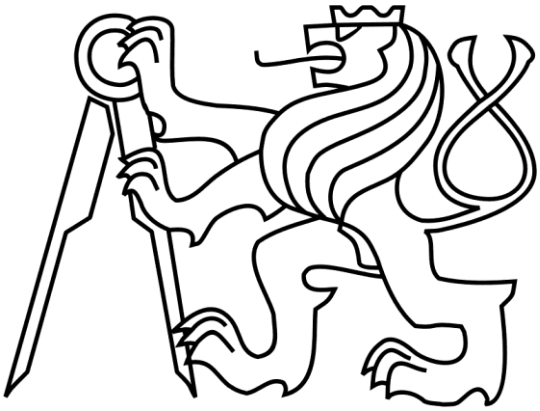


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Tomáš Beneš

OPTIMALIZACE ODVODU HOTOVÝCH SVĚTEL V AUTOMOTIVE LIGHTING CZ

Diplomová práce

2015

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
d ě k a n
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617 ..... Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Tomáš Beneš

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Optimalizace odvodu hotových světel v Automotive Lighting CZ**

Název tématu (anglicky): Optimizing conscription finished headlamps in Automotive Lighting CZ

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod
- Teorie lokační analýzy
- Teorie hromadné obsluhy
- Analýza současného stavu odebírání hotových výrobků
- Návrh nového řešení odebírání hotových výrobků
- Ekonomické vyhodnocení nového řešení
- Závěr

Rozsah grafických prací: určí vedoucí diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: PERNICA, P. Logistika pro 21. století: (supply chain management). Vyd. 1. Praha: Radix, 2005, s. 1096-1698. ISBN 80-860-3159-4.

VORÁČOVÁ, Š., PĚNIČKA, M. VESELÝ, J. Úvod do modelování procesů Petriho sítěmi. 1. vyd. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT, 2008. 126 s. ISBN 978-80-01-03979-3

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Edvard Březina, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **31. května 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

prof. Ing. Petr Moos, CSc.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Tomáš Beneš
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....30. června 2014

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Edvardu Březinovi, CSc. za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Zdeňku Mlýnskému, vedoucímu oddělení logistiky nových projektů v Automotive lighting, za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 31. května 2015 ……

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

OPTIMALIZACE ODVODU HOTOVÝCH SVĚTEL V AUTOMOTIVE LIGHTING CZ

Diplomová práce

Květen 2015

Bc. Tomáš Beneš

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Optimalizace odvodu hotových světel v Automotive Lighting CZ“ je analyzovat současný stav odvodu hotových světel a na základě této analýzy pomocí matematického aparátu navrhnout systém nový včetně ekonomického a provozního vyhodnocení.

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis „Optimizing conscription finished headlamps in Automotive Lighting CZ“ is to analyse actual state of the conscription finished headlamps and on the basis of this analysis with using mathematical tools to design the new system, including economic and operational evaluation.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

OPTIMALIZACE ODVODU HOTOVÝCH SVĚTEL V AUTOMOTIVE LIGHTING CZ

Diplomová práce

Květen 2015

Bc. Tomáš Beneš

KLÍČOVÁ SLOVA

Wolrd class manufacturing, Teorie hromadné obsluhy, Balení, Štíhlá výroba, Skladování, Optimalizace

KEYWORDS

Wolrd class manufacturing, Queuing theory, Packaging, Lean production, Storage, Optimizing

Obsah

Úvod 7

1 Analýza současného stavu 8

1.1 Představení Automotive lighting 8

1.2 Automotive lighting Jihlava 10

1.3 Oddělení Automotive lighting 11

1.3.1 Vývoj (R&D) 11

1.3.2 Předvýroba (MFOx) 12

1.3.3 Montáž (APU) 12

1.3.4 Logistika (LOG) 12

1.4 World class manufacturing 13

1.4.1 Sedm základních nástrojů WCM 14

1.4.2 Pilíře WCM 15

1.4.3 Pilíř logistiky 16

1.4.4 Sedm kroků logistiky 16

1.5 Finanční controlling 19

1.6 Definice současného stavu expedice hotových výrobků 20

1.7 Procesní analýza 20

1.7.1 Koloběh balení od zákazníka do Automotive lighting a zpět 21

1.7.2 Parametry balení 22

1.7.3 Bezpečnostní podmínky provozu 23

1.7.4 Plánování výroby 24

1.7.5 Plánování personálu 24

1.7.6 Systém vnitropodnikového zavážení 25

1.8 Datová analýza 26

1.8.1 Spaghetti diagram 26

1.8.2 Měření doby jízdy a stání ve výrobě 27

1.8.3 Měření doby pobytu ve skladu 27

1.8.4 Plánování personálu 29

1.9 Shrnutí kapitoly 1 30

2 Teoretický aparát nového systému 32

2.1 Systémový přístup logistiky 33

2.2 Systém MPR – material requirements planning 34

2.3 LEAN 35

2.3.1 Pull princip 37

2.3.1 Kanban 37
2.3.3 VSM – Value stream mapping 39
2.3.4 Metoda 5x Proč 40
2.3.5 Vizuální management 41
2.4 Vstupní data 42
2.5 Lokační analýza 44
2.6 Teorie hromadné obsluhy 45
3 Návrh nového systému odvodu hotových výrobků 46
3.1 Výpočet potřebných parametrů systému 47
3.1.1 Systém teorie hromadné obsluhy M/M/1/∞ 47
3.2.1 Návrh nového řešení systému odvodu hotových výrobků 49
3.1.3 Výpočet nového systému odvodu hotových výrobků 51
3.2 Technologické přestávky 53
3.3 Vizualizace nového systému 55
3.4 Simulace nového systému v programu Plant Simulation 57
3.5 Ověření nového systému v provozu 58
3.6 Vytvoření standardního operačního postupu 59
3.7 Akceptační protokol 60
4 Provozní a ekonomické vyhodnocení 61
4.1 Provozní vyhodnocení 61
4.1.1 Systém obsluhy výrobních linek 62
4.1.2 Plánování počtu zaměstnanců 63
4.1.3 Systém procesů ve skladu 65
4.1.4 Systém objednávání prázdných balení 67
4.1.5 Dopad provozních změn 68
4.2 Ekonomické vyhodnocení 70
4.2.1 Kaizen 70
4.2.2 Náklady a výnosy 71
4.2.3 Prostoje na výrobních linkách 73
Závěr 74
Seznam použité literatury 76
Seznam zkratek 78
Seznam příloh 79

Úvod

Diplomová práce Optimalizace odvodu hotových světel v Automotive lighting byla zadána na základě požadavku vedení logistiky firmy Automotive lighting s.r.o., kde v době psaní diplomové práce působím jako logistik nových projektů – trainee. Řešení obsahuje tok hotových a prázdných balení světel pro jednotlivé zákazníky a výrobní linky v rámci interní logistiky závodu.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Praktická část práce je řešena v kapitolách 1, 3 a 4. V první kapitole, která se věnuje analýze současného stavu a dílčím výsledkem kapitoly 1 je návrh možných řešení a postupů, které jsou uvedeny v dalších kapitolách. V kapitole 2 jsou uvedeny metody, které byly využity pro nový koncept navážení prázdných balení do výrobních linek. Kapitola 3 se věnuje samotnému návrhu nového konceptu navážení na základě naměřených dat z kapitoly 1 a teoretických poznatků matematického aparátu z kapitoly 2. Čtvrtá kapitola diplomové práce obsahuje provozní a ekonomické vyhodnocení nového konceptu zavážení prázdných balení k výrobním linkám. Je zde především uvedeno technické řešení v praxi a dopady, které toto řešení přineslo. Na obrázku č. 1 je uveden letecký pohled na výrobní závod Automotive lighting Jihlava.

Obrázek 1 - Letecký snímek Automotive lighting Jihlava; Zdroj: [34]

1 Analýza současného stavu

V kapitole analýza současného stavu jsou uvedeny procesy, které firma Automotive lighting využívá pro každodenní činnosti výroby. Jedná se, jak o metodické pokyny, tak přímé výrobní a logistické procesy přímo související s činností odvodu hotových výrobků.

1.1 Představení Automotive lighting

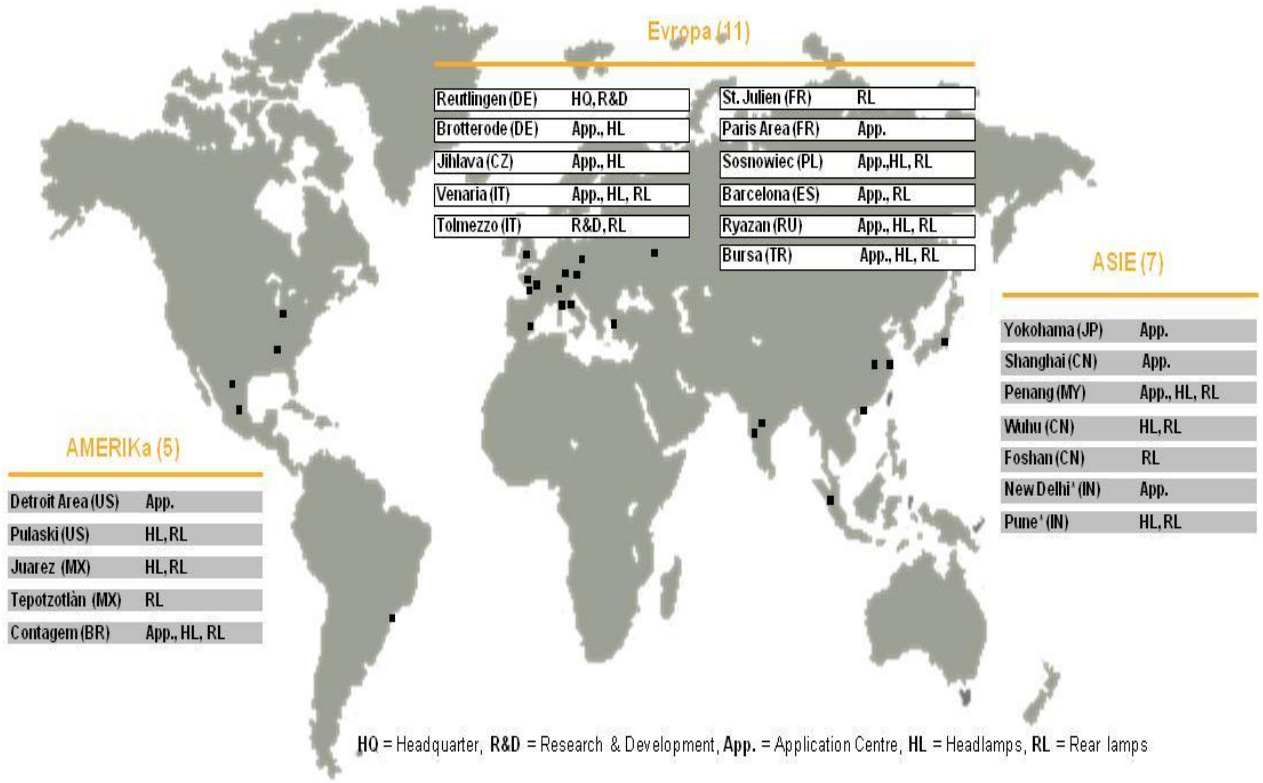
Společnost Automotive Lighting Jihlava byla v České republice založena v roce 1997 firmou Bosch. V roce 1999 vstoupila do firmy společnost Magneti Marelli, která je součástí koncernu Fiat Chrysler Automobiles (FCA), a od roku 2003 je jejím výhradním vlastníkem [29].

V Jihlavě se vyvíjí a vyrábí nejmodernější přední světlomety. Výsledkem vynaloženého úsilí všech zaměstnanců jsou nejlepší systémová řešení a kvalitní sériové výrobky, které získávají ocenění na světovém trhu. Automotive lighting společně se zákazníky a partnery navrhuje světlomety, které dotvářejí charakter dané značky a modelu. Jihlavské vývojové centrum je druhým největším centrem vývoje v rámci Automotive Lighting [29].

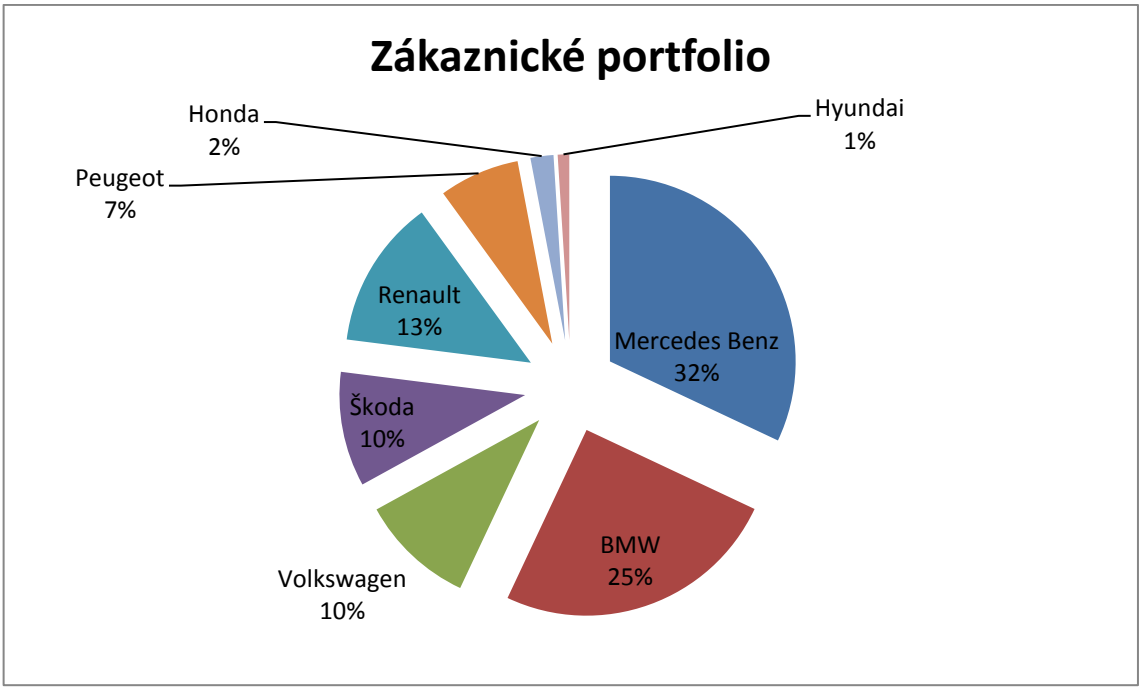
Jistotou pro Automotive lighting i partnery jsou všeobecně prosazované a ctěné hodnoty:

- hrdost na značku Automotive Lighting Jihlava a její špičkové produkty
- ochota hledat řešení a odvaha překonávat překážky
- otevřená, přímá a věcná komunikace založená na vzájemném respektu
- týmová spolupráce
- aktivní přístup zaměstnanců a jejich růst
- přijímání osobní odpovědnosti a důsledné dodržování pravidel
- každodenní smysluplné zlepšování výrobků a procesů jako součást práce nás všech
- ohleduplný přístup k výrobkům, zařízení a prostředí

Automotive lighting CZ je největším závodem v rámci celého 23 členného koncernu Automotive lighting. V České republice pracuje 2 300 z celkového počtu 16 500 zaměstnanců. Rozmístění jednotlivých poboček je uvedeno na obrázku 2. Mezi největší odběratele jihlavského závodu patří automobilky BMW, Mercedes Benz a koncerny Volkswagen a PSA. Procentuální rozdělení výroby pro jednotlivé automobilky je uvedeno na obrázku 3.



Obrázek 2 - Rozmístění výrobních závodů Automotive lighting; Zdroj [11]



Obrázek 3 - Zákaznické portfolio; Zdroj [Autor dle 11]

1.2 Automotive lighting Jihlava

Automotive lighting se v současné době rozprostírá na území České republiky v podobě 5 závodů. Nachází se v Jihlavě – Pávově a Stříteži, která je od Pávova vzdálena 5 km.

- Závod I – sériová výroba
  - Vývoj světlometů
  - Předvýroba
  - Montáž předních světlometů
  - 47 000 m2

- Závod II – náhradní díly
  - Balení, expedice
  - Montáž předních světlometů
  - 5 000 m2

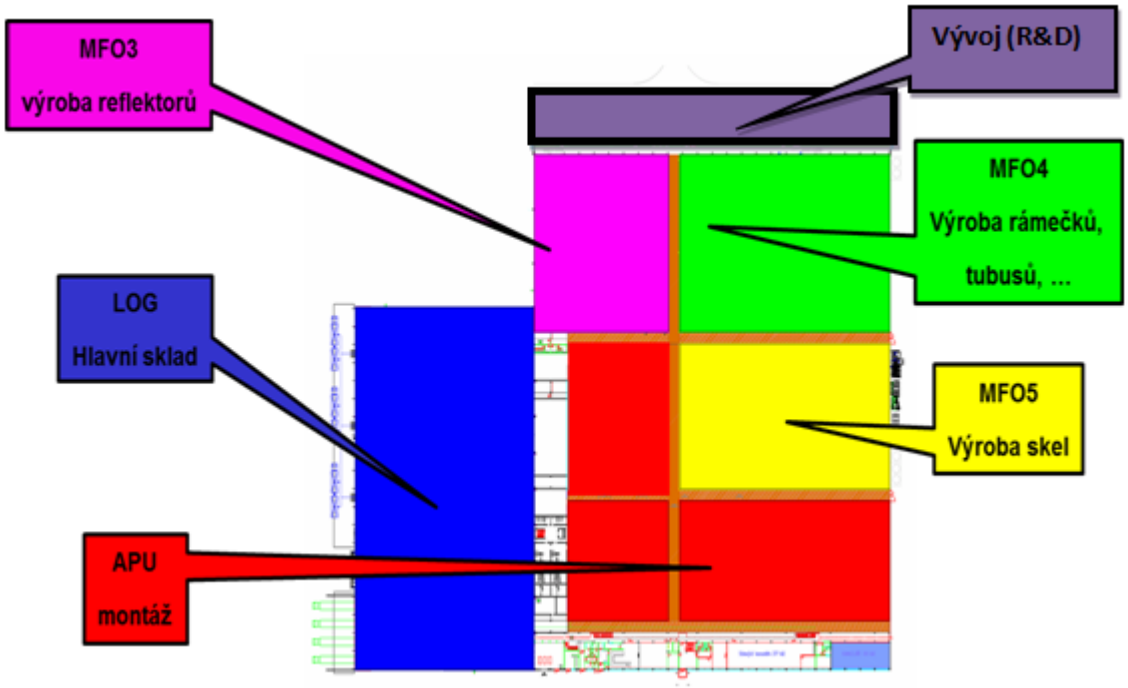
- Závod III – APU/ LED výroba
  - Výroba a konečná montáž LED modulů
  - Laserové pájení
  - 7 300 m2

- Závod IV – Obaly
  - Sklad obalového materiálu
  - Expedice hotových světel
  - 11 400 m2

- Závod V – Housing
  - Předmontáže tvz. Domečků
  - Předmontáže kabelových svazků
  - 5 800 m2

1.3 Oddělení Automotive lighting

Závod Automotive lighting Jihlava se jako řada dalších závodů skládá z několika oddělení. Každé oddělení má své úkoly a jejich plněním přispívá k celkovému chodu firmy. Žádné oddělení není nadřazeno jinému, přesto zde můžeme nalézt několik oddělení, která svým přesahem co do velikosti počtu zaměstnanců, či produkce soustřeďují více pozornosti na sebe. Z hlediska produkce a tedy přímo úměrně tvorbě přidané hodnoty byla vybrána následující 4 oddělení, které tvoří přibližně 85 % lidských zdrojů celé společnosti. Jsou to vývoj, předvýroba, výroba a logistika. Vybraná oddělení jsou schematicky znázorněna na obrázku č. 4.



Obrázek 4 - Schematické rozdělení oddělení; Zdroj [Autor]

1.3.1 Vývoj (R&D)

Vývojové oddělení je hlavní devízou Automotive lighting Jihlava. Vývojáři stojí u každého jednotlivého kroku. Od prvního náčrtu světlometu až po vznik finálního výrobku, který z výrobních hal opouští závod a je jedním z nosných designových prvků každého vozu po celém světě.

1.3.2 Předvýroba (MFOx)

Zde se vyrábí jednotlivé části budoucího světlometu -- duroplasty, termoplasty a 3K čočky. Zaměstnanci se pravidelně účastní speciálních školení, aby se s jejich pomocí mohla zahájit sériová výroba kompletních světlometů každého nového typu. Předvýroba se skládá ze tří středisek:

- MFO 3 – Výroba duroplastových reflektorů
- MFO 4 – Výroba vzhledových komponentů do předních reflektorů
- MFO 5 – Výroba jedno a dvoukomponentních polykarbonátových krycích skel

1.3.3 Montáž (APU)

Na montážních linkách připravují týmy zaměstnanců jednotlivé díly a předmontované montážní skupiny. Poté nanášejí do těsnící drážky těsnící hmotu a do ní montují krycí sklo. Montáž probíhá jak z externích dílců – externí dodavatelé, tak i interních dílců – předvýroba. Výstupem z montáže je hotový přední světlomet. Vyrábí se tři hlavní skupiny světlometů:

- halogenový
- xenonový
- LED (částečně, plně)

1.3.4 Logistika (LOG)

Oddělení logistiky je zodpovědné za hladký a propracovaný průběh obchodní komunikace se zákazníky. Zajišťuje přímý tok informací mezi výrobou jednotlivých komponentů a místem jejich spotřeby. Díky oddělení logistiky je zajišťován přísun dostatečného množství zásob přímo do montážních linek. Flexibilita celého logistického schématu je umožněna krátkými dopravními trasami a vysokou přizpůsobivostí na montážních linkách i v procesu předvýroby plastových komponentů.

1.4 World class manufacturing

World Class Manufacturing je integrovaný systém, pomocí kterého jsou zlepšovány procesy a kvalita, redukovány náklady a spolu s rostoucí flexibilitou naplňována očekávání zákazníků.

Tento systém je postaven na 10 pilířích činností a 10 manažerských pilířích. Jedná se tedy o velmi výhodný program z hlediska vysoké propracovanosti. Globalizace a konkurence přicházející ze zemí s nízkými náklady, přináší velkou výzvu pro průmyslovou výrobu. Snahou tedy je, dostat se na úroveň světové třídy (World Class) za podmínky určení si těchto následujících cílů:

- quality – kvalita
- cost – náklady
- delivery – dodávky

Pro dosažení nejvyšší kvality je nutné dosáhnout nejlépe nulové chybovosti, a tak stát se největší konkurencí na světě. Náklady se musí snížit minimálně o 30 % během následujících 3 let. Pro splnění třetího cíle se musí zkrátit průběžná doba podle potřeb zákazníků. Všechny tyto cíle mohou být splněny pouze prostřednictvím zapojení lidí, v tomto případě zaměstnanců podniku. Je třeba zajistit jejich rozvoj a standardizaci. Hlavními hledisky jsou všichni zaměstnanci, ztráty a prostoje a pro úplnost také standarty a metody [12].

