepení UNI01 byl ukazatel výkonnosti ve sledovaném období od 33 do 48 týdne v průměru na 51 %. Jak už bylo zmíněno během ledna roku 2021 došlo k přechodu na nové lepení. Za sledované období, které probíhalo od 2 do 18 týdne roku 2021 nedošlo ke stabilizaci procesu lepení. V průběhu týdnů se celková efektivita zařízení, dostupnost i výkonnost projevovala velkými výkyvy. Během sledovaného období dosahoval ukazatel efektivity v průměru 46 %. Pro zvýšení efektivity byly zavedeny metody sledování výroby, na jejichž základě byly projektovým týmem stanoveny úkoly pro nalezení příčiny nejzávažnějších identifikovaných problémů a jejich odstranění. V průběhu od 17 do 21 týdne, docházelo postupně ke zvýšení efektivity. Na konci 21 týdne dosahovalo OEE v průměru 67 %. Oproti původnímu lepení UNI01 vzrostlo OEE nového lepení UNI07 o celkových 16 %. Pokud bychom porovnávali zvýšení efektivity nového lepení UNI07 tak se ukazatel efektivity OEE zvedlo z 46 % na 67 % což je navýšení 21 p.b. tj. o 45,6 %.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá zefektivněním hodnotového toku výrobku ve vybrané společnosti. Společnost se pohybuje v odvětví Automotive a zabývá výrobou a vývojem světlometů. Nový výrobní závod společnosti, ve které je diplomová práce zpracovávána, se věnuje výrobě v obchodním segmentu Aftermarket (výroba náhradních dílů). Práce byla rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou.

Teoretická část obsahuje literární rešerši odborných knih vztahujících se k tématu diplomové práce a zajišťuje teoretický základ pro zpracování praktické části diplomové práce. Teoretická část je složena ze tří kapitol. První kapitola se věnuje teorii z oblasti výroby. Popisuje co je to výroba, výrobní proces, typy rozdělení výroby a výrobní etapy, plánování výroby a základ pro výpočet ukazatele OEE a dílčích částí výpočtu ukazatele efektivity OEE. Druhá kapitola se věnuje logistice, jejím cílům a činnostem. Poslední teoretickou oblastí je metodologie lean, její použití a vysvětlení pojmu lean. Součástí této kapitoly je vysvětlení plýtvání a stručná charakteristika všech osmi druhů plýtvání. Další podkapitolou je metoda 5S a s ní související audity, metoda Value Stream Mapping a analýza měření práce s metodou MTM.

V praktické části diplomové práce byla nejdříve popsána společnost, ve které je diplomová práce zpracovávána. V následující kapitole byl popsán postup výběru reprezentanta pro mapování hodnotového toku, proces jeho výroby a layout haly a montážní linky. Další kapitola představuje hlavní cíl a dílčí cíle projektu, které vedou k dosažení hlavního cíle projektu, jeho časový harmonogram a RIPRAN analýzu, která identifikuje hrozby, kterou mohou nastat při realizaci projektu, jejich váhu a následná opatření proti jejich vzniku. Následuje analýza projektu pomocí mapování toku hodnot, zhodnocení mapování a popis potencionálů pro zlepšení, které jsou rozepsány jako návrhy na zlepšení v následujících kapitolách. Mezi návrhy na zlepšení patří optimalizace plánování, zavedení metody 5S a snížení čekacích časů mezi montáží a lepením. Následující kapitola popisuje změnu procesu lepení, analyzuje kapacitu obou lepení a efektivitu před a po změně lepení. Z výsledků analýz bylo potřeba zefektivnit lepení, na jehož základě byly zavedeny metody sledování výroby, a podniknuty kroky ke zvýšení efektivity. Návrhy a změny, které proběhly v rámci projektu jsou shrnuty v kapitole 11 Budoucí mapa hodnotového toku, kde byly shrnuty přínosy navrhovaných řešení. Praktickou a projektovou část projektu uzavírá kapitola 12 Zhodnocení projektu, ve které je prokázáno splnění hlavního cíle projektu,

pomocí dvou dílčích cílů. Jedním z těchto cílů bylo snížení NVA časů alespoň o 25 %. Tento cíl byl splněn nad očekávání a došlo k úspoře NVA časů o 85 %. Druhým dílčím cílem bylo zvýšit efektivitu lepení alespoň o 15 %. Vzhledem k původnímu lepení (UNI01) došlo ke zvýšení ukazatele efektivity o 21 p.b. tj. o 45,6 %. Oba dílčí cíle, potřebné ke splnění hlavního cíle, byly splněny, takže projekt „Zefektivnění hodnotového toku výrobku“ byl úspěšný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DUPAĽ, Andrej. *LOGISTIKA*. Bratislava: Sprint 2, 2018 287 s. ISBN 978-80-89710-44-7.

SCHÖNSLEBEN, Paul. *Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2012, 1040 s. ISBN 978-1-4398-7823-1.

BAZALA, Jaroslav, 2014. Kde se vzala logistika anebo historie logistiky. *Logistickaakmie.cz* [online]. Ostrava-Poruba [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: https://www.logistickaakademie.cz/blog/diskutovana-temata/kde-se-vzala-logistika-anebo-historie-logitiky

KLABUSAYOVÁ, Naděžda, 2019. Logistika. *Vovcr.cz* [online]. ČVUT v Praze [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: https://www.vovcr.cz/odz/ekon/409/page00.html

Predikce vývoje prostředí a proces strategické analýzy. *Businessinfo.cz* [online]. [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: https://www.businessinfo.cz/navody/predikce-prostredi-strategicka-analyza/

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2014, 344 s. ISBN 978-80-248-3791-8.

LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005, 589 s. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0504-0.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

TVRDOŇ, Leo, 2017. Co je logistický řetězec. *DLProfi* [online]. **© 1997 - 2021** [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://www.dlprofi.cz/33/co-je-logisticky-retezec-uniquei-dmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eluk3A1jA9RsZUEW5pHWZYI/

Logistika: Vyřizování objednávek, © 2000 - 2019. *Miras.cz* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://www.miras.cz/seminarky/logistika/horizontalni-struktura-skladu.php

LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistika pro obchod a marketing*. Jesenice: Ekopress, 2020, 146 s. ISBN 978-80-87865-59-0.

DUPAĽ, Andrej. *MANAŽMENT VÝROBY*. Bratislava: Sprint 2, 2019, 365 s. ISBN 978-80-89710-50-8.

Výroba a výrobný proces: Výroba. *EuroEkonóm.sk* [online]. [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://www.euroekonom.sk/ekonomika/podnikova-ekonomika/vyroba/?fbclid=IwAR2HuD_6I8XXScrFDeLCulswR-pCzpZYxMwz14YFYAh-lcYuRT-TePW8rD9c

JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018, 170 s. ISBN 978-80-261-0800-9.

WILSON, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill books, 2010, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

PASCAL, Dennis. *Lean production simplifield: a lain-language guide to the world´s most powerful production system*. 3. rd edition. CRC Press, 2015, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

Výroba, výrobní proces: Výrobní faktory, 2019. *Oneindustry.one* [online]. [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://www.oneindustry.one/lexikon/vyroba-vyrobni-proces/?fbclid=IwAR2fHu9o9SPWFm_CYbJ-mp0tS3j83OfrkFI8lTvNCn9ozzUy-NYIz_9Gr6sc

Sára. Výrobní proces, příprava výrobního procesu – ekonomie: Výrobní proces v podniku. *Ekonomie-ucetnictvi.cz* [online]. [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://ekonomie-ucetnictvi.cz/vyrobni-proces-priprava-vyrobniho-procesu-ekonomie/?fbclid=IwAR2xC-qdLLOZglnh7E2LiwD913k8e253dF9r0fS_Yl6rWREk-8JLLRyr-PA

LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistika pro obchod a marketing*. Jesenice: Ekopress, 2020, 146 s. ISBN 978-80-87865-59-0.

FOTR, Jiří et al. *Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe*. 2., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2020, 414 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-2499-2.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

ROTHER, Mike. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada, 2017, 285 s. ISBN 978-80-271-0435-2.

WALKER, H. Fred et al. *The Certified Quality Inspector Handbook*. 3rd edition. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2019, 314 s. ISBN 978-0-87389-981-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress, 2012, 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009, 226 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005, 315 s. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.

LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005, 589 s. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0504-0.

KING, Peter L. a Jenifer S. KING. *THE PRODUCT WHEEL HANDBOOK: CREATING BALANCED FLOW IN HIGH-MIX PROCESS OPERATIONS*. CRC Press, 2013, 199 s. ISBN 978-1-4665-5418-4.

MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

Co je OEE [online], © 2021. Žďár nad Sázavou [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.oee.cz/co-je-oee

VOJÁČEK, Antonín. OEE = celková efektivnost zařízení a výroby: Co je OEE. *Automatizace.hw.cz* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://automatizace.hw.cz/oee-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html

Analýza a měření práce, © 2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.svetproduktivity.cz/slovnik/Analyza-a-mereni-prace.htm

8 druhů plýtvání, © 2015-2021. *European Lean Six Sigma Community* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes

Interní zdroje společnosti

HÝBLOVÁ, Petra. *Logistika: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006, 61 s. ISBN 80-719-4914-0.

GÁLOVÁ, Kateřina. 2017. Mapování hodnotových toků, 2. část: Přehled symbolů pro mapování: Symboly. *Průmyslové Inženýrství.cz* [online]. Olomouc - Holice [cit. 2021-5-29]. Dostupné z: https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/mapovani-hodnotovych-toku-2-cast-prehled-symbolu-mapovani/