Jestliže strukturu systému rozdělíme na jednotlivé části, podrobněji pak specifikujeme možnosti snížení dílčích nákladů. Prvním takovým prvkem je organizovanost pracoviště pomocí metody průmyslového strojírenství při soustředění na produktivitu s cílem dosažení nulových ztrát. Druhým prvkem je dosahování kvality pomocí metody celkové kontroly kvality při soustředění na zlepšování kvality s cílem dosažení nulové chybovosti. Třetím důležitým prvkem je splňování údržby metodou výrobní údržby se soustředěním na technickou účinnost s důsledkem dosažení nulových prostojů. Posledním prvkem se sama nabízí logistika za použití metody „just in time“ (právě včas), soustředění je zde na úroveň služeb s cílem nulových zásob. Při správném propojení všech prvků a zapojení zaměstnanců firma vytváří hodnoty a dosahuje vysoké spokojenosti zákazníků. V tabulce č. 1 jsou uvedeny rozdíly mezi tradiční výrobou a výrobou řízenou dle world class manufacturingu v Irské pobočce firmy Microsoft [1 a 13].

Tabulka 1 - Porovnání tradiční a "world class" výroby v Microsoft Irsko; Zdroj [1]

Tradiční výroba	„World class“ výroba
Řízení prostřednictvím	
• Výkonnosti • Economies of Scale	• Uspokojení zákazníků • Eliminace ztát • Odpovědnosti pracovníků
Prostředí	
• Velkého počtu dodavatelů • Oborového řízení výroby a služeb • Velkých výrobních sérií, dlouhých dodacích lhůt, špatné kvality, vysokých zásob, značného zastarávání, špatné disponibility výrobků • Složitého manipulačního a skladového systému • Nevhodných vlastnických vztahů	• Soustředění na zákazníky • Soustředění na výrobky • Týmová práce • Řešení problémů • Minimálních zásob • Omezeného počtu dodavatelů • Nejkratších možných dodacích lhůt • Rychlé výroby podle zakázek • Jednoduchého kontrolního systému
Výsledky	
• Špatné služby zákazníkům • Obtížná náprava	• Dobré služby zákazníkům • Průběžné zdokonalování

1.4.1 Sedm základních nástrojů WCM

Sedm nástrojů WCM, ačkoli jsou nazvány nástroji, jsou spíše způsobem myšlení, logickým uvažováním. Obdobné uvažování je používáno každodenně v soukromém životě, bez zvláštního důrazu. V podstatě již od dětství si lidé sami stanovují priority, snaží se používat logiku a postupovat systematicky, snaží se chápat problémy a zároveň je vysvětlovat ostatním, používat vizualizaci a zároveň se snažit učit ostatní lidi kolem. Sedm nástrojů WCM pomáhá být v těchto oblastech efektivní. Tyto nástroje tedy jsou [13 a 30]:

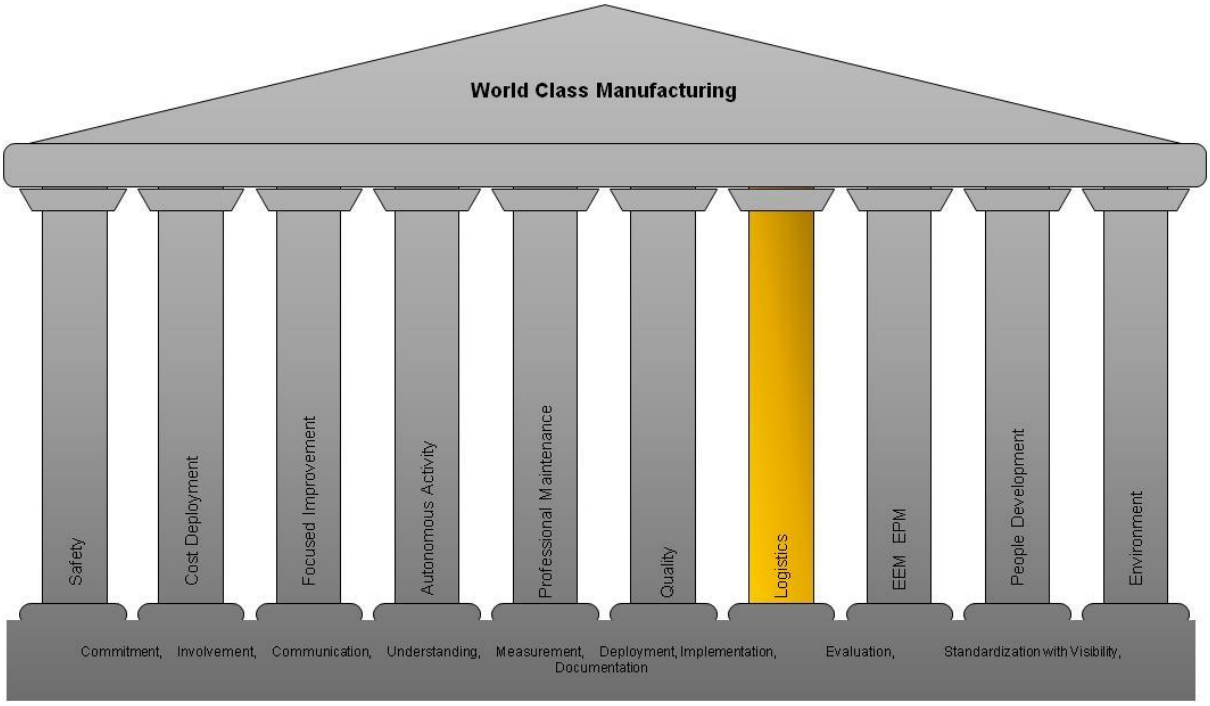
1. určení priorit
2. systematizace a logika
3. popis a pochopení situace, systému
4. popis problému
5. analýza kořenové příčiny
6. vizualizace
7. cesta jak učit lidi

1.4.2 Pilíře WCM

WCM stojí na 10 manažerských pilířích a 10 pilířích činností. Každý z pilířů obsahuje 7 kroků, které jsou stanoveny standardem. Umožňuje to výrobnímu podniku hodnocení záležitostí až do detailu. Mezi manažerské pilíře se řadí angažovanost, nasazení, účast, realizace, komunikace, hodnocení, porozumění, viditelná standardizace, měření a dokumentace.

- safety – Bezpečnost
- cost deployment – Analýza nákladů
- focused improvement – Cílené zlepšování
- workplace organization – Organizace pracoviště
- professional maintenance – Profesionální údržba
- quality control – Kontrola kvality
- logistics/ Customer service – Logistika/ Zákaznický servis
- early equipment management – Řízení projektů nových zařízení
- people development – Rozvoj lidských zdrojů
- environment – Životní prostředí

Pilíře WCM jsou graficky znázorněny na obrázku č. 5.



Obrázek 5 - Základní pilíře WCM; Zdroj [15]

World Class Manufacturing si zakládá na pravidelném auditování, pro každý pilíř se hodnotí v 6 úrovních. Závod následně může získat ocenění na základě výsledku hodnocení. Pokud skóre dosáhne na 80-100, znamená to World Class standard. Automotive lighting Jihlava má v současné době bronzové ohodnocení a uchází o udělení stříbrné medaile World class manufacturing – tedy hodnocení 65 – 80.

1.4.3 Pilíř logistiky

Logistika zajišťuje, aby byly efektivně sladěny ve výrobním procesu se vyskytující proměnné, sníženy zásoby a možnosti vzniku škody na výrobku.

Pro správné a udržitelné fungování pilíře logistiky je nutné se řídit následujícími doporučeními:

- navržením řešení pro snížení množství kusů na lince
- snížením zásob na minimum
- stanovením sledu materiálů prostřednictvím Just-In-Time (JIT), to znamená dodáním daného množství komponentů ve stanovenou dobu na stanovené místo
- správnou aplikací FIFO, to znamená první komponent, který dojde na linku, je montován jako první
- garancí snadného přístupu ke komponentům, např. prostřednictvím použití kit-box – systému sledu komponentů, který užívá vnitřní JIT a je umístěn ve stanicích všech vozidel
- správným použitím Kanban – systému dodávání komponentů na základě karet, štítků a balení

1.4.4 Sedm kroků logistiky

7 kroků logistiky v systému Word class manufacturing určuje základní milníky pro dosažení optimalizovaného toku materiálu. Z hlediska náročnosti jednotlivých kroků se musí postupovat tak, aby předchozí krok byl plně otestován a dlouhodobě zaveden. Při zanedbání těchto podmínek by mohlo dojít k špatné funkčnosti celého systému a místo úspory nákladů by náklady rostly. Jednotlivé kroky a aktivity v nich obsažené jsou uvedené v následující tabulce č. 2 [14].

Tabulka 2 - Sedm kroků logistiky; Zdroj [Autor dle 15]

Krok	Název kroku	Aktivity	Hlavní cíl
Krok 1	Zefektivnění výroby na lince	Obnovení základní kondice, zlepšení funkčnosti, pochopení potřeb zákazníka a odhalení významných rozdílů ve srovnání se současným stavem a definování priorit a potenciálů ke zlepšení Podpora pilíře WO pro zlepšení ergonomických podmínek, snížení činností bez přidané hodnoty, zlepšení produktivity pomocí standardizace balení a jeho umístění do regálů za pracovištěm Definování požadavků na zásobování materiálem a umožnění zásobování do zlatých zón	Snižování zásob hotových výrobků
Krok 2	Změna uspořádání interní logistiky	Přezkoumání logistických metod ve smyslu logistického toku, odvolávkových a dodacích systémů s cílem redukovat zásoby a manipulaci s materiálem, dále eliminace manipulační techniky, jako např. vysokozdvižné vozíky Vytvoření systému periodického zásobování s vysokou frekvencí dodávek v souladu s redukováním zásob a s ohledem na pokrytí výroby a obsazení prostoru kolem výrobní linky	Atakování zásob rozpracované výroby
Krok 3	Změna uspořádání externí logistiky	Přezkoumání externí logistiky, především pak vztahy s dodavateli a transportní systém s ohledem na redukci plýtvání Standardizace balení ve spolupráci s dodavateli, s cílem eliminovat opakovanou manipulaci ve skladu Zvýšení efektivity všech prostředků a vytvoření toku výroby a zásob	Snížení zásoby surovin a vstupních dílců

Krok 4	Vyrovnaná produkce	Reakce na kolísání poptávky stanovením míry denní produkce Vyhnout se přeplňování skladu a zvládat rychlé přehození výroby	Nejnižší úroveň bezpečnostní zásoby. Redukce mezioperační rozpracované výroby mezi předvýrobou, předmontáží a montáží.
Krok 5	Revize interní a externí logistiky	Zlepšení interního logistického toku, odvolávkového systému a externích toků s cílem vytvořit hladký, plynulý tok (= kontinuální tok výroby) Snížení vzdálenosti dodavatelů (sběrné sklady) s cílem optimalizovat frekvenci dodávání, rozšiřovat způsoby dopravy v souladu se zajištěním synchronizace celého procesu.	Systém automaticky naváděných dopravních prostředků
Krok 6	Integrování procesů prodeje, distribuce a nákupu	Zapojení nákupu do standardizace procesu již během fáze získávání dodavatelů Výroba se odvíjí s ohledem na rozvrhnutí dodávek externího materiálu Vyrovnaná nakládka i směrem k zákazníkovi	Dohoda oddělení logistiky s dodavateli a oddělením nákupu
Krok 7	Zavedení sekvenčního a fixního plánování	Plánování denní produkce, které se bude řídit podle odvolávek zákazníků Poskytnutí stejných výrobních sekvencí externím dodavatelům, případně interní předvýrobě	Detailní rozvrhování výroby dle kapacit Simulační nástroje pro časově fixované plánování

1.5 Finanční controlling

Autotomive Lighting využívá v této souvislosti systém Cost Deployment (CD), který se řadí mezi pilíře WCM. Jedná se o metodu, která zavádí programy na snižování nákladů, systematickou spoluprácí mezi finančním oddělením a odděleními výrobními. Zaměřuje se primárně na určení nákladů a oblast generující náklady, případně ztráty. Aktivity CD mají za úkol určit oblasti v továrně, kde ve spolupráci s týmy z ostatních pilířů, lze minimalizovat ztráty. Odhalené ztráty je nutné dále transformovat do nákladů a následně je odstranit prostřednictvím projektů. Za pomoci CD je možno dosáhnout stanoveného cíle, k tomu je ale potřeba jeho analýza a stanovení si kroků k jeho splnění [16].

- **A matice** – identifikace ztrát a jejich umístění, rozdělení matice na jednotlivé druhy a oblasti, kde mohou ztráty vzniknout, stanovení ztrát podle KPI, jejich ohodnocení jako vysoké, střední, nízké a zaměření se na ty „vysoké“
- **B matice** – korelace ztrát, rozdělení ztrát na „příčinu“ a „následek“, určení skutečných zdrojů ztrát, to znamená, zda existuje korelace mezi příčinou a následnou ztrátou
  - příčinná ztráta = ztráta způsobená problémem v procesu nebo na vlastním zařízení
  - následná ztráta = ztráta na materiálu, pracovní síle nebo energii, která vyplývá ze selhání procesu nebo zařízení
- **C matice** – ocenění identifikovaných ztrát, vstupují sem vysoce korelované ztráty z matice B, transformace ztrát do nákladů, určení nejvyšších nákladů
- **D matice** – určení prioritních ztrát, výběr správných metod a nástrojů k eliminaci ztrát, určení projektů, které budou provedeny, určení ovlivněných KPI, použití ICE analýzy (impact, cost, easiness) k určení priorit realizace projektů, určení leadera projektu a plánovaného startu projektu
- **E matice** – analýza projektů z hlediska nákladů a výhod, klíčový výstup z CD modelu, který definuje, jakými projekty se dosáhne eliminování ztrát, odhad nákladů nutných k realizaci projektu a odhad úspor z realizování projektu, vytvoření seznamu projektů vedoucích ke snížení nákladů
- **F matice** – sledování úspor

Výše uvedené matice cost deploymentu jsou velmi citlivými údaji firmy Automotive lighting s.r.o. a nelze je veřejně prezentovat. V rámci zadání diplomové práce byly využity tyto matice CD, zejména s ohledem na logistiku D matice. Podle D matice ztrát byla vyčíslena optimalizace odvodu hotových výrobků jako bod, který je v rámci firmy Automotive lighting třeba aktivně řešit.

1.6 Definice současného stavu expedice hotových výrobků

Pro pochopení současného stavu chodu expedice hotových výrobků, je nutné tuto oblast rozdělit na 2 části. Samotný proces zavážení prázdných balení k jednotlivým linkám a odvodu plných balení z linek do expediční části skladu za pomocí elektrických tahačů, tak i na okolnosti tohoto systému v podobě technicky přípustných možností. Je bezpodmínečně nutné určit a definovat následující základní parametry, bez kterých by se proces odvodu hotových výrobků neobešel:

- koloběh balení od zákazníka do Automotive lighting a zpět
- parametry balení
- plánování výroby
- plánování personálu
- systém vnitropodnikového zavážení
- bezpečnostní podmínky závozu

Dalším logickým krokem po vyjasnění technických možností závozu prázdných balení do výrobních linek a odvodu plných balení do expedičního skladu musí být časová analýza celého systému. K názornému porozumění časové analýzy postačují následující principy:

- spaghetti diagram
- cílené měření doby jízdy a stání ve výrobě
- cílené měření doby pobytu ve skladu
- vytíženost jednotlivých tahačů
- princip plánování personálu

Tyto vstupní informace slouží pro základní přehled o této oblasti, sumarizaci problémů, vytvoření SWOT analýzy, vytvoření akčního plánu a stanovení cílů optimalizace. V 2 kapitole bude poté podrobně matematicky rozvedeno možné řešení pro dosažení požadovaných cílů.

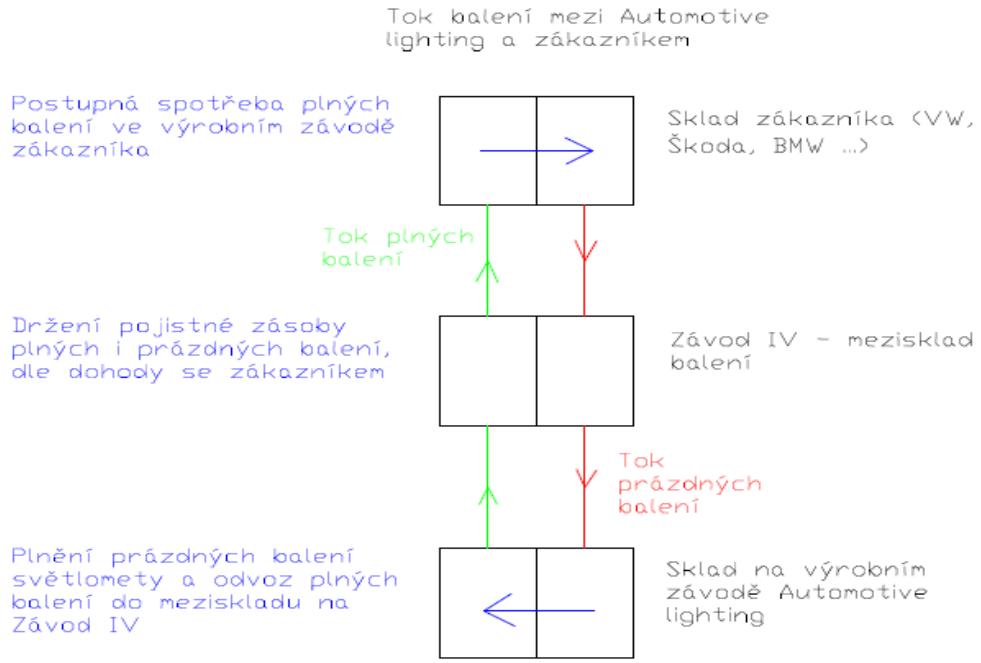
1.7 Procesní analýza

Procesní analýza současného stavu odvodu hotových výrobků popisuje procesy nutné k zabezpečení dodávky prázdných balení a odebrání plných balení z výrobních linek.

1.7.1 Koloběh balení od zákazníka do Automotive lighting a zpět

Koloběh balení mezi zákazníkem – automobilovým výrobcem a firmou Automotive lighting je složen ze tří základních částí. Za prvé se jedná o pojistnou zásobu, kterou musí firma Automotive lighting držet povinně u zákazníka. Za druhé je složen ze zásoby prázdných balení, které se uskladňují od zákazníka do externího skladu firmy Automotive lighting. Tento sklad je výše jmenován jako „Závod IV“. Ve skladovacím prostoru je umístěna, jak prázdná zásoba balení, připravená k dovozu do výrobního závodu, tak se zde shromažďuje zásoba plných balení zkompletovaná a připravená k montáži ve výrobním závodě zákazníka.

Třetím bodem je poté minimální zásoba prázdných balení přímo ve skladu výrobního závodu Automotive lighting. V tomto skladu je nastavena minimální a maximální zásoba jednotlivých balení připravená k odvozu na výrobní linky v případě požadavku. Minimální a maximální hladina počtu balení je zde hlídána systémem SAP a v případě požadavku linky na určité balení, se balení vyskladní a systém ihned odešle informaci do „Závodu IV“ že bylo balení spotřebováno a zde naloží na kamion příslušné balení, které další sběrnou jízdou pojede do výrobního závodu. Minimální hladina balení je určena pro orientaci pracovníků, v případě selhání systému SAP tak, aby mohli ihned reagovat a balení objednat telefonicky. Maximální hladina počtu jednotlivých balení je uvedena z důvodu úspory místa v expedičním skladě na výrobním závodě a zahrnuje v sobě pojistnou zásobu. Pro lepší interpretaci výše uvedeného textu je uveden následující obrázek č. 6, kde je vidět tok plných a prázdných balení mezi jednotlivými sklady.



Obrázek 6- Tok balení; Zdroj: [Autor]

1.7.2 Parametry balení

Každý přední světlomet, který se v Automotive lighting vyrábí má svůj specifický druh balení[1], do něhož je po vyrobení ukládán. Aby nedošlo k záměně dodání jiného balení k jinému světlometu, má každá skupina balení své jedinečné 12-ti místné TTNr. číslo a to je přiřazeno výrobnímu číslu světlometu. Pod tímto číslem se balení evidují, jak ve skladu, tak i v systému SAP. Každé balení je jinak konstruováno a má tedy i své specifické rozměry, především pak rozměry vnitřních proložek, do kterých se světla ukládají, tak aby se jejich uložením zamezilo pohybu a tím i poškození hotového světla. Balení dle technických parametrů můžeme rozdělit na:

- kovové klece s kartonovými proložkami
- plastové boxy s kartonovými proložkami
- jednorázové, čistě kartonové balení
- balení vyrobené z ESD[2] odolných materiálů

Kovové klece a plastové boxy s kartonovými proložkami jsou balení, která vydrží po celou dobu produkce světlometu, tvoří tedy uzavřený okruh. Balení vyrobené z ESD odolných materiálů jsou velmi podobné těm v kovových klecích a plastových boxech. Mají ovšem tu výhodu že elektronické součástky, které dnešní světla obsahují v čím dál větší míře, jsou plně chráněné proti nechtěnému elektrostatickému výboji, tedy zničení těchto součástek a tím celého světla. V případě zasílání světlometů na Asijský trh, by bylo nerentabilní vytvářet velkou zásobu tradičních balení, proto se používají jednorázové kartonové balení, které zákazník nevrací zpět do Automotive lighting.

U balení se nadále rozlišuje, kolik se do daného balení dostane světlometů. Z pohledu logistiky zavážení těchto finálních balení je v zájmu navrhnout takové balení, do kterého se vejde větší počet světlometů. Tyto podmínky si ovšem diktuje zákazník, co mu z pohledu logistiky v jeho výrobním závodě vyhovuje nejvíce. Může tedy dojít k tomu, že světlomety, které jsou výrobně jednoduché, se musí balit do balení po malých dávkách a tak je potřeba tato balení na linku dodávat častěji.

[1] Příklady balení jsou uvedeny v příloze č. 1
[2] ESD = Electrostatic discharge – elektrostatický výboj

1.7.3 Bezpečnostní podmínky provozu

Každé balení pro jednotlivý druh světlometu je jinak dlouhé, široké i vysoké. To značně snižuje variabilitu nakládání s obaly. Každé balení, které vystupuje ze skladu expedice na výrobním závodě do linky, je uloženo pomocí vysokozdvižného vozíku (VZV) na specifický podvozek určený právě pro toto balení.

V rámci standardizace balení většinou zákazník (automobilová firma) používá pro všechny své projekty (typy automobilů) stejné rozměry balení, v němž je světlo dodáváno. Mění se pouze vnitřní kartonové výstelky dle jednotlivých typů světlometů. Obecně se tedy dá říci, že pro každý koncern automobilových výrobců je typický rozměr balení. V některých případech používají stejný rozměr balení i výrobci, kteří spolu nijak nesouvisejí. Ovšem v určitých případech je i v rámci jednoho výrobce použito odlišných rozměrů balení a tedy se musí použít jiný podvozek. V Automotive lighting se tedy pro zabezpečení dopravy ze skladu výrobního závodu na požadovanou výrobní linku používají následující druhy podvozků, na které se usazují pomocí VZV příslušná balení:

- zelený – standardní podvozek
- modrý – standardní podvozek
- žlutý – velký podvozek
- černý – velký podvozek

Jelikož Automotive lighting velice dbá na bezpečnost práce a její dodržování, bylo vydáno nařízení, které oznamuje kolik vozíků a v jaké kombinaci může za sebou tahač vozit při pohybu mezi výrobními linkami. Toto nařízení tedy proaktivně zabraňuje možnému vzniku úrazu či poškození majetku Automotive lighting v důsledku špatného sestavení vozíků za tahač a to z hlediska jejich délky, či šířky.