DLABAČ, Jaroslav, © 2005 - 2021. Analýza a měření práce. *Academy of Productivity and Inovation* [online]. Slaný [cit. 2021-5-31].
Dostupné z: https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VSM	Value Stream Mapping / Mapování hodnotového toku
RIPRAN	Metoda pro analýzu projektových rizik
PP	Označení pracoviště
OEE	Celková efektivnost zařízení
UNI	Označení lepení
MTM	Metoda měření času
HUB	Stroj s pohyblivou přední deskou
PLC	Programovatelný logický automat
MOST	Metoda předem určených časů
TMU	Časová jednotka
IS SAP	Informační systém SAP
VA	Čas přidávající hodnotu
NVA	Čas nepřidávající hodnotu
VA Index	Poměr časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu
FIFO	First In, First Out – metoda prioritizace pohybu materiálu
BiXe	Varianta světlometu
LED	Varianta světlometu
HAL	Varianta světlometu
AFS	Varianta světlometu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Logistické cíle (Klabusayová, 2019) 18
Obrázek 2 Koncept štíhlé logistiky (vlastní zpracování dle Chromjaková, 2013, s. 50) 30
Obrázek 3 Základní symboly používané k mapování hodnotového toku hodnotového toku (Mašín, 2003, s. 46) 34
Obrázek 4 Layout montážní linky (interní zdroj) 44
Obrázek 5 Materiál mezi pracovišti (vlastní zpracování) 45
Obrázek 6 Skupina projektoru (interní zdroj) 47
Obrázek 7 Zleva pouzdro (svícením dolů) a držák LWR (interní zdroj) 47
Obrázek 8 Montáž skupiny vodičů (interní zdroj) 48
Obrázek 9 Pouzdro s řídící jednotkou a předřadníkem (interní zdroj) 48
Obrázek 10 Zleva Pouzdro s již zalisovaným modulem a skupina modulu (interní zdroj) 49
Obrázek 11 Pouzdro s modulem (interní zdroj) 50
Obrázek 12 Blinkrový reflektor (interní zdroj) 50
Obrázek 13 Skupina pouzdra s rámem (interní zdroj) 51
Obrázek 14 Skupina pouzdra po nasazení krytek (interní zdroj) 51
Obrázek 15 Skupina pouzdra s vnějším rámem (interní zdroj) 52
Obrázek 16 Skupina pouzdra po elektrické zkoušce (interní zdroj) 52
Obrázek 17 Zleva skupina pouzdra a krycí sklo (interní zdroj) 53
Obrázek 18 Světlomet po vložení těsnění a odvětrávacích kolínek (interní zdroj) 54
Obrázek 19 Finální kontrola světlometu (interní zdroj) 55
Obrázek 20 Finální světlomet (vlastní zpracování) 55
Obrázek 21 Harmonogram projektu (vlastní zpracování) 57
Obrázek 22 Horní část mapy hodnotového toku (vlastní zpracování) 61
Obrázek 23 Mapované druhy materiálu na skladě a ve výrobě (vlastní zpracování) 61
Obrázek 24 Proces výroby světlometu (vlastní zpracování) 63
Obrázek 25 Časy přidávající a nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování) 63
Obrázek 26 Ukázka určení seřizovacího času pracoviště (vlastní zpracování) 70
Obrázek 27 Lednice (vlastní zpracování) 81
Obrázek 28 Zleva Layout UNI01, Layout UNI07 (interní zdroj) 84
Obrázek 29 Domovská stránka systému Barco (interní zdroj) 91

Obrázek 30 Zadání prostoje (interní zdroj).....92
Obrázek 31 Ukázka hodinového sledování (interní zdroj).....93
Obrázek 32 Sběrná karta vad (vlastní zpracování).....93
Obrázek 33 Výstup ze sběrných karet vad (interní zdrojů).....94
Obrázek 34 Ukázka LOP (List of Open Points) (interní zdroj).....95
Obrázek 35 Budoucí mapa hodnotového toku (vlastní zpracování).....97
Obrázek 36 Časová osa budoucí mapy hodnotového toku (vlastní zpracování).....97

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání tradičního a lean přístupu k řízení zásob (vlastní zpracování dle Jurnová a kol., 2016, s. 224).....22
Tabulka 2 Pět nejvýznamnějších projektů (vlastní zpracování) 41
Tabulka 3 Postavení prvních 5 projektů z hlediska tržeb (vlastní zpracování) 42
Tabulka 4 Postavení variant z hlediska vyráběného množství (vlastní zpracování) .43
Tabulka 5 Rizika projektu (vlastní zpracování).....58
Tabulka 6 RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování) 59
Tabulka 7 Výpočet kapacity (vlastní zpracování) 71
Tabulka 8 Finanční zhodnocení kumulací (vlastní zpracování) 76
Tabulka 9 Finanční porovnání skutečnosti a návrhu za 6 týdnů (vlastní zpracování) 77
Tabulka 10 Potřebný počet lednic (vlastní zpracování).....80
Tabulka 11 Základní informace k vytvoření finanční analýzy (vlastní zpracování) .81
Tabulka 12 Úspory a náklady za první rok (vlastní zpracování).....82
Tabulka 13 Úspory a náklady na 5 let (vlastní zpracování) 82
Tabulka 14 Porovnání nákladů na skladování skupin (vlastní zpracování).....98
Tabulka 15 Náklady na skladování skupin pouzdra (vlastní zpracování) 98

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Segmentace trhu u pěti nejvýznamnějších projektů (vlastní zpracování) 41
Graf 2 Podíl projektů na celkových tržbách (vlastní zpracování) 42
Graf 3 Pareto diagram vyráběných variant (vlastní zpracování) 43
Graf 4 OEE montážní linky (vlastní zpracování) 67
Graf 5 Prostoje na montážní lince (vlastní zpracování).....68
Graf 6 Procentuální využití kapacit montážní linky (vlastní zpracování) 72
Graf 7 Jednotýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování) 74
Graf 8 Dvoutýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování) 74
Graf 9 Třítýdenní kumulace: poměr seřizovacího a výrobního času (vlastní zpracování) 75
Graf 10 Graf 5S (interní zdroj) 79
Graf 11 Kapacita lepení UNI01 (vlastní zpracování) 86
Graf 12 Procentuální využití kapacit UNI07 (vlastní zpracování) 87
Graf 13 Ukazatel efektivity OEE lepení UNI01 (vlastní zpracování) 88
Graf 15 Počet vyrobených kusů UNI01 (vlastní zpracování).....89
Graf 16 Ukazatel efektivity OEE UNI07 (vlastní zpracování).....89
Graf 17 Graf ukazatele efektivity UNI07 po zlepšení (vlastní zpracování) 95

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: VÝBĚR PROJEKTU

PŘÍLOHA P II: LAYOUT MONTÁŽNÍ HALY

PŘÍLOHA P III: SEZNAM PRACOVIŠŤ

PŘÍLOHA P IV: MAPA SOUČASNÉHO HODNOTOVÉHO TOKU

PŘÍLOHA P V: ČASY SEŘÍZENÍ JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ

PŘÍLOHA P VI: MATICE ČASŮ SEŘÍZENÍ

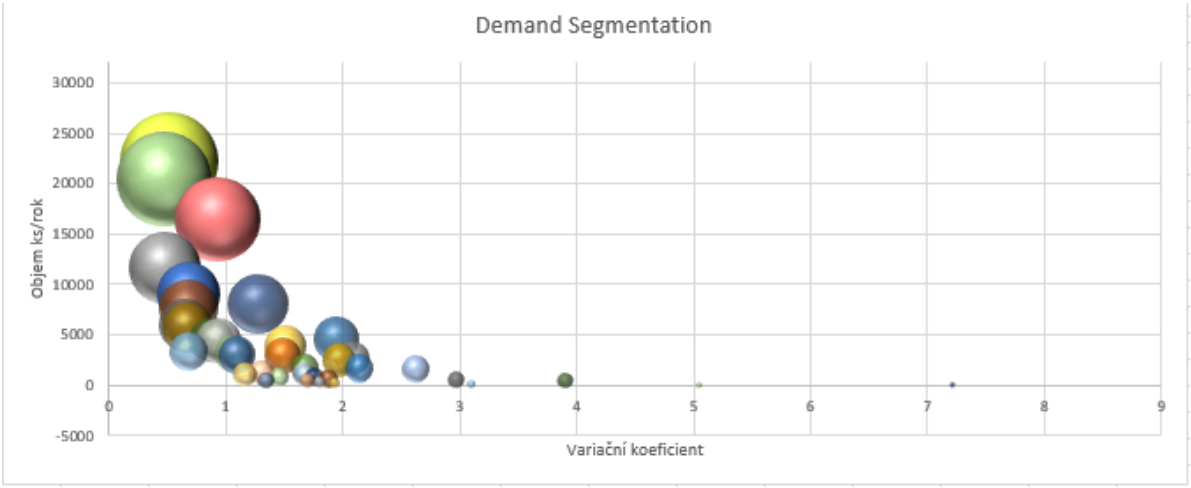
PŘÍLOHA P VII: 5S AUDIT

PŘÍLOHA P VIII: VÝSTUP ZE SYSTÉMU BARCO

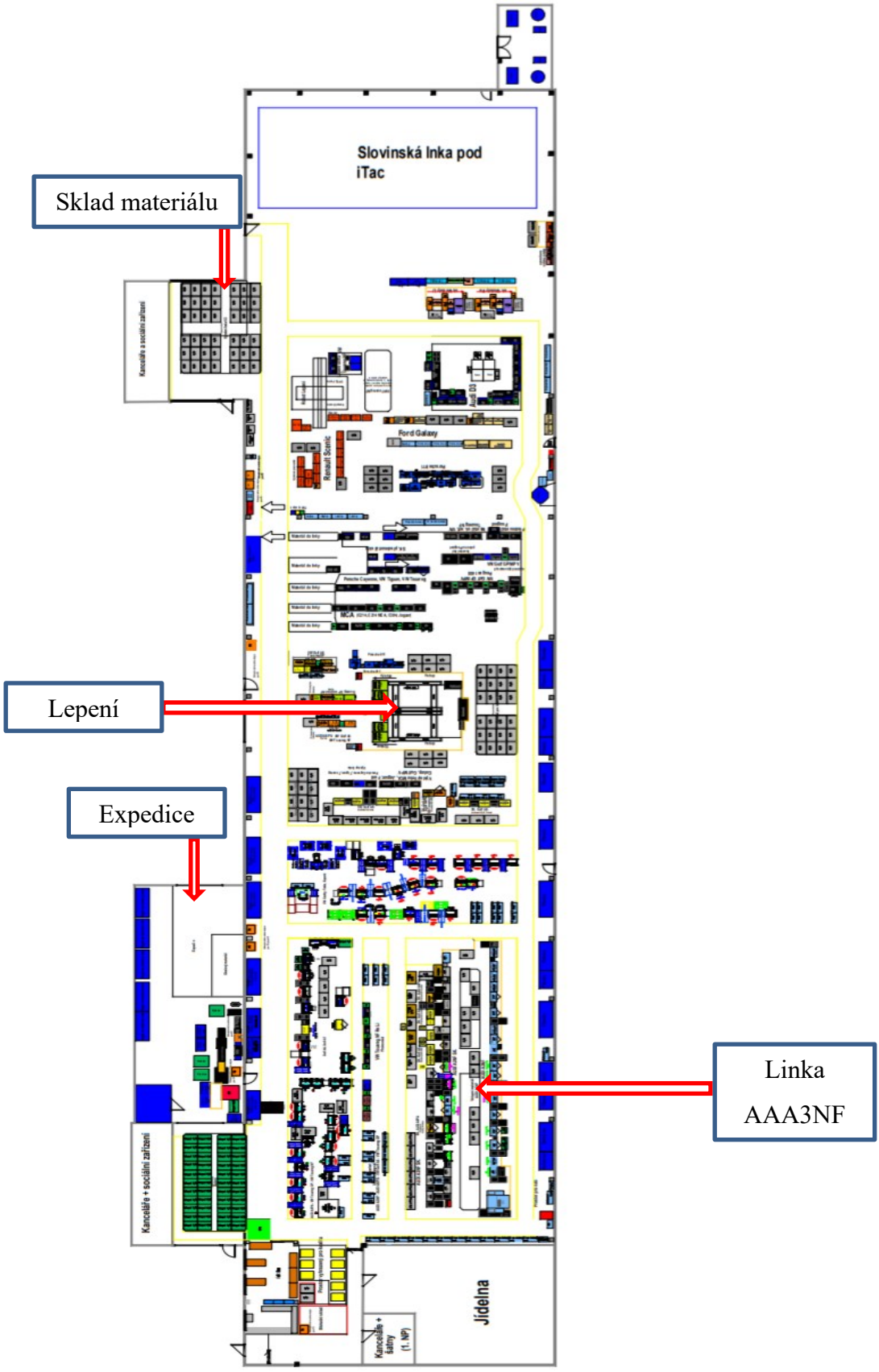
PŘÍLOHA P XI: MAPA BUDOUCÍHO HODNOTOVÉHO TOKU

PŘÍLOHA P I: VÝBĚR PROJEKTU

Projekt	Suma celkem	Variační koeficient	% zastoupení
AA3NF	22179	0,51428198	14,14%
VWGA6	20418	0,463557954	13,02%
OI	16456	0,925420837	10,49%
AC6	11689	0,481795329	7,45%
AC7	9003	0,678445284	5,74%
FB299	8016	1,276676688	5,11%
VWC	7646	0,684125034	4,87%
VWTNF	6033	0,652799729	3,85%
VWTGP526	5647	0,66899785	3,60%
KS	4608	1,945990441	2,94%
VWT	4476	0,877747778	2,85%
OA	4452	0,94219054	2,84%
FCD340	3849	1,509922445	2,45%
BE39FL	3329	0,681730681	2,12%
AC7PA	3060	1,0615687	1,95%
RS	3039	1,091508361	1,94%
VWK	2872	1,487393455	1,83%
Hi30	2592	2,073890638	1,65%
FC394	2496	1,967654903	1,59%
KC	1704	2,140752407	1,09%
PC	1680	1,6768135	1,07%
DC203	1615	2,627596623	1,03%
VWT	1287	1,303569737	0,82%
FC214 MCA	1183	1,666792398	0,75%
VWGA4	1089	1,1602343	0,69%
AD3	956	1,674887741	0,61%
DT2W	810	1,458149606	0,52%
Raux	780	1,754116039	0,50%
FC214	727	1,877353857	0,46%
Daux	544	2,96840339	0,35%
DW163 MOPF	497	1,341758163	0,32%
P996FL	492	3,89946533	0,31%
VWGMPVGP2	486	1,342787697	0,31%
JX250	423	1,691991094	0,27%
BE39	259	1,800552978	0,17%
VWGMPV	210	1,927671748	0,13%
MS	140	3,098386677	0,09%
P407	72	5,049752469	0,05%
S408	54	7,211102551	0,03%
Celkem	156868	x	100,00%



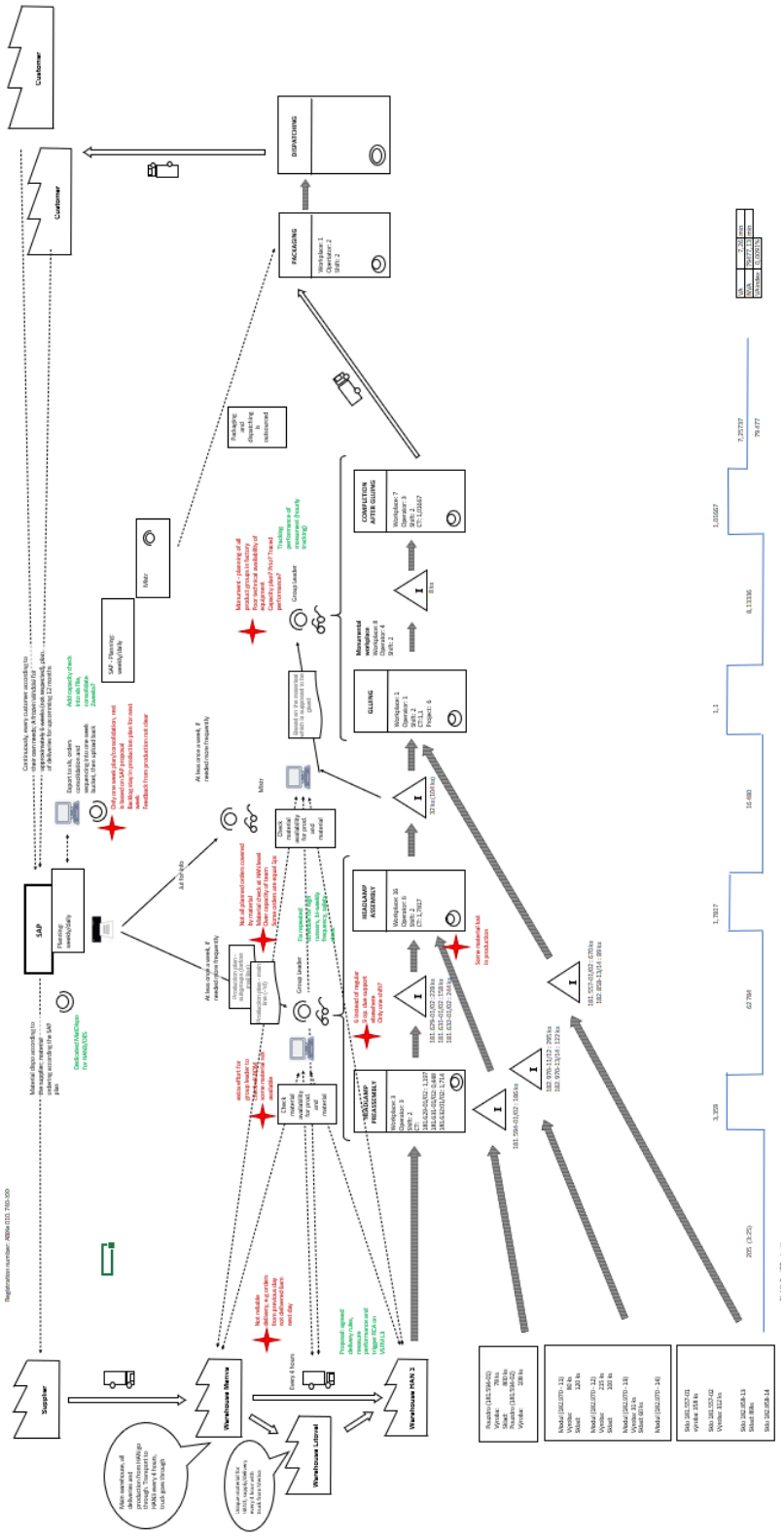
PŘÍLOHA P II: LAYOUT MONTÁŽNÍ HALY



PŘÍLOHA P III: SEZNAM PRACOVIŠŤ

Pracoviště	Popis montáže skupin
PP20A	Montáž skupina projektoru
PP20B	Montáž výbojky do modulu
PP10	Kontrola vazby tlumené-dálkové pomocí VisiConu
Pracoviště	Popis montážních pracovišt
PP60	Laserový popis pouzdra
PP30A	Montáž skupiny nastavení a nastavení pohonu pouzdra
PP30B	Montáž skupiny nastavení a nastavení pohonu pouzdra
PP40	Montáž skupiny vodičů do pouzdra
PP50	Montáž doplňkové elektroniky
PP60	Montáž doplňkové elektroniky a skupiny vnějšího chladiče
PP70	Montáž skupiny projektoru
PP75	Montáž výbojky do modulu
PP80	Montáž dílu nastavení a reflektoru
PP130	Montáž blinkrového reflektoru do pouzdra
PP150	Montáž skupiny rámu pouzdra
PP157	Montáž krytek
PP160A	Montáž skupiny krycího rámečku
PP160B	Montáž skupiny krycího rámečku
PP170	Krátká elektrická zkouška
PP180	Vysavač
PP190	Kontrolní pracoviště
Pracoviště	Lepení a výstup
PP200	Lepení
PP230	Visicon
PP240	Těsnost
PP245	Montáž odvětrávacího elementu a držáku
PP250	Zalisování dutých šroubů a odvětrávacího elementu
PP260	DecoBox

PŘÍLOHA P IV: MAPA SOUČASNÉHO HODNOTOVÉHO TOKU



PŘÍLOHA P V: ČASY SEŘÍZENÍ JEDNOTLIVÝCH OPRACOVIŠŤ

No.	Description	Code	TMU	Quantity	Frequency	Total Basic t. (tg)	min/100pc	Total Basic t. (tg)	sec/pc	Total Basic machine t. (tg)	min/100pc	Operace	Strojní čas celkem	min/100pc
	ASSEMBLY (min/100pc)	Time without allowance:			1232,0	Time without allowance:		1318,3		Time without allowance:				
Montáž	AUDI E60					**331,55**	min/100pc	198,9288	sec/pc	**331,55**	min/100pc			
	AUDI A3NF + TIGUAN P30A / 10.1					**87,00**	min/100pc	52,2	sec/pc	**87,00**	min/100pc			
	AUDI A3NF + TIGUAN E30B / 20					**452,46**	min/100pc	271,476	sec/pc	**452,46**	min/100pc			
	AUDI A3NF + TIGUAN E40 / 25					**174,50**	min/100pc	104,7024	sec/pc	**174,50**	min/100pc			
	AUDI A3NF + TIGUAN E50 / 30					**186,50**	min/100pc	111,9024	sec/pc	**186,50**	min/100pc			
	AUDI E60					**198,50**	min/100pc	119,1024	sec/pc	**198,50**	min/100pc			
	AUDI+TIGUAN E70 / 50					**512,46**	min/100pc	307,476	sec/pc	**512,46**	min/100pc			
	AUDI+TIGUAN E80 / 45					**222,50**	min/100pc	133,5024	sec/pc	**222,50**	min/100pc			
	AUDI+TIGUAN E130 / 120.2					**234,50**	min/100pc	140,7024	sec/pc	**234,50**	min/100pc			
	AUDI E110					**557,46**	min/100pc	334,476	sec/pc	**557,46**	min/100pc			
	AUDI E150					**258,50**	min/100pc	155,1024	sec/pc	**258,50**	min/100pc			
	AUDI E157					**225,00**	min/100pc	135	sec/pc	**225,00**	min/100pc			
	AUDI E160A					**282,50**	min/100pc	169,5024	sec/pc	**282,50**	min/100pc			
	AUDI E160B					**294,50**	min/100pc	176,7024	sec/pc	**294,50**	min/100pc			
	AUDI E180					**662,46**	min/100pc	397,476	sec/pc	**662,46**	min/100pc			
	AUDI V165					**342,50**	min/100pc	205,5024	sec/pc	**342,50**	min/100pc			
	TIGUAN 10.2					**198,50**	min/100pc	119,1024	sec/pc	**198,50**	min/100pc			
	TIGUAN 40					**270,50**	min/100pc	162,3024	sec/pc	**270,50**	min/100pc			
	TIGUAN 60					**572,46**	min/100pc	343,476	sec/pc	**572,46**	min/100pc			
	TIGUAN 65					**246,50**	min/100pc	147,9024	sec/pc	**246,50**	min/100pc			
	TIGUAN 70					**234,50**	min/100pc	140,7024	sec/pc	**234,50**	min/100pc			
	TIGUAN 80					**222,50**	min/100pc	133,5024	sec/pc	**222,50**	min/100pc			
	TIGUAN 85					**512,46**	min/100pc	307,476	sec/pc	**512,46**	min/100pc			