V Příloze 2 jsou uvedeny a vyobrazeny jednotlivé druhy podvozků, společně s jejich rozměry a počtem projektů, které se na těchto typech vozíků přepravují. Dále jsou v příloze 2 uvedeny povolené způsoby kombinace standardních (zelené a modré) a nestandardních (žluté a černé) podvozků.

V Automotive lighting je dovoleno vozit za tahačem maximálně 6 standardních podvozků. Další přípustné kombinace jsou 3 velké podvozky, 2 velké podvozky + 2 standardní podvozky, poslední kombinací je 1 velký podvozek a 3 standardní podvozky.

1.7.4 Plánování výroby

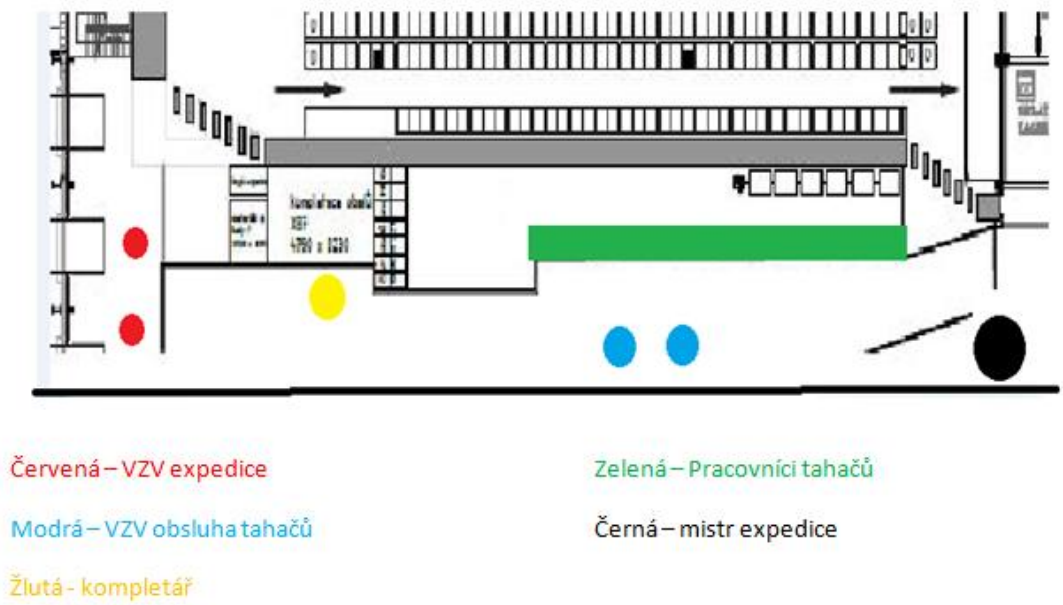
Plánování výroby je pro systém odvodu hotových světel velmi důležité. Plánovači výroby stanovují na základě objednávek od zákazníka co se daný den a směnu bude na linkách vyrábět za druh světla, nebo zda se vůbec daný projekt bude ten den/ směnu vyrábět. Jelikož každé světlo i jeho verze je jinak náročná, trvá jeho montáž odlišnou dobu a tím vzniká i odlišný požadavek na počet balení, která se musí daný den/ směnu dovézt k příslušné lince. Platí tedy pravidlo, že čím více linek je v provozu a čím jednoduší verzi světlometu vyrábí, tím více se musí linky zásobovat prázdnými baleními a samozřejmě i odvážet balení naplněné.

1.7.5 Plánování personálu

Plánování výroby velice úzce souvisí s personálním plánováním obsluhy vysokozdvižných vozíků a řidičů tahačů, kteří přiváží na podvozcích prázdné balení a odvážejí plné balení zpět na expedici. Plánování těchto pracovníků je rozděleno na fixní a variabilní. Fixně jsou vázáni řidiči vysokozdvižných vozíků a to v počtu:

- 2 pracovníků, kteří mají na starosti nakládku a vykládku prázdných a plných balení na kamion
- 2 pracovníků, kteří mají na starosti nakládku a vykládku prázdných a plných balení na tahače
- 1 pracovníka, který kompletuje cestou poničené obaly a doplňuje ostatní pracovníky v případě zákonem stanovených pauz na občerstvení
- 1 vedoucího pracovníka, který má na starost dohled nad svěřeným úsekem

Variabilně, na základě plánu výroby jsou plánováni řidiči tahačů, kteří vozí prázdné balení ze skladu k linkám a plné balení z linek do skladu k pozdější expedici. Obvykle dle plánu výroby vycházelo 5 – 6 pracovníků tahačů na ranní směnu a 4 – 5 pracovníků tahačů na směnu odpolední a noční. Celkem se tedy jedná o počet 11 pracovníků (VZV + tahačů), kteří v rámci jedné směny dbají na zavážení prázdného balení na linky a odebrání plného balení. Layout expedičních prostor pro balení je uveden na obrázku 7.



Obrázek 7 - Layout prostoru vykládky a nakládky balení ve skladu; Zdroj: [Autor]

1.7.6 Systém vnitropodnikového zavážení

Pokud dělníci na montážní lince naplní příslušné balení hotovými světlomety, vytisknou výdejku, kterou vloží do kapsy na balení a přistaví takto nachystané balení do vyznačené dráhy u linky. Při tisknutí výdejky se systém pracovníka zeptá, jestli chce objednat prázdné balení. Pracovník zvolí možnost „Ano“ a systém objedná prázdné balení v expedičním skladu. Tam z tiskárny vyjede požadavek, že tato výrobní linka požaduje prázdné balení. Zároveň se tento požadavek přenese do meziskladu – Závodu IV, kde připraví stejné balení na kamion, tak aby zásoba balení ve výrobním skladě byla pořád mezi minimální a maximální hodnotou. Pracovníci, kteří obsluhují tahače, mají za úkol toto objednané balení dovézt na požadovanou linku do 20 minut od přijetí tohoto požadavku do systému.

Pracovník, který přijede s plnými baleními do skladu, musí potvrdit naskenováním čárového kódu, že balení je na expedici. Po tomto potvrzení, pracovníci vysokozdvižných vozíků tyto balení sundají z podvozků a převezou na expediční plošiny. Po vyložení plných balení následuje nakládka prázdných balení podle požadavků, které vytiskla tiskárna. Tuto činnost si koordinuje obsluha tahače. Požadavky odebírá, tak aby zaplnil vozíky, na kterých přivezl plné balení. Po naložení prázdných balení se obsluha tahače vydá na cestu do výrobní oblasti a rozváží prázdná balení dle objednávek linek. Po vyložení všech prázdných balení, jezdí k jednotlivým výrobním linkám a sbírá plná balení, která jsou připravena pro odvoz do expedičního skladu. Je limitován pouze maximálně možným zapojením vozíků za sebe dle podmínek uvedených v kapitole: 1.7.3 Bezpečnostní podmínky provozu.

1.8 Datová analýza

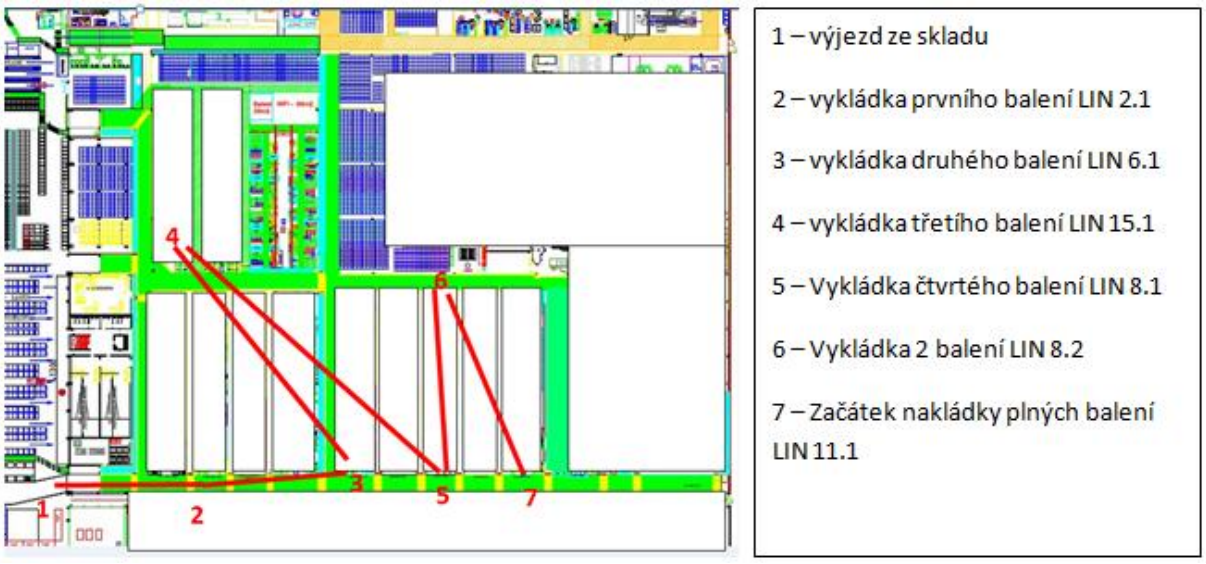
Pomocí datové analýzy současného stavu odvodu hotových světel, lze určit měřením dílčích činností pracovníků místa a procesy, kde dochází k vytváření nepřidané hodnoty. Nepřidanou hodnotu práce každého pracovníka je třeba minimalizovat, či ji úplně odstranit.

1.8.1 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je vizualizace aktuálních pohybů osob nebo materiálu v dané oblasti a za určitý čas. Slouží především k [17]:

- k odhalení chůze nutné k výkonu práce
- k odhalení zbytečné manipulace
- k napřímení toků materiálu (zkrácení vzdáleností, plynulost,…)
- často bývá podkladem pro reorganizaci pracoviště nebo procesu
- přispívá k lepší ergonomii pracoviště

Pomocí spaghetti diagramu byl analyzován pohyb obsluhy tahače po oblasti montážních linek. Z následujícího obrázku přímo vyplývá, že obsluha tahače jezdí po vyložení prázdných balení nahodile po výrobním prostoru. I rozvoz prázdných obalů na linky postrádá jakoukoliv systematičnost. Spaghetti diagram pro mapování pohybu obsluhy tahače při vykládce prázdných balení je uveden na obrázku č. 8.



Obrázek 8 - Spaghetti diagram vykládky prázdných balení; Zdroj: [Autor]

1.8.2 Měření doby jízdy a stání ve výrobě

Náměry časů doby jízdy a doby stání pro obsluhu tahačů jsou velmi důležité pro celkový přehled o vytíženosti pracovníků. Tyto náměry se vytvářely po dobu jednoho pracovního týdne při směně, kde bylo v provozu nejvíce výrobních linek. Vždy se jednalo o ranní směnu. Pro tuto analýzu je stejně důležité, jestli byl tahač v pohybu nebo stál. Obě tyto hodnoty se sčítají a ukazují dobu pobytu tahače ve výrobě. Ve výrobě se pohybují i další strojní zařízení a je tedy v zájmu bezpečnosti co nejvíce omezit doby pobytu jednotlivé techniky v prostoru výrobních linek, tak aby byla co nejmenší možnost kolize. V tabulce č. 3 je vyobrazen dvouhodinový výběr z měření.

Tabulka 3- Ukázka měření doby jízdy a stání tahače ve výrobní oblasti; Zdroj [Autor]

datum	čas	číslo tahače	doba stání [min]	doba jízdy [min]
22.1.2015	6:00 - 7:00	1	13	24
22.1.2015	6:00 - 7:00	2	20	16
22.1.2015	6:00 - 7:00	3	26	21
22.1.2015	6:00 - 7:00	4	23	9
22.1.2015	6:00 - 7:00	5	18	10
22.1.2015	7:00 - 8:00	1	23	19
22.1.2015	7:00 - 8:00	2	17	10
22.1.2015	7:00 - 8:00	3	16	14
22.1.2015	7:00 - 8:00	4	31	14
22.1.2015	7:00 - 8:00	5	21	14

1.8.3 Měření doby pobytu ve skladu

Pro celkový přehled o využití pracovního času obsluhy tahače je nutné změřit i jeho dobu pobytu ve skladu. Doba pobytu obsluhy tahače ve skladu je doba kdy se z tahače vykládají plná balení hotových světlometů a nakládají prázdná balení. Po celou dobu je tedy tahač a jeho obsluha v nečinnosti, pouze čeká, než příslušní pracovníci vykonají svojí činnost. Jedná se o takzvanou aktivitu s nepřidanou hodnotou. Činnosti s nepřidanou hodnotou zákazník samozřejmě neproplatí, a proto je cílem tyto činnosti minimalizovat.

Vlastní měření probíhalo vyhodnocováním z kamer umístěných u vjezdu do skladu. Dle kamerového záznamu bylo určeno, v kolik hodin vjela obsluha tahače do skladu a v kolik hodin sklad opustila. Dále je možné určit i číslo tahače. Tento záznam se opět pořizoval po celý týden. V tabulce č. 4 tedy lze vidět, kolik minut tahače byli ve skladu a tím tvořili činnost s nepřidanou hodnotou. Časy nakládky a vykládky prázdných a plných balení bez změny technologie ovlivnit nelze. Co ovšem ovlivnit lze, je tvorba kolon ve skladu z tahačů, které přijeli krátce po sobě. Tyto tahače nejsou schopni pracovníci na VZV v daném počtu pracovníků obsloužit, a proto musí čekat, než přijdou na řadu a tím se vytváří kolona.

Stejným způsobem kamerového sledování se dá zjistit, kolik plných balení do skladu tahač přivezl a s kolika prázdnými baleními tahač sklad opouští. Tyto informace jsou obsaženy v tabulce 4.

Tabulka 4 - Doby stání ve skladu; Zdroj: [Autor]

datum	čas	číslo tahače	Doba stání ve skladu [min]	Počet obratů ve skladě	Počet balení	Nestandartní balení
22.1.2015	6:00 - 7:00	1	23	2	12	
22.1.2015	6:00 - 7:00	2	24	3	14	
22.1.2015	6:00 - 7:00	3	13	3	9	Ano
22.1.2015	6:00 - 7:00	4	28	3	15	
22.1.2015	6:00 - 7:00	5	32	3	13	
22.1.2015	7:00 - 8:00	1	18	3	11	
22.1.2015	7:00 - 8:00	2	33	2	9	
22.1.2015	7:00 - 8:00	3	30	2	12	
22.1.2015	7:00 - 8:00	4	15	3	11	Ano
22.1.2015	7:00 - 8:00	5	25	3	10	Ano

1.8.4 Plánování personálu

Plánování personálu na pokrytí procesu navážení balení na výrobní linky je uskutečňováno dle plánovací tabulky. Oblast expedice balení má navíc specifikum, že je obsluhována pracovníky firmy JIPOCAR, kterým byla tato činnost outsourcována. Od Automotive lighting tedy vzejde požadavek na počet lidí do určité oblasti a firma JIPOCAR tyto pracovníky dodá. Jsou zde stálé a počtem neměnné pozice jako obsluha vysokozdvižných vozíků, kompletátor obalů a mistr. Počet pracovníků, který se mění je pro řidiče tahačů prázdných a plných balení na linky.

Excelový plánovací soubor, podle kterého se vypočítává počet pracovníků, pracuje na základě těchto údajů:

- plán výroby počtu kusů světlometů za směnu →Počet balení
- potřeby balení, které půjdou na žluté a černé nestandardní vozíky
- kapacitou balení, které je tahač schopný převést za jednu směnu (na základě dlouhodobých měření, jistícího koeficientu a statistických údajů)

Při zadání výše uvedených podmínek bude spočten předpokládaný počet pracovníků. Pokud vyjde desetinné číslo, vždy se zaokrouhluje na celé číslo směrem nahoru. Vše je zobrazeno v tabulce č. 5. Dle tabulky č. 5 budeme na ranní směnu potřebovat 5 lidí na obsluhu tahačů, na odpolední směnu potřebovat 5 lidí na obsluhu tahačů a na noční směnu 5 lidí.

Tabulka 5 - Počet pracovníků; Zdroj [Autor dle 28]

Linky na směně - navážení ze skladu		Noční	Ranní	Odpolední
plán	počet balení - standart	453	523	443
	počet balení - nestandart	41	18	23
skut.	počet balení - standart	340	400	409
	počet balení - nestandart	47	14	26
kapa	tahač - standart	130	130	130
	tahač - nestandart	44	44	44
plán	tahač - standart	3,48	4,02	3,41
	tahač - nestandart	0,93	0,41	0,52
	tahače celkem	**4,42**	**4,43**	**4,08**
		5	**5**	**5**

1.9 Shrnutí kapitoly 1

Analýzou stávajícího procesu zavážení balení na výrobní linky byly nalezeny následující problémy, které zapříčiňují neefektivitu celého procesu:

- nekoordinovaný proces zavážení prázdných balení do linek
- není stanovena pevná trasa závozu
- blokace tahačů a ostatní techniky ve výrobní oblasti
- čekání tahačů ve skladu než se vyloží a naloží předchozí tahače
- nevytíženost tahačů
- není stanovena pevná doba pobytu tahače ve výrobě, tahač zde může být tak dlouho než naloží 6 plných balení

Výše uvedené skutečnosti jsou vyjádřeny v následující SWOT analýze, která je uvedena v tabulce č. 6.

Tabulka 6 - SWOT analýza; Zdroj: [Autor]

S	W
Nadbytek pracovníků -> pružnější reakce na nečekané události Nemusí se přepřahat podvozky, na které se pokládají balení	Na některé linky tahač nemusí zajet a tím ignoruje jejich požadavky Hromadění plných balení u linek Blokace ostatní techniky sběrnou jízdou plných balení
O	**T**
Zavedení pevných tras závozu prázdných i plných balení Zavedení pevných časových intervalů, kdy vlak může vjet do skladu Každá výrobní linka bude pravidelně obsluhována Snížení počtu pracovníků potřebných k závozu prázdných a odvodu plných balení Zavedení vizualizačních pomocných prostředků	Zastavení linek z důvodu nedostatku prázdných balení Kolize s ostatní technikou vlivem neustálých jízd ve výrobní oblasti

Cíle optimalizace a akční kroky, které je nutné zavést pro zvýšení efektivity navážení balení, přímo vyplývají z předchozí SWOT analýzy a jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tabulka 7 - Souhrn akčních kroků pro tvorbu nového systému; Zdroj: [Autor]

Akce	Termín
Vyhodnocení analýzy současného stavu	3 dny
Prověření toku a taktu výrobních linek	7 dní
Návrh nového layoutu	10 dní
Ověření dat v programu Plant Simulation	19 dní
Vytvoření plánovacího systému	20 dní
Stanovení přesného času obsluhy výrobních linek	1 den
Vytvoření pracovních návodek	3 dny
Zavedení testovacího provozu	14 dní
Vyhodnocení testovacího provozu	2 dny
Zavedení do sériového stavu	1 den

2 Teoretický aparát nového systému

Teoretický aparát je velmi důležitý pro jakýkoliv nově budovaný systém. V části teoretického aparátu si lze definovat podmínky a principy, podle kterých se bude dále pokračovat. Definování vhodných podpůrných teoretických poznatků je velmi důležité. Při správné volbě metod teoretického aparátu v logistice se může velmi výrazně ušetřit čas k řešení problému. Každý problém je ovšem specifický a nelze vytvořit jednotný postup, který by se dal globálně použít. Závisí tedy na znalostech dotyčných osob a hlavně jejich zkušenostech tvz. dobré inženýrské praxi, jakým způsobem budou postupovat. Při neuvědomění si možnosti volby špatného postupu je sice možné získat výsledky, ty ovšem budou těžko dosažitelné v praxi a při aplikaci vhodnějšího způsobu použití matematického aparátu by bylo dosaženo výraznějších optimalizačních procesů. Firma Automotive lighting s.r.o. si velmi zakládá na používání podpůrných teoretických nástrojů při řešení reálných problémů. Systém World class manufacturing, od kterého se všechny kroky ve firmě odvíjejí, je sám o sobě universálním aplikačním systémem souboru dosavadních teoretických poznatků ověřených v praxi. Jedná se tedy o systémový přístup ve všech odděleních závodu. Systémový přístup je velmi důležitý a to nejen v logistice. Pokud je problém řešen systémově, lze předpokládat jistotu, že nebyl opomenut žádný bod, který by budoucí výsledky znehodnotil.

Druhá kapitola je tedy zaměřena na jednotlivé podpůrné teoretické aparáty, sloužící k optimalizačním procesům. Všechny uvedené teoretické poznatky a nástroje byly voleny, tak aby plně vystihovaly podstatu problému, umožnily poznat jeho strukturu a tím ho úspěšně vyřešit. V dnešní době, podnik v automobilovém průmyslu, který se neřídí systémem štíhlé výroby LEAN, nemá reálnou šanci být konkurenceschopný podnikům, které mají tento systém osvojený a naplno ho praktikují. Systém LEAN se skládá z mnoho dílčích nástrojů jako je VSM – value stream maping, pull princip, metoda 5T či 5S.

V případě řešení logistického problému je nutností použít matematického aparátu lokační analýzy a teorie hromadné obsluhy, pomocí nichž je třeba hledat vhodná optimalizační řešení. Ovšem pro relevantní výsledky aplikace lokační analýzy a teorie hromadné obsluhy jsou potřeba kvalitní vstupní informace. Sběr a prvotní roztřídění vstupních informací je velmi důležitou částí této kapitoly. Výstupem z této kapitoly je nalezení vhodného řešení optimalizace odvodu hotových výrobků za pomocí metody lokační analýzy a pečlivosti při výběru vstupních dat.

2.1 Systémový přístup logistiky

Logistický systém je používán jako nástroj pro systémový popis objektů se zaměřením na zkoumání existujících nebo projektování zamýšlených (následně realizovaných) logistických činností spojených s oběhovými procesy. Oběhový proces znamená propojení materiálového a informačního toku. V rámci propojování materiálového a informačního toku jsou vykonávány činnosti, které informace od zákazníka přemění do podoby logistického cíle [3].

Logistický systém představuje konfiguraci sociálních a technických prvků, jejichž vzájemnou součinností dochází k transformaci vstupů na výstupy, a to z povahy materiální či nemateriální. Logistický systém sestává z množiny prvků a vazeb mezi nimi. V závislosti na dekompozici systému mohou prvky představovat jak samostatné systémy, tak subsystémy. Vazby představují hmotné a informační toky mezi jednotlivými prvky. Při zkoumání těchto vazeb je nutné najít a definovat všechny potřebné a podstatné závislosti. Tyto závislosti je nutné ohodnotit a definovat míru jejich působení na fungování nebo změny systému či podsystému. Je nutné brát v úvahu jak horizontální, tak vertikální vztah vazeb. Základním systémem logistického systému je provozní uspořádání. Jeho funkcí je realizovat logistické procesy (technologické a netechnologické operace). Představuje ty části logistického systému, jejichž prvky vůči sobě vykazují vzájemné interakce. Charakteristika těchto interakcí je orientována na konečný efekt synergické povahy při plnění autonomních funkcí [3 a 4].

Aplikace logistického systému do podnikové praxe znamená změnu v postoji k procesu řízení podniku. Je nutno dodržovat určité formální postupy a zásady, které jsou nezbytným předpokladem úspěšné realizace [8].