PŘÍLOHA P VI: MATICE ČASŮ SEŘÍZENÍ

			PP60	P30A/10	E308/20	E40/25	E50/30	E60	E70/50	V75/70	E80/45	V90/65	E130/120	E110	E150	E157	E160A	E160B	V165	E170P	E170L	E180	E190	10	E085	80	60	40	Počet přehození	Celkový čas	f
			331,55	87,00	452,46	174,50	186,50	198,50	512,46	234,50	222,50	246,50	234,50	557,46	258,50	225,00	282,50	294,50	342,50	1,00	1,00	662,46	0,00	198,50	512,46	222,50	572,46	270,50			
Audi - LED	→	Audi - AFS + BiXe	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1632	
Audi - LED	→	Audi - Halogen	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2436	
Audi - LED	→	VW - Halogen	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	11	3424	
Audi - LED	→	VW - AFS + BiXe	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	14	4127	
Audi - LED P	→	Audi - LED L	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	4493	
Audi - AFS + BiXe P	→	Audi - AFS + BiXe L	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	3791	
Audi - AFS + BiXe	→	Audi - Halogen	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2436	
Audi - AFS + BiXe	→	VW - Halogen	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	11	3424	
Audi - AFS + BiXe	→	VW - AFS + BiXe	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	14	4127	
Audi - AFS + BiXe	→	Audi - LED	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2099	
Audi - Halogen P	→	Audi - Halogen L	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	3868	
Audi - Halogen	→	VW - Halogen	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	11	3424	
Audi - Halogen	→	VW - AFS + BiXe	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	14	4127	
Audi - Halogen	→	Audi - LED	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3061	
Audi - Halogen	→	Audi - AFS + BiXe	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2594	
VW - Halogen P	→	VW - Halogen L	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	11	3424	
VW - Halogen	→	VW - AFS + BiXe	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	11	3393	
VW - Halogen	→	Audi - Halogen	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	3868	
VW - Halogen	→	Audi - LED	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	4493	
VW - Halogen	→	Audi - AFS + BiXe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	4026	
VW - AFS + BiXe P	→	VW - AFS + BiXe L	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	13	3941	
VW - AFS + BiXe	→	VW - Halogen	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	8	2590	
VW - AFS + BiXe	→	Audi - Halogen	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	3868	
VW - AFS + BiXe	→	Audi - LED	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	4493	
VW - AFS + BiXe	→	Audi - AFS + BiXe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	4026	