Praxe firem, které měly s uplatňováním logistiky víceleté skutečnosti, vedla k poznatku, že sebedůmyslnější, ale izolované řešení logistických problémů uvnitř jednoho článku logistického řetězce (jako např. optimalizace zásob v jednom skladu) nebo řešení sice komplexní, ale zaměřené pouze na vybraný dílčí úsek řetězce (např. úsek z výrobního závodu do nejbližšího distribučního článku), nevede k dostatečným výsledkům (výrazné zvýšení zisku, zvýšení konkurenceschopnosti). Proto je třeba ustoupit od dílčích řešení, nespojitého ostrůvkového chápání, dílčích optimalizací nepřekračující obzor jednoho útvaru směrem k uplatnění systémového integrovaného pojetí logistiky [1].

Zprvu v propojení procesů nákupu a zásobování s výrobou a odbytem uvnitř podniku (tj. ve vnitřní integraci), posléze v propojení podniku (finálního výrobce) s jeho dodavateli a s distribučními a obchodními články (partnery) až po konečné zákazníky celistvým logistickým řetězcem (možno rozšířit i na zpětné toky reklamovaného zboží a toky obalů

a odpadů k recyklaci). To je tzv. horizontální dimenze integrace. Pro takto integrované řetězce se vžil termín The Total Supply Chain [1 a 2].

Propojení a logistické sladění výroby s vývojem, s tvorbou strategií a marketingem, tedy propojení podnikových (logistických) funkcí od úrovně operativní až po úroveň strategickou – což je vertikální dimenze integrace. Jedině toto pojetí integrované logistiky může nést označení World Class Logistics [1 a 3].

Logistické řetězce, ve smyslu The Total Supply – Chain jsou vymezovány tak, že:

- vedou od dodavatelů ke konečným zákazníkům (spotřebitelům)
- procházejí fázemi nákupu a zásobování, výroby, fyzické distribuce a prodeje, včetně recyklace
- uskutečňují se pomocí dopravy, komunikačních a informačních technologií
- zahrnují zásoby (sklady) surovin, materiálů a dílů, rozpracované výroby a hotových výrobků

2.2 Systém MPR – material requirements planning

Tento princip plánování výroby je založen na předpokladu, že pokud plánovač ví, kolik je nutné vyrobit výrobků, pak by měl také vědět, kolik součásti je nutné objednat. Představuje integraci materiálového hospodářství zajištěním časové i kvantitativní vazby mezi nákupem a odběrem. Hlavní uplatnění systému MRP je tedy především ve výrobních závodech, jakým je i Automotive lighting v Jihlavě – Pávově [2 a 3].

Plánování materiálových požadavků vychází především z rozvrhování činností a řízení zásob. Postup systému MRP vytváří rozvrh pro všechny komponentní části, pokud je to nutné, prostřednictvím požadavků na nákup a tam, kde je to vhodné, zobrazuje očekávané nedostatky ve vztahu k omezení kapacity. Další podmínkou užití systému MRP je možnost zpracování objednávek a požadavků na dodávky v týdenním cyklu. Potřeba materiálů závisí na hotovém výrobku či konkrétní skladové položce a je v průběhu výrobního cyklu nesouvislá. Hlavní vstupy procesu MRP jsou následující:

- seznam přesných požadavků (dat)
- hlavní výrobní rozvrh
- počáteční zásoba a kapacita

Základní postup zahrnuje rozdělení požadavků finálního produktu do podsestav komponentů a materiálů. Tento postup je prováděn úroveň po úrovni přes seznam požadavků. Tato procedura určuje, kolik jednotek každé položky se vyžaduje, aby bylo dosaženo daného rozvrhu produkce a také, aby byly položky dostupné v době, kdy jsou zapotřebí za účelem respektování času zpracování. Výsledkem této procedury bude rozvrh požadavků na nákup, výrobu (rozvrh výrobní činnosti), a pokud to bude vhodné, také rozvrh, který bude ukazovat nedostatky, jež budou pramenit z nedostatečné kapacity, nutné k uspokojení výrobních požadavků zákazníka [1 a 3].

Hlavní výstupy systému MRP:

- požadavky na nákup, které zahrnují položky, jež mají být objednány, dle konkrétního času a množství
- rozvrhy výrobních činností, které určují, jaké položky mají být vyráběny, v jakém množství a kdy
- očekávané nedostatky
- změny v zásobách

Tato situace se dále komplikuje, když jsou objednávky zrušeny v krátkém časovém období, nebo zvýšeny bez varování. Úpravy budou muset být provedeny rychle, aby nedošlo k selhání, a aby se splnily požadavky zákazníků, nebo naopak zůstane nadměrně množství na skladě [2].

Systém MRP je ve firmě Automotiv lighting zaveden od čtvrtého kroku logistického pilíře dle systému WCM. Krok 4 se obecně vztahuje na vyrovnání produkce. Vyrovnaná produkce představuje rychlou reakci na měnící se požadavky zákazníka prostřednictvím flexibilního výrobního systému, a to s ohledem na vybavení a pracovní sílu.

2.3 LEAN

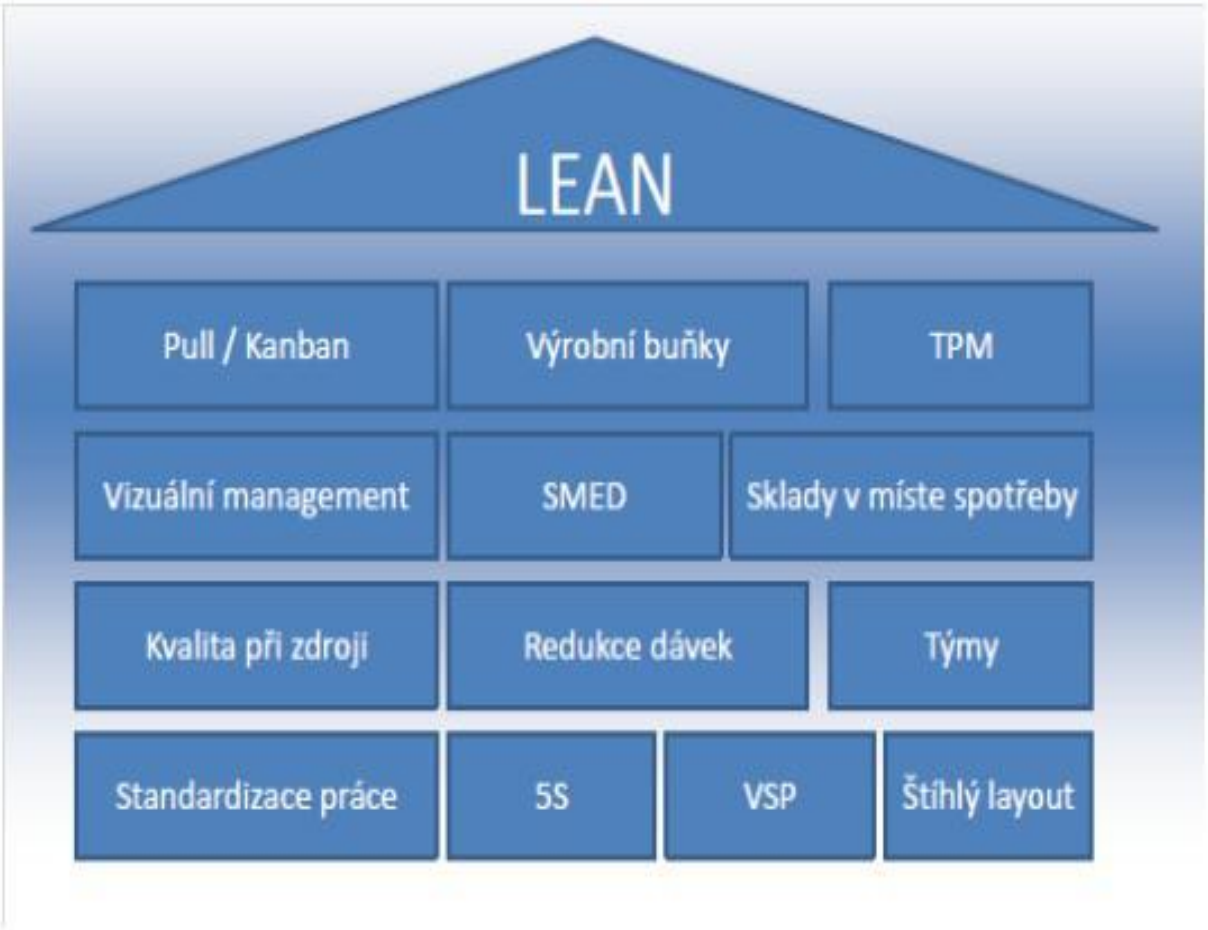
Společně se zkratkou Lean, se používá se také pojem Lean Management, což je velmi široká metoda řízení, kterou musí organizace (podnik) přijmout. Metoda Lean je založena na několika základních principech. Primárně jde o snahu celé organizace se trvale zlepšovat ve všech oblastech a zamezit zbytečnému plýtvání. Provádí komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákazníkova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času. Přitom

produkty mají mnohem lepší kvalitu než v dříve uplatňované hromadné výrobě. Na základě těchto faktů jsou uvedeny v tabulce 8 možné zdroje plýtvání a cíle štíhlé (Lean) výroby [1 a 18].

Tabulka 8 - Principy LEAN; Zdroj [1]

Zdroje plýtvání	Cíle štíhlé výroby
• Nadprodukce • Mezioperační zásoba • Doprava • Opravy • Nedostatečná komunikace	• Zvýšení kvality • Snížení nákladů • Zkrácení výrobního cyklu

Štíhlá výroba se skládá z mnoha dílčích podsystémů, při jejichž správném aplikování ve výrobním závodě dosáhneme požadované efektivity práce. Na obrázku 9 jsou vyobrazeny základní technologické nástroje štíhlé výroby.



Obrázek 9 - LEAN systém; Zdroj [12]

2.3.1 Pull princip

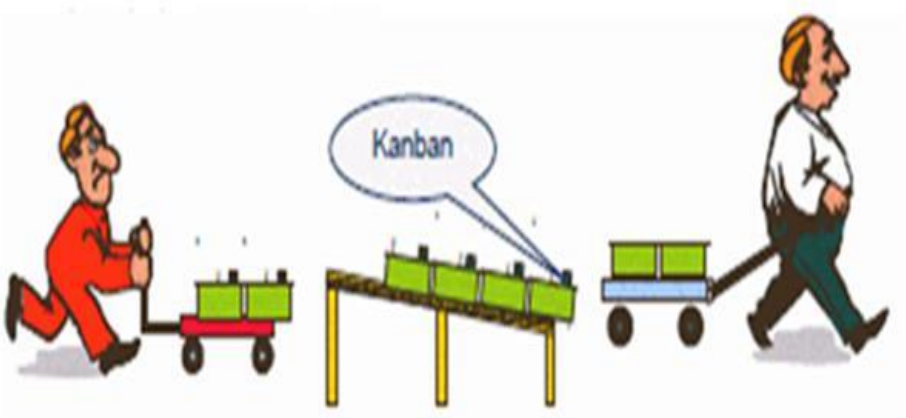
Pull princip je součástí logistického řetězce s kontinuálními toky. V řetězci s kontinuálními toky je sklad hotových výrobků redukován z článku uchovávajícího maximální výši zásob celého vyráběného sortimentu na článek pouze vyrovnávající tok z výroby k zákazníkům. Pull princip, neboli tažný princip je založený na tom, že předcházející článek odesílá dávku odebírajícímu článku až v okamžiku, kdy odebírající článek mu avizoval svou připravenost ji zpracovat (dát do montáže, uskladnit, zkompletovat a expedovat apod.) a právě v takovém množství, které odebírající článek potřebuje. Odebírající článek si tedy „vytahuje“ z odesílajícího článku aktuálně potřebnou dávku. Frekvence toku se zrychluje, články si předávají menší dávky, tok je plynulý, zásoby se zmenšují a skladové kapacity se redukují (u hotových výrobků), resp. zásob není vůbec třeba (vyjma pojistných zásob). Do distribuční části řetězce je vložen článek kompletace a konsolidace (sdružování) zásilek, eliminující problémy v dopravě, která by jinak vyvolávala větší frekvence a menší velikost zásilek směřujících k zákazníkům. Článkem řetězce rozhodujícím z hlediska pružnosti již není sklad hotových výrobků, ale výroba, která musí být schopná rychlé a individualizované odezvy na objednávky zákazníků. Způsob uzavírání rámcových kontraktů s dodavateli je zachován, ale reakce na průběžné změny poptávky zákazníků je pružnější, protože při objednání směřuje přímo do výroby [1 a 3].

V současné době je ve firmě zaveden Push princip odvodu hotových výrobků. V praxi funguje tento systém tak, že na výrobní linky jsou dodávány prázdné balení na základě doplňování do předem připravených pozic. Jelikož i jeden a tentýž světlomet může mít různé formáty balení (např. z důvodu odesílání do odlišných výrobních závodů automobilky), je u příslušné linky zastoupeno každé balení a v případě jeho spotřeby na základě taktu výroby přes systém SAP se prázdné obaly doplňují do stanovených hladin. Obsluha tahačů tedy „tlačí“ prázdné obaly na výrobní linky, které si pak vybírají, jaké balení použijí. Z toho důvodu je i velká náročnost na prostor logistické plochy na prázdná balení u výrobních linek. Jelikož tento proces neodpovídá požadavkům štíhlé výroby, bude součástí výstupu optimalizace, převedení stávajícího Push principu na Pull princip.

2.3.1 Kanban

Kanbanem je možné rozumět systém dílenského řízení výroby a zásobování, který využívá karet k předání informace o spotřebě. Systém Kanban byl vyvinut japonskou firmou Toyota Motors v 50.- 60. letech 20. stol., jde o jednu z částí JIT systémů, potažmo štíhlé výroby. Z pohledu plánování a řízení výroby se jedná o využití principu tahu, kdy se vyrábí pouze to,

co požaduje zákazník (montáž světlometů), a to bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných meziskladů. Systém Kanbanu se osvědčuje především pro řízení těch dílů, které se používají opakovaně. Na obrázku 10 je znázorněn systém Kanban ve své základní podobě [18].



Obrázek 10 - Systém Kanban; Zdroj [18]

Kanban vychází z následujících principů:

- základem jsou tzv. samořídící regulační okruhy, mezi dodávajícím a odebírajícím prvkem systému, které jsou vzájemně propojené principem tahu (každý dodavatel je zároveň i odběratelem a opačně - na pracovišti musí být tyto dodavatelsko-odběratelské vztahy vždy definovány)
- objednacím množstvím je obsah přepravního prostředku (KLT), nebo jeho násobků, a to za předpokladu, že množství je vždy konstantní
- dodavatel ručí za kvalitu a odběratel má povinnost objednávku vždy převzít
- kanban slouží pro signalizaci stavu zásob a rozpracované výroby
- cílem je eliminace skladů v procesu – dodavatel ani odběratel nevytváří žádné zásoby
- spotřeba materiálu musí být rovnoměrná, bez velkých výkyvů a sortimentních změn

Další variantou Kanbanu je tzv. hladinový Kanban, kdy jsou vybrané komponenty doplňovány do předem zvolené hladiny, případně při poklesu pod definovanou hladinu (může být navýšena o pojistnou, technologickou, či jinou zásobu). Na základě toho, jak je systém řízen, rozlišují se standardní „kartičkový“ nebo elektronický Kanban, který je využíván zejména v automobilovém průmyslu, tedy i v Automotive lighting. Elektronický Kanban využívá čárových kódů a jejich čteček, a typickým informačním systémem je pro elektronický systém SAP.

2.3.3 VSM – Value stream mapping

Value Stream Mapping, neboli česky, mapa hodnotového toku je grafický nástroj, sloužící k mapování hodnotového toku ve výrobních i administrativních procesech. Pomáhá hlubšímu pochopení toku procesů, které prochází skrz celou organizaci, jejich návaznosti na systém řízení organizace, plánování a požadavky zákazníka. Pro VSM metodu jsou důležitá následující rozdělení uvedená v tabulce 9.

Tabulka 9 - Základní rozdělení VSM; Zdroj [20]

Kdy	Kdo
U produktu, u kterého se plánují změny Při navrhování nových procesů Při vytváření nového layoutu U produktu, u kterého se bude zavádět výroba U produktu s dostatečnou opakovatelností a rovnoměrností výroby	Tým - během týmové tvorby mapy toku hodnot může být jednoduše identifikovatelné kde a jaké plýtvání vzniká (výrobní, administrativní)
Proč	**Výstup**
Jakmile je jednou mapa toku hodnot vytvořena, stává se základem pro vylepšení a vytvoření mapy toku hodnot budoucího stavu	Zkrácení průběžné doby výroby Snížení výše rozpracované výroby Eliminace ztrát a plýtvání ve všech procesech => snížení nákladů

Hlavní údaje v mapě toku hodnot můžeme rozdělit na dva základní body, a to vstupní informace a výstupní poznatky. Pro lepší přehlednost jsou vedeny v tabulce 10.

Tabulka 10 - Vstupní a výstupní poznatky VSM; Zdroj [20]

Vstupní informace	Výstupní poznatky
Cyklový čas	Celková průběžná doba výroby
Čas přetypování	Celková průběžná doba dodání produktu zákazníkovi
Doba provozu zařízení (požadovaná doba)	Stav zásob a obrátka zásob
Velikost výrobní dávky	Rozpracovanost výroby
Počet pracovníků	Velikost výrobních dávek
Počet variant produktů	Index přidané hodnoty
Velikost expediční dávky	

2.3.4 Metoda 5x Proč

Metoda 5x proč je základní metodou zlepšování kvality procesu hledání kořenových příčin problémů a zabránění jejich opakování. K příčinám vzniklého problému se dá dojít pomocí kladení otázek typu:

- proč nebyla dostatečná kontrola
- proč se chyba vyskytla
- proč nebyl pracovník dostatečně vyškolen
- proč stroj správně nefungoval
- apod.

Metodou 5x proč se většinou dojde ke kořenům problému a ke skutečným příčinám jejich vzniku. Sice je metoda nazvána 5x proč, ale můžeme použít libovolný (dostatečný) počet otázek, které nám odhalí skutečnou kořenovou příčinu. U jednodušších problémů obvykle stačí 3 otázky, u složitějších pak naplno využijeme všech 5 otázek a odpovědí na ně [21].

Metoda 5x Proč byla využita při analýze odvodu hotových světel a určila kořenovou příčinu. Odpovědi k nalezení kořenové příčiny jsou na obrázku 11.

1x Proč	- Protože je proces neefektivní
2x Proč	- Protože dochází k blokaci vlaků ve skladu
3x Proč	- Protože je libovolná doba příjezdu do skladu
4x Proč	- Protože není zaveden jízdní řád
5x Proč	- Protože není časové zařízení na tahačích

Obrázek 11 - Metoda 5x Proč; Zdroj [Autor]

2.3.5 Vizuální management

Vizuální řízení je jeden ze základní nástrojů WCM. Je to metoda, která využívá různé prostředky, pomocí nichž může každý zaměstnanec rychle a snadno rozpoznat stav procesu, standardy a případné odchylky. Pro vizuální řízení se ve firmě Automotive lighting používá metody 5S.

5S je metoda, pomoci které lze zajistit a udržet čisté a organizované pracoviště, které vede pouze k produktivní činnosti a minimalizuje činnosti neproduktivní [22].

- zvyšuje efektivitu práce
- šetří náklady
- vytváří transparentní prostředí
- snižuje kvalitativní rizika
- zvyšuje bezpečnost práce

Použití metody 5S neznamená pouze úklid a označení pracoviště. Prostředí se zavedeným 5S je jednoduše rozpoznatelné prostředí. Na obrázku 12 je uvedeno pět kroků metody 5S, podle kterých se metoda zavádí na pracovišti.

Obrázek 12 - Metoda 5S; Zdroj [22]

2.4 Vstupní data

Vstupní data jsou základním prvkem pro matematický aparát teorie grafů, potažmo lokační analýzy. V celém systému se objevuje velké množství dat, z nichž je potřeba vybrat data základní. Nesprávnou volbou potřebných dat, či jejich špatným změřením by se velmi výrazně ovlivnil výsledek optimalizačního procesu, který v konečné fázi validace v běžném provozu zapříčinil vznik řetězových reakcí a následné selhání celého systému a tím zastavení výrobních linek. Vstupní data, která jsou potřebná pro vlastní výpočet, jsou následující:

- číslo linky a její jméno (z důvodu výrobního tajemství nejsou v diplomové práci uváděny názvy konkrétních linek dle kódových označení)
- verze světlometů, které se na lince produkuje
- výrobní takt linky určené verze
- počet ks světlometů v balení
- druh vozíku, na kterém přijíždí prázdné balení (Z = zelený, M = modrý, Č = černý, Ž = žlutý)
- počet skladovacích ploch u linky pro prázdná balení

Výše uvedené informace jsou sestaveny do tabulky, která je uvedena v příloze 3.

Součástí vstupních dat musí být grafické znázornění výrobních linek. Vzdálenosti mezi jednotlivými linkami jsou ohodnoceny poměrovým číslem. Jeden díl hranového ohodnocení ve skutečnosti znamená 10 metrů. Místo pro odvod hotových výrobků z linky je pro počítání též velmi důležité. Posledním a neméně důležitým bodem layoutu výrobní části je vyobrazení počtu požadavků, které jednotlivé linky za hodinu požadují. Při výpočtu tohoto čísla se vychází z tabulky uvedené v příloze 3. Vzorec pro výpočet minutového požadavku pro naplnění prázdného balení hotovými světlomety je uveden v rovnici 1.

$$T_n = \frac{T_t * P_{ks}}{60} \tag{1}$$

kde T_n – je čas potřebný k naplnění jednoho prázdného balení [min]

T_t – je doba taktu výroby světlometu [s]

P_{ks} – je počet světlometů v balení [ks]

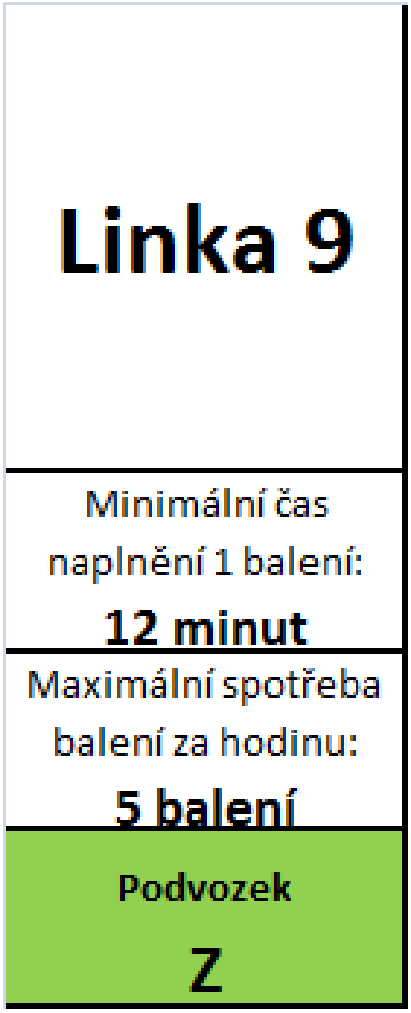
Pokud je znám čas potřebný k naplnění jednotlivých balení danými světlomety, lze vypočítat hodinový požadavek potřeby prázdných balení. Pro stabilitu systému je nutné zaokrouhlovat potřebný čas k naložení jednoho prázdného balení na celé minuty směrem dolů. Naopak pro výpočet potřeby počtu prázdných balení, který je uveden v rovnici 2, je nutné zaokrouhlovat výsledky na celé jednotky směrem nahoru.

$$P_{bal} = \frac{60}{T_n} \tag{2}$$

kde P_{bal} – je počet prázdných balení, které je nutné za 1 hod. přivézt k výrobní lince [ks]

T_n – je čas potřebný k naplnění jednoho prázdného balení [min]

Souhrnná tabulka s vypočítanými údaji je uvedena v příloze č. 4. Příklad vizuální podoby vypočítaných údajů pro výrobní linku je uveden na obrázku č. 13.



Obrázek 13 - Grafické znázornění údajů o lince; Zdroj: [Autor]

2.5 Lokační analýza

Pro optimalizaci odvodu hotových světel bude prověřena možnost využití lokační analýzy. Lokační analýza tvoří samostatnou vědní disciplínu o rozmisťování zařízení v geografickém prostoru. Tato disciplína patří v posledních 50 letech k nejvyhledávanějším a nejvíce používaným disciplínám operačního výzkumu. Předmětem lokační analýzy je problematika rozmisťování různých zařízení ve dvou nebo trojrozměrném prostoru. Zařízením se nazývají střediska obsluhy nebo též zkráceně depa. Zpravidla jde o umístění jednoho nebo většího poštu středisek obsluhy v geografickém prostoru, ve kterém se dosud žádná střediska nenachází nebo o umístění středisek s respektováním již existujících zařízení. Lokace musí vycházet z požadavků zákazníků s cílem optimalizace zvolených kritérií [5].

Společným rysem pro úlohy lokační analýzy je potřeba výběru místa pro umístění jednoho nebo více středisek obsluhy, ze kterých jsou požadavky obsluhovány. Odlišným pro tyto úlohy může být [3 a 5]:

- počet rozmisťovaných středisek
- umístění požadavků v geografickém prostoru, tzn. bude-li se jednat o obsluhu požadavků ve vrcholech grafů sítě, nebo se bude jednat o obsluhu hran sítě
- kritérium kvality řešení, v hledisku minimalizace časové náročnosti s maximálním dopravním výkonem
- způsob obsluhy úseků, tedy jak v čase a prostoru vznikají požadavky na obsluhu (Stochasticky, deterministicky)

Podle vzniku počtu požadavků na obsluhu za časové období, charakteru a místa vzniků požadavků a podle rozsáhlosti území a dosažitelnosti je nutné budovat síť středisek obsluhy. Lokační analýza nám tedy pomáhá při tvorbě nových, či relokaci starých středisek obsluhy. Tato metoda se dá využít při stavbě nového výrobního závodu, či komplexní přestavbě. Matematický aparát řešení pomocí lokační analýzy tedy nelze aplikovat pro optimalizaci odvodu hotových světel, neboť zde je pevně dáno středisko obsluhy (depo) a to v centrálním skladu výrobního závodu.

Pro optimalizaci odvodu hotových světel bude prověřen matematický aparát teorie hromadné obsluhy, který je popsán v kapitole 2.6.

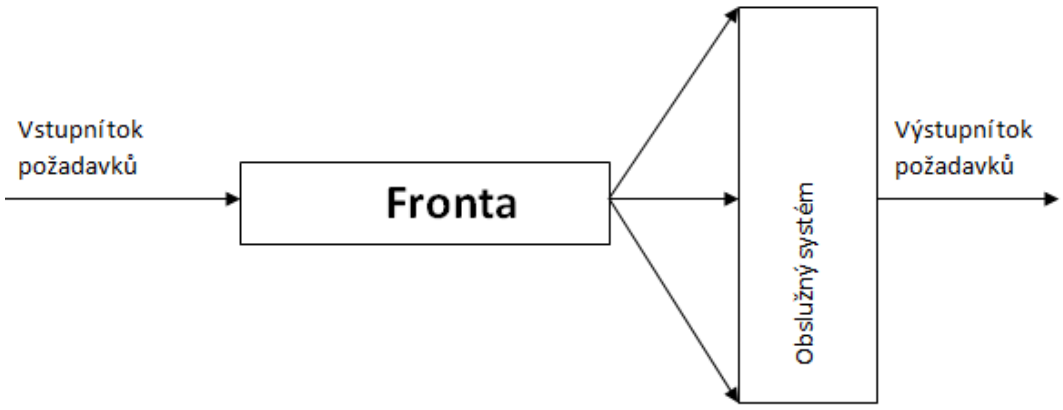
2.6 Teorie hromadné obsluhy

Teorie hromadné obsluhy je odvětví aplikované matematiky, které zkoumá činnost systémů, v nichž se opakovaně vyskytují požadavky vykonat posloupnost operací, které jsou co do vzniku a okamžiku výskytu zpravidla náhodné. Cílem teorie hromadné obsluhy je návrh a optimalizace systému nebo sítí systémů hromadné obsluhy a v neposlední řadě analýza stávajících systémů a návrh jejich optimalizace. Analytickými, nebo simulačními metodami získáme sledované charakteristiky [9 a 33]:

- průměrná délka fronty
- ztracený čas zákazníků, kteří čekají ve frontě
- průměrná doba setrvání zákazníka v systému
- vytíženost linky, atd.

Systém hromadné obsluhy pro odvod hotových světel v Automotive lighting je schematicky znázorněn na obrázku č. 14. Do systému přicházejí požadavky na balení z výrobních linek opakovaně v čase, jsou přijaty a zařazeny do fronty. Systém je obsluhován jednou „linkou“, ve které je obsluhováno vždy pouze určité množství požadavků. Teorie hromadné obsluhy vychází především ze statistiky a teorie pravděpodobnosti. Patří do odvětví operačního výzkumu, matematického modelování a optimalizace. Základní jednotkou systémů hromadné obsluhy je obslužný systém. Ten je složen z trojice zákazník-linka-obsluha. V případě koncepce odvodu hotových světel je obslužný systém složen takto [33]:

- zákazník = požadavek na prázdné balení
- linka = nakládací a vykládací prostor s vysokozdvižnými vozíky
- obsluha = nakládání



Obrázek 14 - Obslužný systém THRO v ALCZ; Zdroj [Autor dle 33]

3 Návrh nového systému odvodu hotových výrobků

V této kapitole je uveden návrh nového systému odvodu hotových výrobků. Návrh vychází z matematického aparátu teorie hromadné obsluhy, který byl vybrán v předchozí kapitole jako nejvíce vhodný pro tento konkrétní případ. Využitím aparátu teorie hromadné obsluhy a vstupních podmínek se vytvoří základní návrh systému. Tento systém se poté musí ověřit v simulačním nástroji Plant Simulation, který byl zkonstruován pro velké výrobní závody k ověření teoretických propočtů toků materiálů. V případě, že navrhovaný systém by byl neúspěšný, musel by se přepracovat. Simulace v Plant Simulation slouží jako základní argument změny nastavení procesů. Tento simulační nástroj ověří i kolizi s dalšími procesy, které v závodě současně běží. Tedy dokáže odhalit, jestli zásahem do jedné části systému neovlivníme ostatní části. Toto je velmi důležité, neboť nový systém v žádném případě nesmí ohrozit stabilitu stávajících procesů, ba naopak by měl vést k zvýšení spolehlivosti celého systému odvodu hotových výrobků.

Vytvoření nového systému pro odvod hotových výrobků není pouze matematický propočet a jeho validace. Do systému vstupuje mnoho prvků neurčitosti. Mezi hlavní prvky neurčitosti určitě patří lidský faktor a to jak na straně obsluhy tahačů, která se stará o dodávku prázdných a odvod plných obalů, tak i na straně pracovníků obsluhy výrobních linek, kteří jsou zodpovědní za objednávání prázdných balení. Obsluha tahačů má časový prostor dvaceti minut od doby přijetí a vytištění objednávky ve formě výdejky po její potvrzení a odvoz na příslušnou linku. Mezi potvrzením výdejky, jejím nalepením na příslušný prázdný obal a odvozem na výrobní linku je zanedbatelný časový interval, proto se potvrzením výdejky rozumí, že balení se již nachází u výrobní linky. Pro nově navrhnutý systém, hodnota dvacetiminutových dodání na linku, musí zůstat zachována. Pro vyšší stabilitu systému se ovšem ve všech návrzích, simulacích a testech bude požadovat a sledovat hodnota patnácti minutových dodání.

Při splnění všech technických požadavků na nový systém odvodu hotových výrobků se musí vytvořit uživatelsky přívětivý systém sledování plánování výroby v jednotlivých dnech a směnách, tak aby bylo možné zajistit dostatečný počet pracovníků obsluhy tahačů. Jedná se především o pracovní dny pondělí až pátek. Ve svátcích, sobotu a neděli se výroba plánuje operativně – dle požadavků zákazníků. V těchto dnech by měl systém plánování pracovníků na tahače být pouze podpůrným ukazatelem vytíženosti pracovníků. Fyzický požadavek na jejich počet je ovšem plně v kompetenci oddělení logistického controllingu.

3.1 Výpočet potřebných parametrů systému

Návrh nového systému odvodu hotových výrobků bude řešen pomocí matematického aparátu teorie hromadné obsluhy. V tomto případě se bude uvažovat systém M/M/1/∞, což je Markovský obslužný systém s jednou linkou. Fronta požadavků čekajících na obsluhu je neomezená. Je potřeba znát základní vstupní podmínky pro celkový výpočet. Mezi nejdůležitější patří následující údaje:

- počet balení, které je potřeba dovézt k výrobním linkám [ks/ hod]
- počet balení, které se mohou naložit na tahač [ks]
- počet tahačů k dispozici [ks]
- čas nakládky a vykládky balení ve skladu [min]
- čas vykládky a nakládky balení ve výrobě [min]

3.1.1 Systém teorie hromadné obsluhy M/M/1/∞

Okamžiky příchodů požadavků na balení tvoří posloupnost událostí, které nastávají náhodně v čase – tvoří stochastický proces. Stav systému hromadné obsluhy ohodnotíme aktuálním počtem požadavků v systému. Ve spojitém čase tedy zkoumáme náhodný proces s diskrétními stavy. Je zřejmé, že čím více informací o systému je známo, tím konkrétnější a kvalitnější popis zkoumaných charakteristik bude získán. Pro speciální třídy procesů lze s výhodou využít speciální vztahy mezi parametry systému, které výrazně usnadní analýzu takovýchto procesů. Je třeba ale mít na paměti předpoklady, za jakých je možné takovéto vztahy použít. V praxi lze většinou přijmout, za jistých omezení, předpoklad Poissonovského vstupního toku. Je to jediný proces s markovovskou podmínkou, kdy historie procesu nijak neovlivňuje další chování. Díky této vlastnosti a konstantní intenzitě je popis náhodného procesu výrazně jednodušší. Poissonův proces je čítací proces, kde délky intervalů mezi výskyty sledované události jsou nezávislé náhodné veličiny s exponenciálním rozdělením s hustotou pravděpodobnosti: $f(x)=\lambda * e^{-\lambda * x}$; *pro* $x>0$. Střední délka intervalu mezi událostmi je $1/\lambda$ tedy průměrný počet událostí za časovou jednotku je λ. Vlastnosti Poissonova procesu jsou uvedeny v tabulce č. 11 [9 a 33].

Tabulka 11 - Vlastnosti Poissonova procesu; Zdroj [33]

Proces	Význam procesu
Stacionární	Pravděpodobnostní charakteristiky Poissonova toku se v čase nemění, tj. intenzita toku je konstantní.
Beznásledný	Intervaly mezi jednotlivými výskyty jsou nezávislé, exponenciálně rozdělené náhodné veličiny. Historie procesu nijak neovlivňuje předpověď doby čekání na další událost.
Ordinární	Pravděpodobnost, že nastanou dvě události současně, se blíží nule.

Markovský obslužný systém s jednou linkou M/M/1/∞ je systém, kde fronta zákazníků čekajících na obsluhu je neomezená. Zákazníci přicházejí v Poissonovském toku s intenzitou *λ*. Délka obsluhy je náhodná veličina s exponenciálním rozdělením, průměrná délka obsluhy je *1/μ*. Systém není stabilizovaný, pokud průměrně přichází více zákazníků, než kolik je linka schopna obsloužit, tj. $\lambda \geq \mu$. Pak pravděpodobnosti počtu zákazníků nekonvergují a nemá smysl hledat ustálené charakteristiky. Tak jako u ostatních markovských modelů, je účelné přepsat dvouparametrické vztahy pomocí jediného parametru. Tím se zjednoduší problémy optimalizace systému. Z pravděpodobnostního rozdělení počtu zákazníků v systému (linka + fronta) lze odvodit všechny důležité charakteristiky (rovnice 3 – 7) [9]:

- průměrný počet zákazníků (fronta + linka): $E[X] = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$ (3)
- průměrný počet zákazníků ve frontě: $E[F] = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$ (4)
- průměrná doba čekání v systému (fronta+linka): $E[W_x] = \frac{1}{\mu - \lambda}$ (5)
- průměrná doba čekání ve frontě: $E[W_f] = \frac{\lambda}{\mu\,(\mu - \lambda)}$ (6)
- využití linky: $E[S] = \frac{\lambda}{\mu}$ (7)

V návrhu nového systému pro odvod hotových výrobků je tedy nutné správně určit jednotlivé indexy vyplívající z Kendallovy klasifikace, potažmo přímo z aplikace Markovského obslužného systému M/M/1/∞. První písmenko M tedy znamená, že vstupní tok požadavků na prázdná balení, je Poissonovský tok. To přesně vypovídá o systému, jakým si mohou výrobní linky prázdná balení objednávat. Žádná výrobní linka není závislá na objednávce jiné linky, a jelikož mohou vyrábět různé výrobní verze, je požadavek na objednání nového balení nezávislý na předchozí historii objednávání.

Druhé písmenko M značí, že doba obsluhy, tedy nakládka a vykládka prázdných a plných balení v určeném prostoru ve skladu je exponenciálně rozložena. I toto exponenciální

rozdělení je aplikovatelné na běžnou provozní praxi, jelikož tahače vždy nepřijedou se šesti plnými vozíky (viz kap 1.7.3 - Bezpečnostní podmínky provozu) a prázdné balení pro jednotlivé projekty, které je skladované ve skladu není rovnoměrně vzdáleno od místa nakládky a vykládky tahačů.

Číslice 1 značí jednu obslužnou linku. V praxi se sice stará o vykládku a nakládku více vysokozdvižných vozíků, ale pro zjednodušení je možno použít jako hodnotu obslužné linky právě celý proces vykládky a nakládky balení, bez ohledu na počet pracovníků k tomu potřebných. Jedná se tedy o jedno přímo určené místo, kde je tento proces možno vykonávat.

Poslední znak značící nekonečnou frontu opět plně koresponduje s reálnou situací. Žádný požadavek na prázdné balení nemůže být odmítnut a čeká, až bude obsloužen. Záleží pouze na tom, jak je systém navrhnut a za jakou dobu od času vzniku požadavku je požadavek vyřízen – naložen.

3.2.1 Návrh nového řešení systému odvodu hotových výrobků

Pro uskutečnění vlastního výpočtu nového systému odvodu hotových výrobků je nutné seskupit všechny požadované a nutné údaje v jeden celek. Pouhé získání dat, či požadovaný výstup by nemohl správně fungovat bez přiřazení jednotlivých údajů správným hodnotám ve vzorcích. V této podkapitole jsou tedy uvedeny všechny potřebné údaje pro výpočet nového systému odvodu hotových výrobků přiřazené k jednotlivým hodnotám proměnných užívaných ve vzorcích matematického aparátu teorie hromadné obsluhy a systému M/M/1/∞.

Pro konečný výpočet je potřeba stanovit maximální počet požadavků, které si linky mohou za jednu hodinu objednat. Zde je kladen důraz na slovo maximální, protože při všech ostatních výrobních procesech, které trvají delší výrobní čas a tedy je i menší spotřeba balení, bude systém fungovat a ještě bude mít rezervu. Celkové potřeby na balení jsou uvedeny v tabulce 12, která vychází z přílohy 4. Tato tabulka je navíc upravena o přepočet velkých podvozků (žluté a černé), které vyžadují jiný počet kombinace zapojení za tahač. Každé prázdné balení potřebné pro výrobní linky s těmito velkými podvozky, je vynásobeno koeficientem rovným číslu 2. Celkový počet balení tedy poté můžeme dělit 6 podvozky, které je možné maximálně zapřáhnout za tahač. Toto řešení usnadňuje výpočet a nemá vliv na celkový návrh nového systému.

Tabulka 12 - Potřebný počet ks balení za hodinu pro jednotlivé linky; Zdroj [Autor]

Název linky	Maximální potřebný počet balení [ks/ hod]
Linka 1	6
Linka 2	6
Linka 3	5
Linka 4	5
Linka 5	5
Linka 6	6
Linka 7	6 (Černý)
Linka 8	6
Linka 9	5
Linka 10	6
Linka 11	7
Linka 12	6
Linka 13	5
Linka 14	5
Linka 15	6
Linka 16	6 (Žlutý)
Linka 17	6 (Žlutý)
Linka 18	4
Linka 19	6 (Černý)
Celkem	**107**

Pokud je znám počet balení, které je nutné dovézt na výrobní linky, je třeba znát i maximální počet naložení prázdných balení na tahač. Jelikož pro výpočet byl upraven převod velkých podvozků na malé podvozky, není třeba brát ohled na bezpečnostní podmínky při výpočtu. V samotném provozu je ovšem nutné maximální možnosti naložení podvozků za tahač plně respektovat. Pro samotný výpočet ovšem bude použit počet šesti vozíků, jako maximální kapacita, kterou můžeme za jeden tahač naložit. Tuto proměnnou označíme jako K_v- kapacita vozíku.

Ze SWOT analýzy uvedené v kapitole 1.9 je jedna z možných příležitostí pro nastavení nového systému úspora jednoho pracovníka na směně, tedy tří pracovníků denně. Samozřejmě i nový systém musí plně respektovat zadaný počet zaměstnanců tak, aby jejich snížením nedošlo k zastavení výrobních linek. Proměnnou hodnotu počtu pracovníků se tedy

označí jako P_p – počet pracovníků. Samozřejmě mohou nastat situace, že jak podle nového systému, tak podle starého systému vyjde stejný počet pracovníků, tedy žádný pracovník se šetřit nebude. Ovšem může nastat i taková situace, kdy se počet pracovníků liší o dva pracovníky oproti starému systému. Ve výsledku je tedy reálné mluvit o průměrné úspoře jednoho pracovníka na jednu směnu.

Další nedílnou součástí, která má vliv na chod celého nového systému odvodu hotových výrobků, je doba tahače, kterou tahač stráví ve výrobních prostorách. Tahač se ve výrobních prostorách vyskytuje při rozvozu prázdných balení k jednotlivým linkám a naopak při odebírání plných balení a jejich následnému odvozu do skladu. Základní vstup do nového systému bude počítat, že v každé jízdě tahače bude přivezeno šest prázdných balení a následně bude odvezeno šest plných balení. Je nutné v časovém příspěvku počítat s manipulací dvanácti balení a paušálem na dobu jízdy mezi jednotlivými výrobními linkami. Tahače jsou z bezpečnostních důvodů nastaveny na rychlost 6 km/ h. Čas tahače strávený ve výrobě lze tedy označit takto $Č_v$- čas tahače ve výrobě.

Podobně jako čas strávený ve výrobě se musí počítat čas strávený vykládkou plného balení a nakládkou balení prázdného v prostorách skladu. Pokud se opět bude uvažovat situace, že tahač přiveze šest plných balení a bude odvážet šest prázdných balení, bude zapotřebí počítat s časem na přesun dvanácti balení a s časem na jízdu vysokozdvižných vozíků k expedičním rampám a do regálů pro prázdné balení. Tento čas bude označen indexem $Č_s$- čas tahače ve skladu. Sečtením času tahače ve výrobě a času tahače ve skladu vznikne čas jedné obrátky tahače. Tento čas obrátky vypovídá o možném počtu jízd tahače za jednu hodinu. Tedy $Č_o$- čas obrátky tahače.

3.1.3 Výpočet nového systému odvodu hotových výrobků

Nový systém odvodu hotových výrobků je počítán na základě teorie hromadné obsluhy – systému M/M/1/∞. Byly pečlivě analyzovány všechny vstupní požadavky a neurčitosti systému. Díky nashromážděným datům se může stanovit matematický model nového systému. Jednotlivé parametry pro výpočet jsou zadány následovně:

- počet požadavků na prázdné balení: $\lambda = 107\ [\mathrm{ks/\ h}]$
- kapacita vozíku: $K_v = 6\ [ks]$
- čas tahače ve výrobě: $Č_v = 9\ [min]$
- čas tahače ve skladu: $Č_s = 3\ [min]$
- počet pracovníků: $P_p = 4$

Pro zjištění parametru μ - počtu požadavků, které je systém schopný obsloužit za jednu hodinu (*Ks/ h*), je třeba dosadit všechny proměnné do rovnice č. 8.

$$\mu = \frac{60}{(\check{C}_v + \check{C}_s)} * P_p * K_v \quad (8)$$

Po dosazení proměnných do rovnice 8, bude hodnota počtu požadavků, které je systém schopný obsloužit na *μ=120 [ks/ h]*. Aby takto zadaný systém mohl spolehlivě fungovat, musí pracovníci obsluhy dodržovat časy strávené ve výrobě a ve skladu. Časy odjezdů tahačů ze skladu jsou uvedeny v tabulce č. 13.

Tabulka 13 - Časy odjezdů tahačů ze skladu; Zdroj [Autor]

Číslo vozíku/ Obrátka	1	2	3	4	5
Tahač 1	0:00	0:12	0:24	0:36	0:48
Tahač 2	0:03	0:15	0:27	0:39	0:51
Tahač 3	0:06	0:18	0:30	0:42	0:54
Tahač 4	0:09	0:21	0:33	0:45	0:57

Jako první se musí při návrhu nového systému zjistit, zdali má vůbec smysl řešit dále takto navrhnutý systém. Pokud by do systému přicházelo více požadavků, než kolik je schopný obsloužit, je nutné systém optimalizovat. Pokud by ovšem už nešla dál snižovat doba pobytu tahače ve výrobě a ve skladu, personální obsazení a počet vozíků za tahačem by též nemohlo růst, museli bychom akceptovat i nestabilizovaný systém, s tím že k maximální produkci na všech linkách by docházelo výjimečně. Zde by se naskytovala spolupráce s plánovači výroby, aby i přes požadavky zákazníka vytvářely takový plán, který by znemožňoval souběžnou maximální produkci na všech linkách. V nově navrhnutém systému se tyto otázky řešit nemusí, neboť prostým porovnáním lze určit, že počet požadavků na obsluhu je menší než kapacita obsluhy, tedy že $\lambda < \mu$.