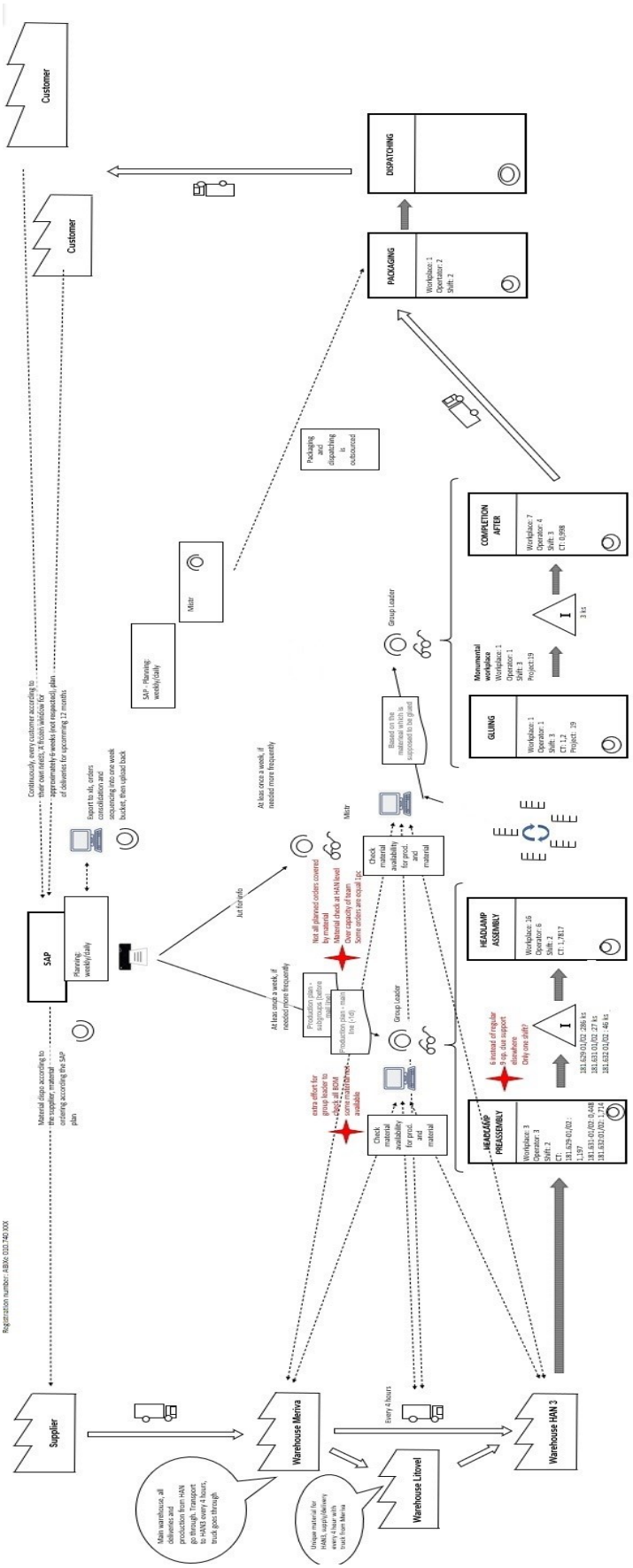
Vysvětlivky:	
ano	1
ne	0

PŘÍLOHA P VII: 5S AUDIT

5S Audit - Montážní linka

	Nemám nic co nepotřebuji!	Ano/Ne	Komentáře
Sort	Na pracovišti se nevyskytuje žádné vybavení, pomůcky, přípravky atd., které nejsou nutné na výrobu aktuálně vyráběného výrobku.	Ano	
	Materiál pro výrobu v lince je materiál nutný pouze pro výrobu aktuálně vyráběného výrobku.	Ano	
	Na nevýrobních pracovištích linky jako je pracoviště TL, seřizovače, demontážní pracoviště a ostatní plochy se nevyskytují žádné nepoužívané položky	Ano	
	Na informačních tabulích (SFM, Komunikační tabule, Red desk, WCM atd.) v prostoru odpovědnosti linky se nevyskytují žádné neaktuální informace.		Nehodnoceno
	V oblasti odpovědnosti linky jako jsou uličky, únikové východy, materiál pro linku, uložení přípravků se nevyskytují žádné nepotřebné položky	Ano	
		4	
	Vše co potřebuji má své místo a je na svém místě!		
Set In Order	Veškeré vybavení, pomůcky, přípravky atd., které je na pracovišti má své definované místo a jsou na svém definovaném místě.	Ne	
	Veškerý materiál pro výrobu v lince má své definované místo a je uložen na tomto místě. Pokud je potřeba, je definováno potřebné množství a je dodrženo.	Ne	
	Veškeré položky používané na nevýrobních pracovištích linky jako je pracoviště TL, seřizovače, demontážní pracoviště mají své definované místo a jsou uloženy na svém definovaném místě.	Ne	
	Informace na informačních tabulích (SFM, Komunikační tabule, Red desk, WCM atd.) jsou přehledně a čitelně uspořádány. V případě předepsaného uspořádání je uspořádání respektováno.		Nehodnoceno
	V perifemích oblastech odpovědnosti linky jako jsou prostory kolem uliček a únikových východů,prostory pro uložení materiálu pro linku a přípravků má vše své definované místo a je uložené na definovaném	Ne	Materiál mimo definované místo
		0	
Shine	Pracoviště je čisté, prosté prachu, nečistot, drobných komponent a nepotřebných nálepek. Polepy a nálepky jsou čitelné a celistvé.	Ano	
	Prostory pro uložení materiálu jsou čisté a suché, včetně balení a materiálu. Značení je čitelné a nepoškozené.	Ano	
	Nevýrobní pracoviště linky jako je pracoviště TL, seřizovače, demontážní pracoviště atd., jsou čistá prostá prachu, nečistot a drobných komponent.	Ano	
	Informačních tabule jsou čisté. Nepotřebné polepy, nálepky a držáky jsou odstraněné.	Ano	
	Perifemích oblasti odpovědnosti linky, jako jsou uličky, únikové východy, prostory pro uložení materiálu pro linku a přípravků jsou čisté a suché. Na zemi nejsou drobné komponenty a šroubky. Značení je čitelné	Ano	