Systém je tedy stabilní, proto je možné vypočítat charakteristiky systému:

Průměrný počet požadavků v systému (fronta + linka)

$$E[X] = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{107}{120 - 107} = 8{,}23$$

Průměrný počet požadavků ve frontě

$$E[F] = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{1 - \frac{\lambda}{\mu}} = \frac{0{,}8}{0{,}11} = 7{,}4$$

Průměrná doba čekání v systému (fronta+linka)

$$E[W_x] = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{120 - 107} = 0{,}077$$

Průměrná doba čekání ve frontě

$$E[W_f] = \frac{\lambda}{\mu\,(\mu - \lambda)} = \frac{107}{120 * (120 - 107)} = 0{,}069$$

Využití systému

$$E[S] = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{107}{120} = 0{,}89$$

Z výše uvedených vztahů mají nejvyšší vypovídající hodnotu charakteristiky pro průměrný počet požadavků ve frontě, který je 7,4 požadavku. Dále pak průměrná doba čekání požadavku ve frontě, což je 4 minuty 8 sekund. Celkové využití systému je 89 %.

3.2 Technologické přestávky

Při návrhu nového systému se musí počítat i technologickými přestávkami, které plynou z platných zákonů České republiky, zejména pak ze zákoníku práce[3]. Každý zaměstnanec má v průběhu osmihodinové směny právo na půlhodinovou přestávku. V Automotive lighting je doba odpočinku pro zaměstnance rozdělena na desetiminutovou pauzu na svačinu a dvacetiminutovou pauzu na oběd. V době přestávky je linka odstavena a nevyrábí. V tomto období tedy úměrně klesá i počet požadavků na prázdné balení. Přestávky na pauzy nejsou zadány hromadně, ale každá linka má svojí určenou pauzu tak, aby nedocházelo k tvorbě front, zejména při pauzách na oběd. Rozdělení doby odpočinku je znázorněno v tabulce číslo 14.

[3] Zákon č. 263/2006 Sb.

Tabulka 14 - Rozdělení dob odpočinku; Zdroj [Autor dle 23]

	Ranní		Odpolední		Noční	
	svačina	oběd	večeře	svačina	večeře	svačina
Linka 1	08:40 - 08:50	11:40 - 12:00	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Linka 2	08:40 - 08:50	11:40 - 12:00	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Linka 3	08:40 - 08:50	11:40 - 12:00	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Linka 4	08:00 - 08:10	10:55 - 11:15	16:00 - 16:20	19:30 - 19:40	00:10 - 00:30	03:10 - 03:20
Linka 5	08:40 - 08:50	11:40 - 12:00	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Linka 6	08:15 - 08:25	11:15 - 11:35	16:15 - 16:35	19:45 - 19:55	00:15 - 00:35	03:15 - 03:25
Linka 7	08:50 - 09:00	12:10 - 12:30	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	01:00 - 01:20	03:30 - 03:40
Linka 8	08:50 - 09:00	12:10 - 12:30	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	01:00 - 01:20	03:30 - 03:40
Linka 9	08:00 - 08:10	10:55 - 11:15	15:55 - 16:15	19:30 - 19:40	00:00 - 00:20	03:00 - 03:10
Linka 10	08:00 - 08:10	10:55 - 11:15	15:55 - 16:15	19:30 - 19:40	00:00 - 00:20	03:00 - 03:10
Linka 11	08:55 - 09:05	12:00 - 12:20	17:00 - 17:20	20:30 - 20:40	01:00 - 01:20	03:55 - 04:05
Linka 12	08:55 - 09:05	12:00 - 12:20	17:00 - 17:20	20:30 - 20:40	01:00 - 01:20	03:55 - 04:05
Linka 13	08:15 - 08:25	11:15 - 11:35	16:15 - 16:35	19:45 - 19:55	00:15 - 00:35	03:15 - 03:25
Linka 14	08:50 - 09:00	11:55 - 12:15	16:55 - 17:15	20:20 - 20:30	00:55 - 01:15	03:50 - 04:00
Linka 15	08:20 - 08:30	11:20 - 11:40	16:20 - 16:40	19:50 - 20:00	00:20 - 00:40	03:20 - 03:30
Linka 16	08:40 - 08:50	11:25 - 11:45	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Linka 17	08:00 - 08:10	11:10 - 11:30	16:10 - 16:30	19:40 - 19:50	00:30 - 00:50	03:40 - 03:50
Linka 18	08:00 - 08:10	11:10 - 11:30	16:10 - 16:30	19:40 - 19:50	00:30 - 00:50	03:40 - 03:50
Linka 19	08:55 - 09:05	12:00 - 12:20	17:00 - 17:20	20:30 - 20:40	01:00 - 01:20	03:55 - 04:05

Pro bezproblémové fungování nového systému odvodu hotových výrobků je potřeba implementovat pauzy pro pracovníky, kteří jezdí na tahačích, tak aby se co nejvíce blížili pauzám výrobních linek. Jedině takto postavený systém pro dodržování zákonem daných technologických přestávek umožní skloubení výkyvů v poptávce po prázdném balení s lidskou sílou, která je v daný moment k dispozici. Pro pracovníky na tahačích tedy byla vytvořena tabulka č. 15, která zobrazuje časové rozpětí čerpání doby odpočinku. Doby pro čerpání odpočinku mezi jednotlivými pracovníky, jsou v minimálním odstupu 5 minut, tak aby si pracovníci stačili při příchodu a odchodu na pauzu sdělit informace vztahující se k výkonu jejich činnosti.

Tabulka 15 - Doby odpočinku pro navažeče; Zdroj [Autor]

	Ranní		Odpolední		Noční	
	svačina	oběd	večeře	svačina	večeře	svačina
Navažeč 1	8:40 - 8:50	11:40 - 12:00	16:40 - 17:00	20:10 - 20:20	00:40 - 01:00	03:40 - 03:50
Navažeč 2	8:00 - 8:10	10:50 - 11:10	15:50 - 16:10	19:30 - 19:40	23:50 - 00:10	03:00 - 03:10
Navažeč 3	8:55 - 9:05	12:05 - 12:25	17:05 - 17:25	20:30 - 20:40	01:05 - 01:25	03:55 - 04:05
Navažeč 4	8:15 - 8:25	11:15 - 11:35	16:15 - 16:35	19:40 - 19:50	00:15 - 00:35	03:40 - 03:50

3.3 Vizualizace nového systému

Vizualizace činností potřebných k výkonu práce je nezbytnou součástí návrhu každého nového projektu. Každý pracovník, který přijde do styku s novým systém, by měl intuitivně pochopit základní principy tohoto systému. To lze dokázat pouze uplatněním standardizovaných vizualizačních pravidel zavedených v celém podniku. K podpoře tohoto standardizačního postupu je v Automotive lighting využíván systém 5T. Tento systém pochází z Japonska a je plně implementován do struktury WCM. Metoda 5T je tedy složena z těchto japonských slov [10 a 24]:

- Tei-ji – fixní cesta
- Tei-ichi – fixní místo
- Tei-hyouji – standardizované značení
- Tei-ryou – fixní kvalita
- Tei-shoku – standardizované barvy

Pro nový systém odvodu hotových výrobků jsou především důležité body fixní cesty, fixního místa, standardizovaného značení a standardizované barvy. Pro pracovníky na tahačích je především důležité mít vyznačenou fixní trasu závozu. Fixní trasa závozu neznamená pouze mít vyznačenou trasu cesty, kterou budou vozit prázdné balení k linkám a plné balení zpět do skladu. Je nutné do tohoto vizualizačního schématu zaznačit povolené a zakázané směry jízdy. Pro vyšší bezpečnost je metoda 5T využívána jako vizualizační metoda oddělení pohybu strojního zařízení od pohybu ostatních pracovníků. Snaží se minimalizovat křižné body pracovníků a ostatní techniky, tak aby k nim vůbec nemuselo docházet, případně byli viditelně označené. Na zvláště kritických místech je možné přistoupit i k montáži zařízení oddělujících provoz techniky a pohyb pracovníků. Společně s vyznačením fixní cesty souvisí i vyznačení fixního místa. Fixní místo je definováno jako místo, na kterém je prováděn jeden z úkonů celého vlastního procesu. V případě nového systému odvodu hotových výrobků je jedno z fixních míst stanoveno ve skladu. Na tomto místě probíhá vykládka a nakládka plných a prázdných balení. Druhé fixní místo je pak určeno u konkrétní výrobní linky. U každé výrobní linky je určeno místo pro vykládku prázdných balení a nakládku plných balení. Tyto místa jsou u výrobních linek téměř totožná a proto je možné je spojit v jedno místo. Standardizované značení souvisí se standardizovanými barvami, neboť každé označení jakékoliv činnosti či požadavku musí být provedeno standardizovanými barvami. Příkladem standardizovaného značení standardizovanými barvami může být označení fixního místa pro příjem prázdného a odvod plného balení u výrobní linky. Příjem prázdného

balení je značen modrou barvou a výdej plného balení je značen zelenou barvou. Ke standardizovanému značení patří i popisky vizualizovaných oblastí. Tuto vizualizaci nejlépe dokumentuje obrázek číslo 15.

Obrázek 15 - Vizualizace výstupu a vstupu balení do výrobní linky; Zdroj [Autor]

Vizualizace pracoviště nemusí být pouze grafická. Pro lepší orientaci pracovníků na tahačích byly zakoupeny minutové odpočítávače času. Každý tahač je vybaven jedním zařízením. Odpočítávač je standardně nastaven na hodnotu 8 minut. Hodnota 8 minut byla volena s ohledem na délku procesu nutnou k vyložení a naložení prázdných a plných balení ve výrobní oblasti. Pracovník má povinnost zmáčknout časovač při každém výjezdu ze skladu. Spustí se mu odpočítávání doby pobytu ve výrobě. Pracovník tak může v každé fázi své pracovní činnosti kontrolovat zbývající čas na dokončení procesu a podle toho stanovit další postup. Po vypršení časového limitu je pracovník hlasitě upozorněn zvukovým signálem, který znamená, že by se měl v rámci další minuty dostavit do skladu. Pečlivé dodržování tohoto úkonu je nutnou součástí pro správné fungování nového systému odvodu hotových výrobků.

Vizualizovaný plán výrobní oblasti dle metody 5T je rovněž součástí výbavy každého tahače. Pro názornost je též uveden v příloze č. 5.

3.4 Simulace nového systému v programu Plant Simulation

Plant Simulation je software pro modelování, simulaci a optimalizaci výrobních systémů a procesů. Umožňuje optimalizovat tok materiálu, využití zdrojů logistiky pro všechny úrovně plánování ve společnosti od globálních zařízení přes lokální dílny až k výrobním linkám. Mezi hlavní výhody programu Plant Simulation patří [31]:

- simulace komplexního výrobního systému a strategie řízení
- objektově orientovaný, strukturovaný, hierarchický model dílny, včetně obchodu, logistiky a výrobních procesů
- aplikační knihovna objektu pro rychlé a efektivní modelování typických scénářů

Program Plant Simulation byl v rámci simulace nového systému použit pro ověření vypočtených dat z kapitoly 3.1.3. Dále simulace v programu Plant simulation probíhala z důvodu analýzy dopadu na další části logistického systému zavedeného v Automotive lighting. Jednalo se především o dopad na celkový provoz techniky ve výrobní oblasti a ve skladu z důvodu možných vzájemných blokací. Simulací, která byla naprogramována na 30 dní výroby, bylo zjištěno, že v rámci snížení jednoho tahače dojde k zlepšení propustnosti techniky ve výrobní oblasti a zároveň nedojde k zastavení výrobní linky z nedostatku prázdného balení. Výstup ze simulace je uveden na obrázku 16, kde je zřetelně znázorněno, že nový systém pro odvod hotových výrobků je stabilní.

ID linky	Doba naplnění balení [min]	Max. počet balení za hodinu [ks]	Počet prázdných balení v dráze [ks]	Počet plných balení v dráze [ks]	Počet právě plněných balení [ks]	Prostoj [min]	
Linka 1	10	6	4	0	1	0	Ok
Linka 2	10	6	3	1	1	0	Ok
Linka 3	12	5	2	0	1	0	Ok
Linka 4	12	5	3	1	1	0	Ok
Linka 5	12	5	3	1	1	0	Ok
Linka 6	10	6	2	0	1	0	Ok
Linka 7	10	6	7	1	1	0	Ok
Linka 8	10	6	3	0	1	0	Ok
Linka 9	12	5	2	0	1	0	Ok
Linka 10	10	6	5	1	1	0	Ok
Linka 11	8	7	4	0	1	0	Ok
Linka 12	10	6	4	1	1	0	Ok
Linka 13	12	5	3	0	1	0	Ok
Linka 14	12	5	3	0	1	0	Ok
Linka 15	10	6	3	0	1	0	Ok
Linka 16	10	6	3	0	1	0	Ok
Linka 17	10	6	4	0	1	0	Ok
Linka 18	15	4	3	0	1	0	Ok
Linka 19	10	6	0	0	1	0	Ok

Obrázek 16 - Výstup z programu Plant Simulation; Zdroj: [Autor]

3.5 Ověření nového systému v provozu

Teoretický výpočet nového systému a jeho následná simulace v programu Plant Simulation vyhodnotí, zdali lze nový systém začlenit do stávajícího chodu závodu. Před uvedením do běžné praxe se musí systém otestovat v takzvaném zkušebním režimu. I v době dnešních velmi vyspělých simulačních nástrojů a výpočetní techniky není možno plně odhadnout chování lidského faktoru, který do výpočtu může vnést značné odchylky. Ověření nového systému ve zkušebním provozu je provedeno formou cvičného testu. Ve čtrnácti dnech, ve kterých tento test probíhá, se objeví nedostatky systému a je možnost je operativně řešit a vyhodnocovat. Každý takovýto test má svoji náběhovou křivku. Není možné v lidských silách při zavádění nového systému mít ihned plný výkon. Pracovník nejdříve musí systém dostatečně pochopit a naučit se ho. Proto se první tři dny testovacího provozu sledují ve zvláštním režimu a jsou hodnoceny individuálně na základě dobré inženýrské praxe vedoucích dotčených oddělení. Po prvních třech dnech testování ve zvláštním režimu by pracovníci měli začít pracovat samostatně a vyvarovat se chyb, které by měli kritický dopad na chod systému.

Při testovacím provozu nového systému je počet pracovníků nastaven tak, jak by tomu mělo být v případě implementace systému do sériové podoby. Z bezpečnostních důvodů je ovšem k dispozici počet pracovníků a techniky dle starého konceptu. Toto bezpečnostní opatření slouží k rychlému opětovnému zavedení starého systému při selhání nového systému tak, aby nebyla ohrožena výroba na výrobních linkách. Testovacího provozu se účastní jeden až dva vedoucí pracovníci, kteří nejen dohlíží na chod systému, poskytují v nejasných situacích rady zaměstnancům, ale hlavně vypracovávají protokol o měření. V protokolu o měření jsou uvedeny všechny důležité informace o stavu chodu systému a následně se po skončení testovacího provozu vyhodnocují. V případě opakování se některé mimořádné situace je uskutečněna porada formou brainstormingu, kde se daná mimořádnost diskutuje a řeší. Všechny podstatné a na chod systému nejvíce dopadající problémy musí být bezpodmínečně vyřešeny do začátku zavedení sériového provozu. Vyhodnocení všech mimořádných událostí, které se stanou při testovacím provozu, společně s výstupem ze simulačního programu se před zavedením sériového provozu hodnotí s vedením společnosti. Na základě těchto dat se vedení společnosti rozhodne, zdali je nový systém natolik stabilní, že může být zaveden.

3.6 Vytvoření standardního operačního postupu

Po odsouhlasení nového systému managementem společnosti musí být vytvořen standardní operační postup pro každou pozici, které se nový systém týká. Pouze takto jasně stanovená pravidla umožňují budoucí kontrolu správnosti plnění úkolů na dané pozici. Standardní operační postup musí zahrnovat všechny činnosti, ke kterým může v průběhu výkonu docházet. Jedná se o pomocný materiál pro pracovníky, který jim umožňuje vyvarovat se chyb. Každý zaměstnanec na dané pozici, pro kterého byl standardní operační postup vytvořen, musí po jeho přečtení a plném pochopení tento dokument podepsat. Svým podpisem tedy stvrzuje, že se zavazuje vykonávat svoji práci dle činností uvedených v SOP. Pokud by takovýto dokument neexistoval, pracovníci by nemohli být podle ničeho hodnoceni, neboť by se muselo hodnocení provádět na základě dojmů jejich nadřízeného pracovníka. Tímto systémem by docházelo k situacím, kdy si pracovník nebo i jeho nadřízení vedoucí mohou myslet, že jednají, či nejednají správně a přitom by nebylo stanoveno základní pravidlo, které by potvrdilo nebo vyvrátilo tvrzení jedné anebo druhé strany [10].

Standardní operační postup ovšem není jen pouhým dokumentem pro kontrolu správnosti vykonávané činnosti. Slouží i pro nově příchozí zaměstnance, tak aby byli schopni v co nejkratší době pochopit vykonávanou činnost a tím zamezili vzniku škod. Pouze při ústním vysvětlení by mohlo docházet k mylným pochopením. Proto je papírová podoba s množstvím obrazového materiálu jedinou vhodnou možností, jak pracovníky seznámit s náplní jejich práce. SOP pracovníků nejen určuje, co mají dělat, ale také je zároveň chrání. Pokud pracovník dělá vše podle SOP, pak při vzniku mimořádné události, je chráněn od postihů vedoucích k jeho potrestání, neboť dané situaci nemohl zabránit prostým dodržováním základních požadavků uvedených v SOP.

Ve zkušebním provozu je pracovníkům předložen návrh SOP a po celou dobu provozu zkušebního provozu je možné tento SOP měnit. Tento princip slouží hlavně k odstranění přebytečných, či doplnění dalších potřebných informací pro pracovníky. V případě změny SOP při testovacím režimu jsou pracovníci proškoleni tvz. jednorázovou lekcí (z anglického One Point Lesson). Jak už z názvu plyne, jednorázová lekce slouží k okamžitému poučení pracovníků novou informací. Tato nová informace z OPL musí být do 48 hodin zanesena do standardního operačního postupu a předána k podpisu.

Standardní operační postup nového systému odebírání hotových výrobků pro navažeče je uveden v příloze č. 6.

3.7 Akceptační protokol

Akceptace je proces získávání formálního souhlasu řídicích a kontrolních struktur projektu s tím, že dodávané výstupy mají požadovanou kvalitu. Akceptace v sobě obsahuje vyjádření, že na dodávané výstupy není potřeba vynaložit žádnou další práci a že byly dosaženy cíle dle plánu projektu. V akceptačním protokolu musí být tedy uvedeny i akceptační kritéria. Pro nový systém odvodu hotových výrobků byla nastavena následující akceptační kritéria [32]:

- úspěšná simulace v programu Plant Simulation
- úspěšné ověření systému v provozu
- vyřešení všech kritických bodů z měřících protokolů
- vytvoření SOP pro dotčené zaměstnance

Podpisem akceptačního protokolu stvrzují obě strany převzetí nového systému odvodu hotových výrobků do sériové podoby a tím plnou zodpovědnost nad jeho kontrolou a provozem. Akceptační protokol je uveden na obrázku č. 17.

Akceptační protokol - ALCZ	
Název projektu:	Nový systém odvodu hotových výrobků - AL-JI-LOG-2.27
Vypracoval:	Tomáš Beneš - LOG 2 Nové projekty
Příjemce:	LOG 2 - Sériová logistika
Akceptační kritéria:	

Nový systém odvodu hotových výrobků byl ověřen v simulačním nástroji Plant SIM bez zhoršení podmínek souběžných procesů.

Při ověření nového systému odvodu hotových výrobků v testovacím období nedošlo k zastavení výrobních linek.

Všechny podmětné body z měřících protokolů byly zpracovány a vyřešeny.

V době podpisu akceptačního protokolu byly vytvořeny a předány SOP pro všechny dotčené pracovníky.

Akceptuji*		**Neakceptuji***

* Nehodící se šktněte

Obrázek 17 - Akceptační protokol; Zdroj [Autor]

4 Provozní a ekonomické vyhodnocení

Aby nový systém odvodu hotových výrobků plnil požadované parametry, je nutné změnit časy nakládky, vykládky a čas pobytu tahače ve výrobě. V této kapitole jsou tedy uvedeny technické a provozní změny, které slouží k stabilní funkci nového systému.

Každá změna, která se v rámci Automotive lighting vykoná, musí být nákladově vyčíslena. Může se jednat o změny, které nemají přímý dopad na finance, ale svojí funkcí zabraňují vzniku možných situací s finančním dopadem na chod firmy. V tomto případě se jedná o nepřímé výnosy. Pokud změna vyvolá snížení počtu pracovníků nebo výrobní techniky, považuje se za přímý výnos. Celkový výnos dané změny se tedy skládá z přímého a nepřímého výnosu. Management každé firmy, tedy i management Automotive lighting, zajímá celkový výnos společně s celkovými náklady, aby se mohl na základě těchto údajů rozhodnout pro implementaci systému, či nikoliv. Každá změna provozního uspořádání přináší podle způsobu provedení zisk, nebo naopak ztrátu. V určitých případech může provozní změna k lepším výsledkům znamenat pro svojí implementační náročnost ekonomickou ztrátu. Z těchto důvodů je žádoucí sledovat oba ukazatele a jejich vzájemný vliv.

4.1 Provozní vyhodnocení

Pro provozní vyhodnocení je důležité porovnání nového systému odvodu hotových výrobků se systémem starým a tím poukázat na nové prvky, které se v provozu musely zavést tak, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků. Provozními prvky je potřeba rozumět dílčí technické operace, které se vyskytují v celém procesu nového systému. Tyto technické operace jsou:

- systém obsluhy výrobních linek
- plánování počtu pracovníků
- systém procesů ve skladu
- systém objednávání prázdných balení

Nedílnou součástí této podkapitoly musí být celkové porovnání chodu nového systému odvodu hotových výrobků oproti systému předešlému. Jedná se zejména o sledování časů dodání prázdných balení k výrobním linkám.

4.1.1 Systém obsluhy výrobních linek

Pro dodržení nově nastavených parametrů časů tahače ve skladu (3 minuty) a ve výrobě (9 minut), je nutné zavést oproti starému systému jiný způsob využití počtu pracovníků a počtu techniky. Pro starý systém bylo zavedeno pravidlo, že každý pracovník má pevně přiřazený tahač, na kterém vykonává svojí činnost po celou pracovní dobu. Zde ovšem vzniká neproduktivní čas pracovníka v době stání ve skladu z důvodu vykládky a nakládky plných a prázdných balení. Pracovník pouze čeká, až bude tahač složen a naložen. V rámci jednoho pracovníka na jedné obrátce se jedná o přibližně 2 minuty, kdy pracovník nevykonává pro firmu přidanou hodnotu. Celková doba ve skladu jsou 3 minuty, ale 1 minutu je nutné odečíst na provedení technologických operací v rámci systému. Reálná nepřidaná hodnota pracovníka jsou 2 minuty. Zavedením nového systému by se měl každý pracovník za 1 hodinu vystřídat ve skladu celkem pětkrát. Aktivní doba zaměstnance na směně činní 7 hodin a 30 minut. Dvě minuty ztráty v každém otočení ve skladu znamená při 5 otočeních 10 minut nepřidané hodnoty za hodinu. Při 7,5 hodinové směně by byl pracovník z celkového pracovního času 75 minut nevyužitý. Pro 4 pracovníky na směně by poté celková doba nepřidané hodnoty výkonů byla 300 minut, což je 5 hodin neboli ¾ pracovní doby jednoho pracovníka. Jedná se tedy o velmi závažné plýtvání produktivním časem.

Nový systém je navržený tak, aby vzniku nepřidané hodnoty pracovníků zamezil. Zásadní změnou oproti starému systému je, že pracovník nemá pevně přidělený tahač. V praxi tento systém funguje tak, že je k vždy k dispozici o jeden tahač více, než je počet pracovníků. Pracovník, který přijíždí do skladu s plně naloženým tahačem plných balení, provede technologické úkony, které jsou nutné pro expedici těchto balení, a přesedá na tahač, který je naložen prázdnými baleními a může ihned odjet. Tímto způsobem se nikterak nezhoršují počty otáček tahačů ve skladu a tedy jejich přepravní výkon.

Pracovníci na VZV poté mají 3 minuty k vyložení a naložení právě přistaveného tahače. Nově naložený tahač prázdnými baleními je poté připraven pro odjezd k výrobním linkám. Jelikož plný tahač zastaví vždy na místě za tahačem naloženým prázdnými baleními, je nutné, aby obsluha VZV po naložení prázdných balení na tahač, přistavila do místa určujícího jeho připravenost pro odjezd do výroby. Tento nový systém obsluhy je graficky znázorněn v příloze č. 7. Hlavní výhodou tohoto nového systému je, že všechny činnosti na sebe plynule navazují. Pokud na sebe činnosti plynule navazují, pak není prostor pro vznik doby nepřidané hodnoty, kterou je pro dosáhnutí co nejlepších výsledků nutné minimalizovat.

4.1.2 Plánování počtu zaměstnanců

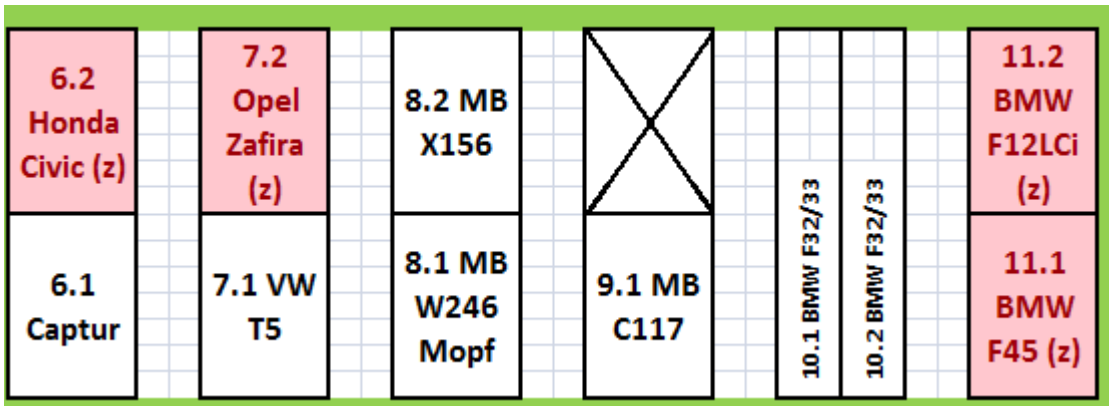
Při změně systému odvodu hotových výrobků se musí náležitě přizpůsobit systém plánování pracovníků pro tuto činnost. Předchozí systém plánování pracovníků je popsán v kapitole 1.7.5. Starý systém nemohl být využit pro nový systém z důvodu odlišného způsobu zavážení a tedy i odlišnému přepravnímu výkonu jednotlivých tahačů. Plánování počtu pracovníků na nadcházející týden probíhá vždy ve čtvrtek. Jedná se tedy o týdenní plánování počtu pracovníků. Týdenní systém je zaveden z důvodu pružnější reakce na aktuální stav poptávky zákazníků po předních světlometech. Plánují se pouze pracovní dny pondělí až pátek. Svátky, soboty a neděle se plánují zvlášť v pátek a to z důvodu výkyvů ve výrobním programu za celý týden v závislosti na celkovém požadavku od zákazníka a stavu zásob. Výrobní linky, které jsou v provozu ve svátky, soboty a neděle, jsou v malém počtu a fungují ve zvláštním režimu. K zajištění fungování těchto linek obvykle stačí jeden tahač a nový systém by zde neměl žádné uplatnění.

Nový systém plánování počtu zaměstnanců tedy vychází z plánu výroby na výrobních linkách, který sestavují logističtí plánovači. Ti mohou na jednotlivé linky a směny plánovat výrobu po celou směnu, nebo na půl směny, či výrobu dvanáctihodinovou. S těmito podmínkami je nutné počítat při tvorbě plánovacího souboru, jelikož dvanáctihodinová směna znamená potřebu výroby v rámci dvou směn. Pokud je plánována poloviční směna, nemá to vliv na celkový počet potřebných zaměstnanců, jelikož se s ní počítá jako s výrobou na celou směnu. Vstupní informace o výrobě jednotlivých linek jsou uvedeny na obr. 18.

Název linky	Pondělí			Úterý			Středa			Čtvrtek			Pátek		
	N	R	O	N	R	O	N	R	O	N	R	O	N	R	O
Výroba ALCZ - Linka 1	1	12		12	1		1	12		12	1		1	1	
Výroba ALCZ - Linka 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 4	1	1		1			1			1			1		
Výroba ALCZ - Linka 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 6	1	0		1	0		1	0			1			1	
Výroba ALCZ - Linka 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 8	1			12			1			12			1		
Výroba ALCZ - Linka 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Výroba ALCZ - Linka 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba ALCZ - Linka 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba v ALCZ - Linka 14	1	0		12	0		1	0		12	0		1	0	
Výroba v ALCZ - Linka 15	1	1		1	1		1	1		1	1		1	1	
Výroba v ALCZ - Linka 16		1	1		1	1		1	1			1		0	1
Výroba v ALCZ - Linka 17	1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1
Výroba v ALCZ - Linka 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Výroba v ALCZ - Linka 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Obrázek 18 - Vstupní informace o výrobě; Zdroj [Autor]

Od počtu aktivních výrobních linek na jednotlivých směnách se poté odvíjí počet zaměstnanců potřebných pro jejich obsluhu. V nově vytvořeném plánovacím souboru jsou aktivní výrobní linky převedeny na maximální možnou potřebu balení na těchto linkách. Tyto jednotlivé potřeby balení jsou poté sečteny a podle jejich celkového teoretického počtu je stanoven počet tahačů, které je nutné v dané směně obsluhovat. Na obr. 19 je příklad grafického znázornění počtu aktivních a neaktivních linek na dané směně. Červeně označené linky nejsou aktivní.



Obrázek 19 - Grafické znázornění aktivních linek; Zdroj: [Autor]

Návrh celého nového systému odvodu hotových světel byl koncipován tak, aby byl funkční i v případě, že všechny výrobní linky budou produkovat své nejjednodušší verze světlometů a tedy budou mít největší potřebu na prázdná balení. Při maximálním vytížení výrobních linek tedy bude dle kapitoly 3.1.3 zapotřebí 4 tahačů.

Plánovací soubor tedy určuje počet tahačů dle počtu požadavků na balení. Teoretické počty možných dodávek prázdných balení a tím potřeby tahačů, jsou sníženy tvz. bezpečnostní pojistkou, která zamezuje přiblížení maximálnímu počtu požadavků s maximálním možným přepravním výkonem. Vše je uvedeno v tabulce č. 16.

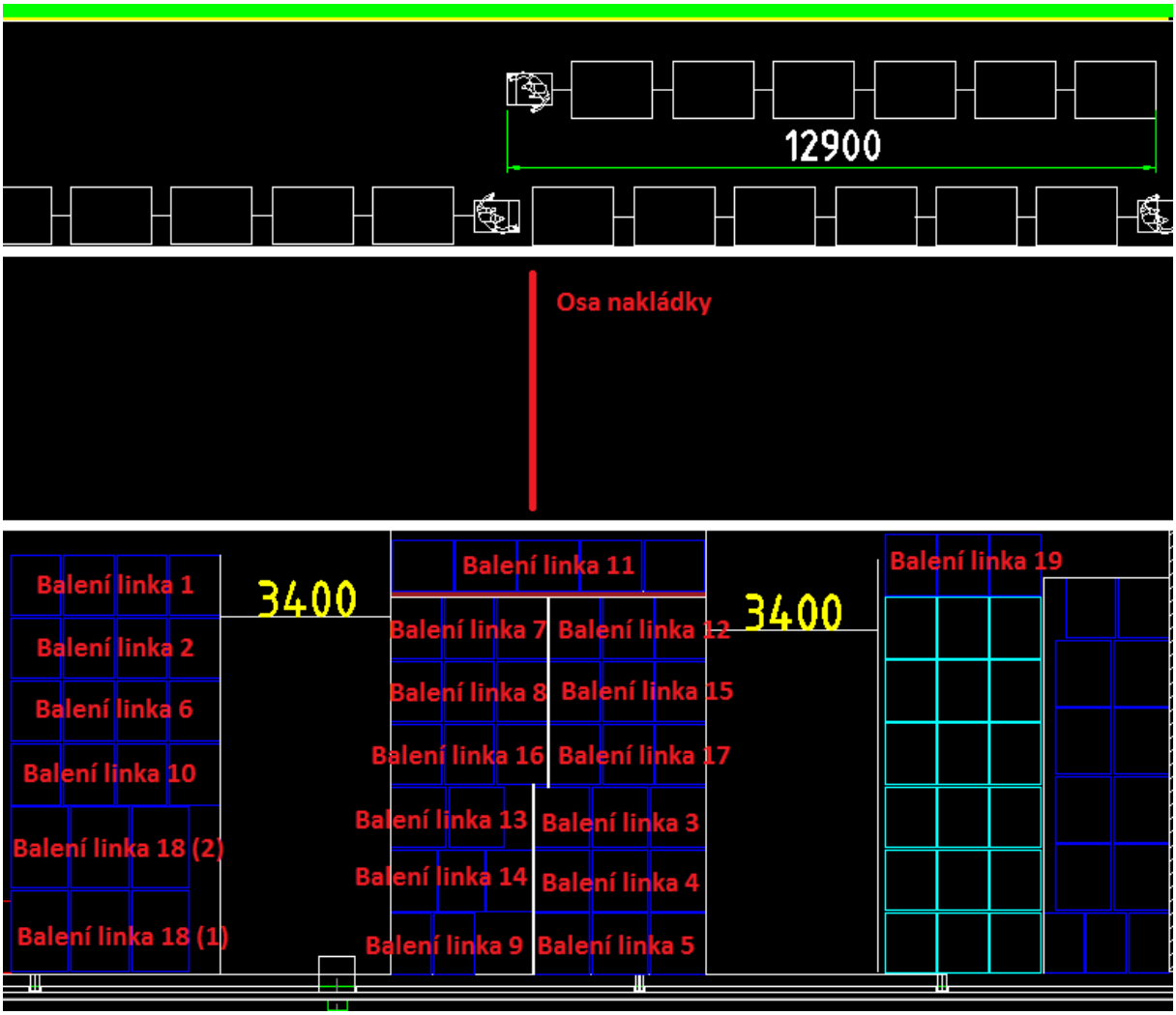
Tabulka 16 - Bezpečnostní hranice pro plánování počtu tahačů a pracovníků; Zdroj [Autor]

Bezpečnostní hranice od [ks/ h]	Počet tahačů	Počet pracovníků
(84;120>	4	3
(54;84>	3	2
53 a méně	2	1

4.1.3 Systém procesů ve skladu

Systém procesů ve skladu se musel zavedením optimalizovaného způsobu zavážení změnit. Pro dodržení požadovaného času na vykládku a nakládku plných a prázdných balení bylo nutné zavést pozici třetího pracovníka na VZV, který se věnuje pouze nakládce prázdných balení na tahač. Tento nový pracovník má též za úkol popojíždět s tahačem z místa pro vykládku a nakládku do místa označujícího jeho připravenost pro odjezd do výroby. Tento systém je tedy velice úzce propojen se systémem obsluhy výrobních linek uvedeným v kapitole 4.1.1.

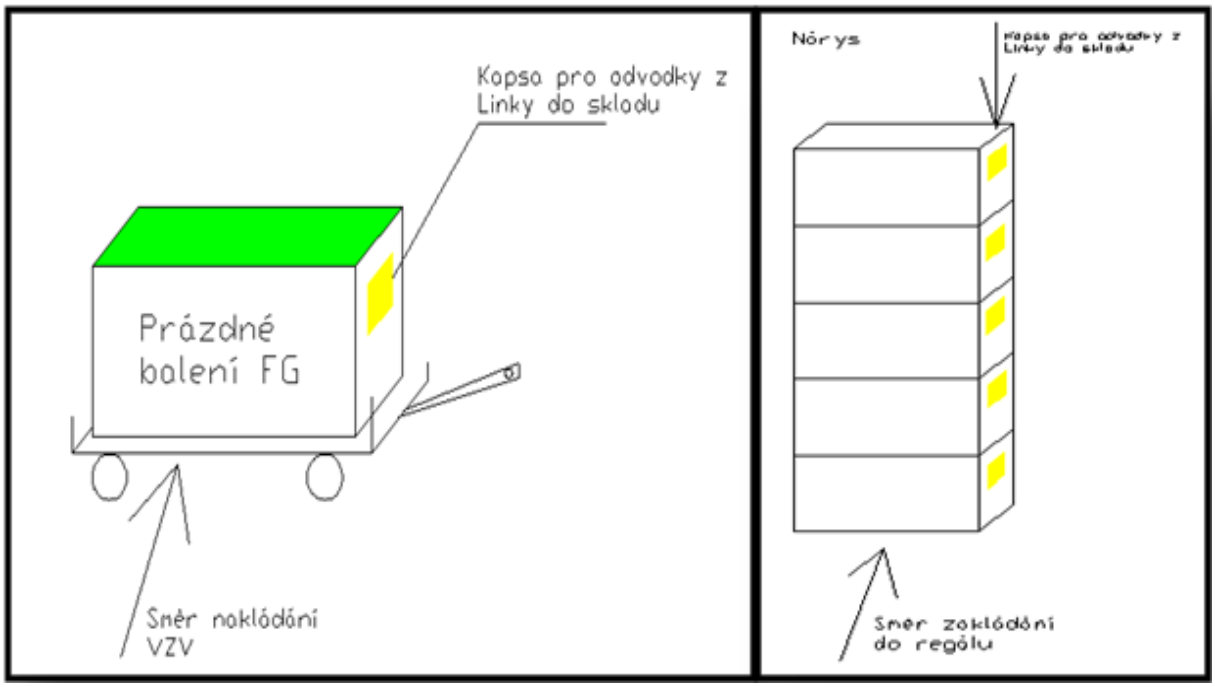
Druhou změnou procesu ve skladu je změna layoutu uskladnění prázdných balení. Layout prázdných balení byl přestavěn tak, aby obaly pro linky, které mají největší počet požadavků, byly umístěny co nejblíže středové ose nakládky na tahače. Touto změnou se zkrátil čas potřebný k naložení prázdných balení na podvozky za tahače. Nově vytvořený layout polohy prázdných balení je uveden na obrázku číslo 20.



Obrázek 20 - Nový layout prázdných balení; Zdroj: [Autor]

Třetí změnou systému procesů ve skladu je nový způsob stohování prázdných balení do vytvořeného layoutu. Důvodem zavedení této změny byl nestandardizovaný způsob uchycení obálkových kapes na baleních. Do těchto kapes se vkládají odvodky z výrobních linek, kde na čárovém kódu jsou uvedené veškeré potřebné informace o uložených světlometech v balení. V prostoru skladu poté ještě dochází k jejich potvrzení, které znamená, že balení bylo dopraveno do skladu a připraveno k expedici. Po naložení takto potvrzených balení na kamion a jejich cesty do vyrovnávacího skladu požadovaných zásob od zákazníka, jsou vyloženy v tomto meziskladu. Zde z technologických důvodů je nutné mít balení otočené tak, aby kapsa s odvodkou byla na pravé straně balení při vykládce balení z kamionu. Pokud musí být kapsa s odvodkou při vyložení kamionu na pravé straně, je nutné balení s kapsou na odvodku naložit, tak aby kapsa již při nakládce byla na pravé straně. Ovšem při vykládání plných balení z podvozků museli pracovníci na VZV kontrolovat, zda je kapsa s odvodkou na pravé straně a v případě, že není, museli provést další manipulaci s balením, aby ho otočili a k expediční rampě dovezli na pravé straně. Obě tyto činnosti, kontrola a případná manipulace, zdržovaly pracovníky VZV v jejich práci.

V novém systému jsou již prázdná balení ve sladu stohována tak, aby kapsy na odvodky byly již na pravé straně balení. Pokud pracovník takto setříděná prázdná balení nakládá na podvozky, je zaručeno, že se plné balení vrátí s kapsou na odvodku na pravé straně. Během přepravy prázdných balení na výrobní linku a následné jejich plnění nemá vliv na stranové přetočení umístění odvodky. Vizualizace tohoto řešení je uvedena na obrázku č. 21.



Obrázek 21 - Vizualizace umístění prázdných balení s odvodkami na pravé straně; Zdroj: [Autor]

4.1.4 Systém objednávání prázdných balení

Nový systém odvodu hotových výrobků s sebou nese změnu v požadavku na objednávání prázdných balení výrobními linkami. Při starém systému byli příslušní pracovníci po vytisknutí odvodky pro plné balení dotázáni, zdali si přejí objednat další balení. Tento systém je ovšem neefektivní a pracovníky nenutí si balení ihned objednat, popřípadě jim dovolí v krátkém sledu objednat dva a více kusů balení. Tímto nevyrovnaným způsobem objednávání balení se poté požadavky na prázdná balení hromadí, či v opačném případě vůbec nevyskytují. Případ hromadění požadavků je pro provoz horší z důvodu, že požadavky na prázdná balení se berou podle vozíků, které jsou na tahači k dispozici a dále systémem FIFO. Systém FIFO znamená z anglického překladu slovní spojení: „první přišel, první odešel“. V případě požadavků na balení tento systém zaručuje, že požadavek, který tiskárna vytiskla s nejstarším časem, musí pracovník zpracovat jako první. Systém FIFO zaručuje, že požadavky jsou vyřizovány dle toho, jak přicházely od výrobních linek. V momentě, kdy některé výrobní linky začnou objednávat nevyváženě, způsobí, že svými požadavky ohrozí i chod linek, které objednávají standardním způsobem, protože jejich požadavky byly do systému přijaty dříve. Než se pracovník systémem FIFO a kapacitou podvozků dostane k požadavkům, které byly zadány správně, může dojít k hraniční situaci pozdního dodání prázdného balení k příslušné lince. Takovémuto způsobu objednávání prázdných balení je třeba zabránit a tím zlepšit časy dodání prázdných balení od časů jejich objednání [26].

Nový systém je téměř totožný se systémem starým. Byly na něm udělány pouze dílčí úpravy. Při vytváření odvodky pro plné balení systém požaduje dřív, než se dokončí proces tvorby odvodky, objednání nového balení. Pokud pracovník nové prázdné balení neobjedná, pak nemůže dokončit tvorbu odvodky pro balení plné. Tento vložený mezikrok dostatečně zabraňuje pracovníkům objednávat balení dle jejich uvážení. Samozřejmě je počítáno se situacemi, kdy je potřeba objednat nové prázdné balení aniž by bylo stávající balení plně zkompletováno. Jde především o situace, kdy je balení poškozeno, či je nutné změnit výrobu typu světlometu za jiný a balit ho do jiného balení. Tuto pravomoc má mistr výrobní linky. Takové případy se ovšem vyskytují zcela výjimečně. Druhou úpravou je hlídání systému, který druh světlometu linka vyrábí a teoretická doba naplnění jednoho balení. V praxi opatření znamená, že pracovník nemůže objednat pro verzi světlometu, která se má kompletovat 15 minut, prázdné balení po např. 8 minutách. Systém však eviduje i počet vyrobených světlometů, a pokud je linka rychlejší a má vyrobený počet světel dle počtu kusů v balení, systém podmínku zruší a pracovník může standardně objednat balení nové. Výsledkem je celková harmonizace objednávání požadavků na prázdné balení.

4.1.5 Dopad provozních změn

Provozní změny, které byly uskutečněny v rámci nového systému odvodu hotových výrobků, jsou navrženy pro celkovou harmonizaci toku prázdných balení k výrobním linkám a zpět. Při objednávce prázdného balení výrobní linkou je v systému tento požadavek zaznamenán a fyzicky je vytisknut ve skladu. Od tohoto okamžiku je nutné prázdné balení dovézt do 20 minut[4] k výrobní lince. Před naložením prázdného balení na podvozek je požadavek potvrzen a systém zapíše čas potvrzení. Veškeré potvrzení výdejek by se při správné funkci celého systému mělo uskutečnit právě do těchto 20 minut. Sledování časů vytvoření požadavků a potvrzení těchto požadavků je nutné sledovat a vyhodnocovat. Při hodnocení se musí zohlednit počet požadavků za hodinu. Nelze porovnávat dohromady směny, na kterých byla výroba menší a tím i menší počet požadavků, tedy zvládnutí potvrzení těchto požadavků nečinní takové problémy jako při maximální možné výrobě, kdy se možné problémy nejvíce zviditelní. Pro hodnocení byly vybrány 2 týdny s podobným počtem požadavků na ranní směně, přičemž jeden týden je z období před zavedením nového systému odvodu hotových výrobků a druhý týden je po zavedení nového systému. Pro vyhodnocení provozního řešení byla stanovena přísnější hodnota času potvrzení požadavku na 15 minut. Data z náhodně vybraného týdne před zavedením nového systému jsou uvedena v tabulce č 17. Data po zavedení nového systému jsou uvedena v tabulce č. 18.

Tabulka 17 - Data před zavedením nového systému; Zdroj: [Autor]

Den v týdnu	Počet požadavků [ks]	Počet požadavků potvrzených nad 15 minut [ks]
Pondělí	487	23
Úterý	493	12
Středa	502	17
Čtvrtek	472	8
Pátek	494	14

Tabulka 18 - Data po zavedení nového systému; Zdroj: [Autor]

Den v týdnu	Počet požadavků [ks]	Počet požadavků potvrzených nad 15 minut [ks]
Pondělí	492	0
Úterý	513	1
Středa	507	0
Čtvrtek	495	0
Pátek	502	0

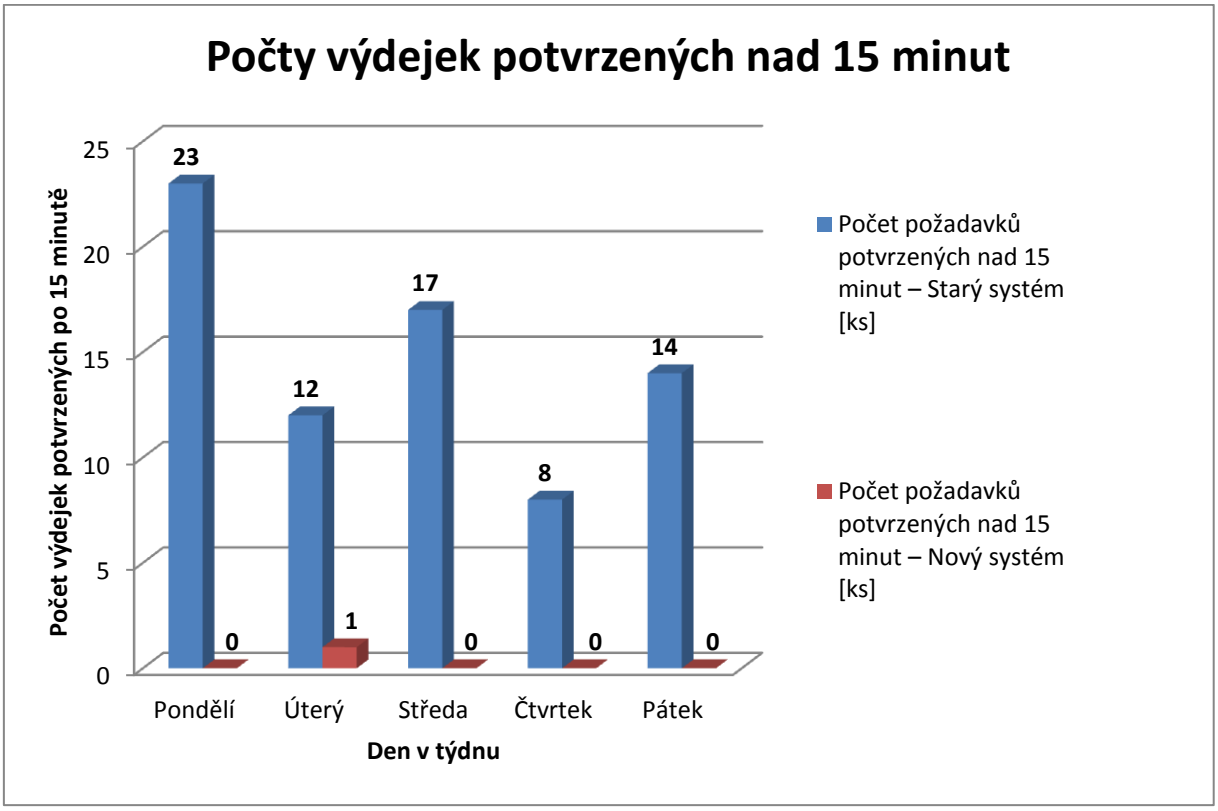
[4] Viz. kapitola 1.7.6 Systém vnitropodnikového zavážení

Porovnáním dat z tabulek 17 a 18 lze zjistit, že po zavedení nového systému pro odvod hotových výrobků klesnul počet požadavků na prázdná balení potvrzených po 15 minutách. Tento pokles je velmi výrazný i přes vyšší nebo stejný počet požadavků od výrobních linek. Dokazuje tak, že všechny provozní změny nového systému fungují správně. Rozdíly v počtu potvrzených požadavků po časovém limitu je uveden v tabulce č 19.

Tabulka 19 - Rozdíl v počtu potvrzených požadavků; Zdroj: [Autor]

Den v týdnu	Počet požadavků potvrzených nad 15 minut – Starý systém [ks]	Počet požadavků potvrzených nad 15 minut – Nový systém [ks]	Rozdíl [ks]
Pondělí	23	0	-23
Úterý	12	1	-11
Středa	17	0	-17
Čtvrtek	8	0	-8
Pátek	14	0	-14

Pro lepší názornost je počet požadavků potvrzených nad 15 minut pro nový i starý systém uveden v grafu číslo 1.



Graf 1 - Porovnání počtu výdejek potvrzených nad 15 minut pro starý a nový systém

4.2 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení nového systému odvodu hotových výrobků je založeno na porovnání nákladů a výnosů, které nový systém přinesl. Požadavek na řešení právě tohoto problému vzešel z D – matice ztrát, která v systému WCM popisuje největší logistické ztráty v procesu[5]. Cílem optimalizační činnosti je tuto ztrátu eliminovat za použití co nejmenších prostředků vůči možnému přínosu optimalizovaného systému. Systém WCM zavedený v Automotive lighting využívá pro tyto účely standardně nástroj Kaizen.

4.2.1 Kaizen

Filozofie Kaizen je jedním z prvků japonské kultury. Jedná se o neustálé zlepšování řídících a zejména výrobních procesů, včetně zdokonalování a zvyšování kvality. Oslovují se zaměstnanci na všech pozicích s cílem, aby přispěli svými názory a podněty ke zlepšení již realizovaných procesů a není při tom důležité na jaké pozici, se pracovník nachází [25].

Všeobecně platí, že každý proces je ovlivňován určitými vlivy, ty způsobují neshodné výsledky opakovaných činností procesu, které se od sebe navzájem liší. Působením vlivů jsou procesy i jejich výstupy náhodné a vykazují tudíž vysokou úroveň variability. Ve výrobní sféře musí být výrobce schopen zajistit regulaci a přizpůsobení procesů tak, aby bylo dosaženo požadované stabilní úrovně výsledného produktu [30].

Pro dlouhodobější a složitější projekty, které trvají v rámci týdnů a měsíců se používá slovní spojení Major Kaizen. Struktura Major Kaizenu se řídí Demingovým cyklem PDCA - Plan, Do, Check, Action (plánuj, udělej, zkontroluj, jednej), zdůrazňuje především potřebu neustálé interakce mezi plánováním, výzkumem, výrobou a prodejem [27].

V Demingově cyklu jde o sérii činností, jejichž cílem je zdokonalování a zlepšování. Na počátku cyklu je provedení analýzy, následuje zpracování návrhu a cyklus je ukončen realizací. Po provedené kontrole a zjištění očekávaného zlepšení následuje standardizace (zpracování) postupu. Finálním krokem je standardizace použitých metod, které by měly zajistit nově zavedené metody nadále používat a udržet tak požadovanou kvalitu. Využití cyklu je možné pro jakékoliv řešení problému nebo zavádění nových změn. Tyto čtyři základní kroky PDCA se mohou neustále opakovat a jejich opakováním se vytváří spirála postupného zlepšování. Jako všechny procesy, může být i tento ovlivňován vnějšími vlivy [25 a 27].

[5] Viz. kapitola 1.5 Finanční controlling

4.2.2 Náklady a výnosy

Každý nový projekt je limitován svými náklady a očekávanými výnosy. Porovnání těchto dvou ukazatelů rozhoduje o úspěchu či neúspěchu. Náklady na nový systém pro odvod hotových výrobků jsou dány celkovými vynaloženými prostředky na každou část změny systému. Pro přehlednost jsou uvedeny v tabulce č. 20. Částka 270 Kč/ hod je standardní cena práce technicko-hospodářského pracovníka dle interních předpisů Automotive lighting. Cena pronájmu technických zařízení se řídí dle individuální dohody mezi firmou Automotive lighting a poskytovatelem těchto zařízení. Časová náročnost položky je zadána dle skutečných evidovaných hodin, vykázaných v přehledu pracovní činnosti zaměstnance. Veškeré náklady se vztahují na roční období.

Tabulka 20 - Náklady na zavedení nového systému; Zdroj: [Autor]

Název činnosti	Náklad na jednotku [Kč]	Počet jednotek [-]	Roční náklad [Kč]
Analýza současného stavu	270/ hodina	40 hodin	10 800
Návrh nového systému	270/ hodina	96 hodin	25 920
Ověření dat v Plant Simulation	270/ hodina	128 hodin	34 560
Ověření v testovacím provozu	270/ hodina	64 hodin	17 280
Pronájem 1 VZV	15 000/ měsíc	12 měsíců	180 000
Pořízení časovačů	95/ ks	5 kusů	475
Zavedení systému do sériové podoby	270/ hodina	48 hodin	12 960
∑			**281 995 Kč**

Výnosy, které nový systém přináší lze rozdělit na hmatatelné a nehmatatelné. Hmatatelné výnosy jsou uvedeny v tabulce 21. Náklady na 1 manuálního pracovníka jsou v rámci Automotive lighting vyčísleny včetně povinných odvodů na částku 35 400 Kč za měsíc. Nový systém vykazuje průměrnou úsporu 1 manuálního pracovníka na směnu, při 3 směnném provozu je celková úspora 3 zaměstnanců.

Tabulka 21 - Výnosy nového systému; Zdroj: [Autor]

Název činnosti	Úspora na jednotku [Kč]	Počet jednotek [-]	Roční úspora [Kč]
Snížení počtu 3 zaměstnanců	106 200/ měsíc	12 měsíců	1 274 400
Snížení počtu tahačů	10 000/ měsíc	12 měsíců	120 000
∑			**1 286 400 Kč**

Významnou ekonomickou veličinou určující výhodnost zavedení změny je z angličtiny převzatý název Benefit-cost. Benefit-cost se vyjádří jako podíl výnosů a nákladů. Benefit-cost pro nový systém odvodu hotových světel je uveden v rovnici č. 9.

$$BF = \frac{Výnosy}{Náklady} = \frac{1\,286\,400}{281\,995} = 4{,}56 \qquad (9)$$

Celkovou roční úsporu zavedení nového systému vypočítáme odečtením nákladů od výnosů. V rovnici č. 10 je uvedena celková roční úspora v prvním roce zavedení. Každý další rok působení nového systému bude mít větší úsporu z důvodu odečtení fixních nákladů spojených s realizací nového systému. Fixní náklady jsou uvedeny v tabulce č. 22.

Tabulka 22 - Fixní náklady nového systému; Zdroj: [Autor]

Název činnosti	Náklad na jednotku [Kč]	Počet jednotek [-]	Roční náklad [Kč]
Analýza současného stavu	270/ hodina	40 hodin	10 800
Návrh nového systému	270/ hodina	96 hodin	25 920
Ověření dat v Plant Simulation	270/ hodina	128 hodin	34 560
Ověření v testovacím provozu	270/ hodina	64 hodin	17 280
Pořízení časovačů	95/ ks	5 kusů	475
Zavedení systému do sériové podoby	270/ hodina	48 hodin	12 960
∑			**101 995 Kč**

Celková úspora v druhém a následujícím roku při zachování stejného systému je uvedena v rovnici č. 11.

$$Úspora = Výnosy - Náklady = 1\,286\,400 - 281\,995 = 1\,004\,405\ Kč \quad (10)$$

$$Úspora = Výnosy - Náklady = 1\,286\,400 - (281\,995 - 101\,995) = 1\,106\,400\ Kč \quad (11)$$

4.2.3 Prostoje na výrobních linkách

Prostoje na výrobních linkách způsobené pozdním dodáním prázdných balení jsou typickým ukazatelem nehmatatelného výnosu. Pokud systém funguje správně, nevzniknou prostoje na výrobních linkách. Pokud ovšem systém funguje špatně, pak jeho špatným fungováním dochází k vzniku prostojů na výrobních linkách a k citelné ztrátě. Prostoje na linkách jsou evidovány, příčiny jejich vzniku pečlivě analyzovány a co nejdříve odstraňovány. Pro ilustraci je uvedeno v tabulce č. 23, kolik minut byly prostoje na výrobních linkách na všech směnách v průběhu 4 týdnů. Též v tabulce č. 23 jsou uvedeny shodné údaje pro nový systém. V rámci porovnání prostojů se nemusí brát v úvahu počet linek, či celková výroba. Náklady, že nastane prostoj z důvodu nedostatku prázdných balení na výrobních linkách, jsou stejné pro každou započatou minutu bez ohledu na výrobní plán. Doby prostojů uvedené v tabulce č. 23 jsou získány z interního statistického vyhodnocovacího souboru společnosti Automotive lighting.

Tabulka 23 - Doby prostojů zaviněné nedodáním prázdných balení; Zdroj [Autor dle 28]

Týden	Doba prostoje – starý systém [min]	Doba prostoje – nový systém [min]	Rozdíl [min]
1. týden	35	0	35
2. týden	0	0	0
3. týden	25	0	25
4. týden	40	0	40
∑	**100 minut**	**0 minut**	**100 minut**

Rozdíl 100 minut v době prostojů mezi starým a novým systémem dokazuje správnou funkčnost nového systému. Průměrná doba taktu k výrobě jednoho světlometu je 1 minuta. Při 100 minutách prostojů z důvodu nedostatku balení, výrobní linky nevyrobí cca 100 ks světlometů za měsíc. To už je znatelná ztráta i pro podnik jakým je Automotive lighting.

Závěr

Na základě analýzy uvedené v první kapitole diplomové práce byly analyzovány příčiny vedoucí k neefektivnímu odvodu hotových výrobků. Zjištěné příčiny jsou následující:

- nekoordinovaný proces zavážení prázdných balení do linek
- není stanovena pevná trasa závozu
- blokace tahačů a ostatní techniky ve výrobní oblasti
- čekání tahačů ve skladu než se vyloží a naloží předchozí tahače
- nevytíženost tahačů
- není stanovena pevná doba pobytu tahače ve výrobě, tahač zde může být tak dlouho než naloží 6 plných balení

Tyto příčiny byly dále rozvedeny do SWOT analýzy ze které vzšel akční plán pro tvorbu nového systému. V kapitole 2, na základě dat ze vstupní analýzy, byl vybrán vhodný matematický aparát pro tvorbu nového systému – Teorie hromadné obsluhy. Na základě řešení nového systému dle teorie hromadné obsluhy vznikl návrh řešení uvedený v kapitole 3. Návrh nových parametrů pro odvod hotových výrobků je následující:

- Čas tahače ve výrobě: $\check{C}_v = 9\ [min]$
- Čas tahače ve skladu: $\check{C}_s = 3\ [min]$
- Počet pracovníků: $P_p = 4$

Takto navrhnutý systém je při plném výkonu schopný obsloužit 120 požadavků na balení za hodinu. Maximální teoreticky možný počet požadavků na prázdná balení, je dle taktů výrobních linek, 107 požadavků. Při plném zatížení je tedy systém využit na 89% což zajišťuje i dostatečnou bezpečnostní rezervu. Důležitým milníkem pro zavedení nového systému do sériového stavu byla simulace v programu Plant Simulation a následné testování v reálném provozu. Nový systém by nemohl fungovat bez dílčích provozních úprav:

- technologických přestávek pracovníků
- systému obsluhy výrobních linek
- systému přiřazování pracovníků k technice
- layoutu skladové části prázdných balení
- systému objednávání prázdných balení

Nový systém odvodu hotové výroby společně s provozními změnami znamená následující náklady a výnosy v prvním roce zavedení:

- **náklady:** 281 995 Kč
- **výnosy:** 1 286 400 Kč
- **úspora:** 1 004 405 Kč
- **benefit-cost:** 4,56

Hlavní část na celkové úspoře nese snížení potřeby 1 manuálního pracovníka na jedné směně – celkově 3 pracovníků denně. I přes menší počet pracovníků systém vykazuje stabilnější chod a to zejména v reakčním čase potvrzení požadavků na prázdná balení a v zamezení tvorby prostojů z důvodu nedostatku prázdných balení na výrobních linkách.

Cíl diplomové práce byl splněn.

Seznam použité literatury

[1] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2005, 3 sv. ISBN 80-86031-59-4.

[2] RUSHTON, Alan, Alan RUSHTON, Phil CROUCHER a Peter BAKER. *The handbook of logistics & distribution management*. 4th ed. Philadelphia: Kogan Page, 2010, xxvii, 635 p. ISBN 9780749457143.

[3] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2007, xi, 227 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.

[4] NĚMEC, František. *Výrobní logistika pro ekonomy*. Opava: Slezská univerzita, 2002, 196 s. Studia oeconomica. ISBN 80-7248-141-x.

[5] VOLEK, Josef a Bohdan LINDA. *Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012, 190 s. ISBN 978-80-7395-225-9.

[6] DEMEL, Jiří. *Grafy a jejich aplikace*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 257 s. ISBN 80-200-0990-6.

[7] PALÚCH, Stanislav a Štefan PEŠKO. *Kvantitatívne metódy v logistike*. ŽILINA: ŽU V Žiline, 2006, ISBN 80-8070-636-0.

[8] VOTRUBA, Zdeněk, Jana KLEČÁKOVÁ a Marek KALIKA. *Systémová analýza*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 193 s. ISBN 80-01-02896-8.

[9] VORÁČOVÁ, Šárka, Martin PĚNIČKA a Jaroslav VESELÝ. *Úvod do modelování procesů Petriho sítěmi*. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008, 126 s. ISBN 978-80-01-03979-3.

[10] YAMASHINA, Hajime. *Logistics in automotive industry*. [prezentace]. 2011. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[11] AUTOMOTIVE LIGHTING. *ALCZ General presentation*. [prezentace]. 2015. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[12] AUTOMOTIVE LIGHTING. *World class manufacturing*. [booklet]. 2009. Reutlingen: Magneti Marelli [cit. 2015-03-20].

[13] AUTOMOTIVE LIGHTING. *7 nástrojů WCM*. [prezentace]. 2012. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[14] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Logistics pillar board*. [prezentace]. 2008. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[15] AUTOMOTIVE LIGHTING. *7 kroků logistiky*. [prezentace]. 2014. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[16] AUTOMOTIVE LIGHTING. *CD matrixs prez*. [prezentace]. 2012. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[17] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Spaghetti diagram*. [prezentace]. 2010. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[18] AUTOMOTIVE LIGHTING. *One piece flow – tok jednoho kusu*. [prezentace]. 2012. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[19] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Kanban*. [prezentace]. 2014. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[20] AUTOMOTIVE LIGHTING. *VSM- Value Stream Mapping*. [prezentace]. 2014. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[21] AUTOMOTIVE LIGHTING. *5G, 5W1H, 4M, 5x proč*. [prezentace]. 2014. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[22] AUTOMOTIVE LIGHTING. *5S, Vizuální management*. [prezentace]. 2014. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[23] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Doba odpočinku pro dělnické pozice*. [interní předpis]. 2015. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[24] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Metoda 5T*. [prezentace]. 2015. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[25] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Kaizen*. [prezentace]. 2012. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[26] AUTOMOTIVE LIGHTING. *FIFO*. [prezentace]. 2011. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[27] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Školení PDCA*. [výukový soubor]. 2012. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[28] AUTOMOTIVE LIGHTING. *Sledování výroby*. [statistický soubor]. 2015. Jihlava: Automotive Lighting, s. r. o. [cit. 2015-03-20].

[29] *Automotive lighting* [online]. 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://www.al-lighting.cz/cs

[30] *World class manufacturing* [online]. 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://world-class-manufacturing.com/

[31] *Plant simulation* [online]. 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://www.axiomtech.cz/

[32] *Akceptační protokol* [online]. 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://www.projektmanazer.cz/

[33] *Teorie hromadné obsluhy* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: http://www.fd.cvut.cz/department/k611/pedagog/K611THO.html

[34] *Letecký snímek Automotive lighting Jihlava* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: http://vec.vsb.cz

Seznam zkratek

WCM	Světová třída výroby	World class manufacturing
JIT	Právě včas	Just in time
FIFO	První do, první z	First in First out
CD	Analýza nákladů	Cost deployment
VSM	Mapování hodnotového toku	Value stream mapping
MRP	Plánování materiálových potřeb	Material requirements planning
OPL	Jednorázová lekce	One point lesson
PDCA	Demingův cyklus	
LEAN	Štíhlá výroba	
VZV	Vysokozdvižný vozík	
SOP	Standardní operační postup	

Seznam příloh

Příloha 1 – Příklady balení užívaných v Automotive lighting

Příloha 2 – Podvozky a jejich dovolené kombinace

Příloha 3 – Vstupní data

Příloha 4 – Potřeby balení

Příloha 5 – Plán výrobní oblasti dle metody 5T

Příloha 6 – SOP pro navažeče balení

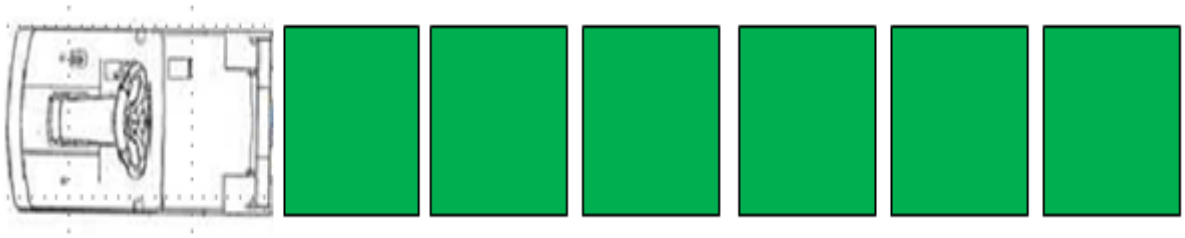
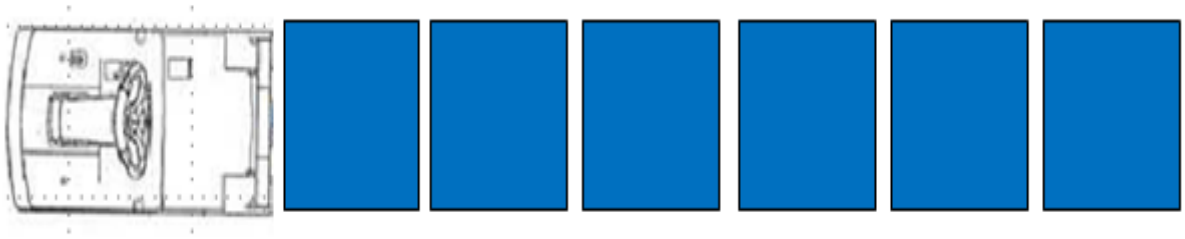
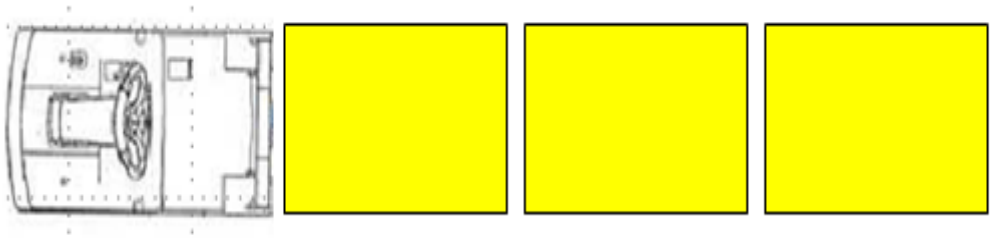
Příloha 7 – Systém obsluhy tahačů ve skladu

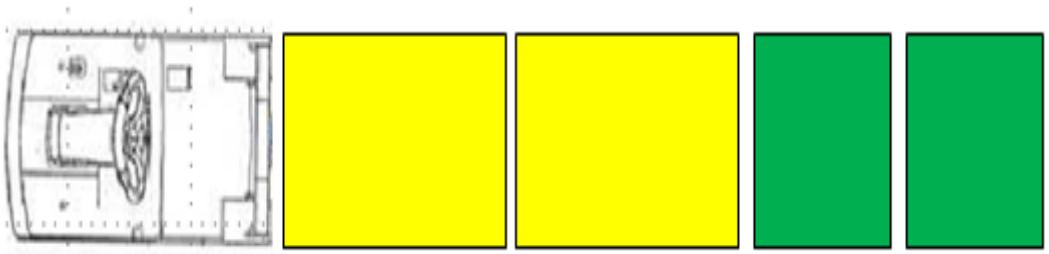
Příloha 1 – Příklady balení užívaných v Automotive lighting

Kartonové balení	ESD balení
Kovová klec s kartonovou proložkou	**Plastový box s kartonovou proložkou**

Příloha 2 – Podvozky a jejich dovolené kombinace

Modrý podvozek	**Zelený podvozek**
Rozměr: 130 x 85 cm	Rozměr: 130 x 105 cm
Počet projektů: 2	Počet projektů: 13
Žlutý podvozek	**Černý podvozek**
Rozměr: 165 x 120 cm	Rozměr: 135 x 125 cm
Počet projektů: 2	Počet projektů: 2