		5	
Standardize	Označení ploch pro uložení nebo odložení materiálu je dle standardu.	Ne	
	Označení materiálu a místa pro uložení materiálu je jednoznačné a dle standardu (nic psané rukou) ...viz standard HN21346.	Ne	
	Uložení a popisy dokumentace jsou standardní?Je definován standard pracoviště?	Ano	
	Uspořádání informačních tabulí je dle dokumentace pokud je definována. Používané formuláře jsou řízené, pokud jsou definovány. Hella color coding je dodržen	Ne	
	Identifikace a označení místa a prostoru je dle předpisu a jednoznačné	Ne	
		1	
Sustain	5S audity jsou prováděny s reprezentanty výroby (minimálně TL a Mistr)	Ano	
	Frekvence auditů je dodržována (min poslední 3 audity), dle 5S směrnice #	Ne	
	Nálezy z auditů jsou odstraňovány v odsouhlasených termínech.	Ne	
	Nálezy z předchozích auditů se neopakují (minimálně 3 měsíce zpět). Počítá se stejný typ neshody nikoliv úplně stejná neshoda.	Ne	
	Dosažitelná maximální úroveň je udržena 3 měsíce v řadě.	Ne	
		1	

PŘÍLOHA P VIII: VÝSTUP ZE SYSTÉMU BARCO

Plánovaný čas (hod:min)	Celkový čas (směna – 8hod.)
Přestávka (hod:min)	období přestávky, kdy je robot zastaven [min]. Zatím nedává přesné hodnoty, budeme muset ještě způsob zadávání pou-pravit
Prostoje (hod:min)	prostoje (mimo přestávku)
Čas běhu (hod:min)	výrobní čas (robot v provozu)
% Plnění	vyjadřuje plnění dané vyrobenými kusy v souladu s normami (max. plnění dle normy 120%) = (Dobré kusy * Čas dle normy na 1ks) / Suma času obsluhy
% Dostupnost	poměr prostojů (mimo přestávky) k celkovému plánovanému času = Čas běhu linky (robota) / Celkový plánovaný čas
Prům.plán.cykl.	Průměrný plánovaný cyklus pro zakázku (ovlivněn počtem lidí, který zrovna na lince byl) = Čas dle normy na 1ks / Prů-měrný počet obsluhy
Prům.cykl.	Průměrný cyklus za dobu běhu
% Výkon	vyjadřuje rychlost dle plánovaný cyklu pro zakázku (ovlivněn počtem lidí, který zrovna na lince byl)
OEE*-%	(% Dostupnost) * (% Výkon)
Vyrobené kusy	počet vyrobených kusů
Zmetky	počet zahlášených zmetků
% Zmetky	#Zmetky / #Vyrobené kusy
Obsluha průměrně	průměrné množství přihlášené obsluhy
Obsluha minut	celková suma času obsluhy
Norma [s] na 1ks	čas dle normy potřebný na 1ks (suma ručních časů jednotli-vých operací)
Kapacita robota [kusy]	Plánovaný výr. čas / Cyklus robota
Efektivita robota	využití robota jako nejužšího místa linky = #Vyrobené kusy / Kapacita robota

PŘÍLOHA P IX: BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU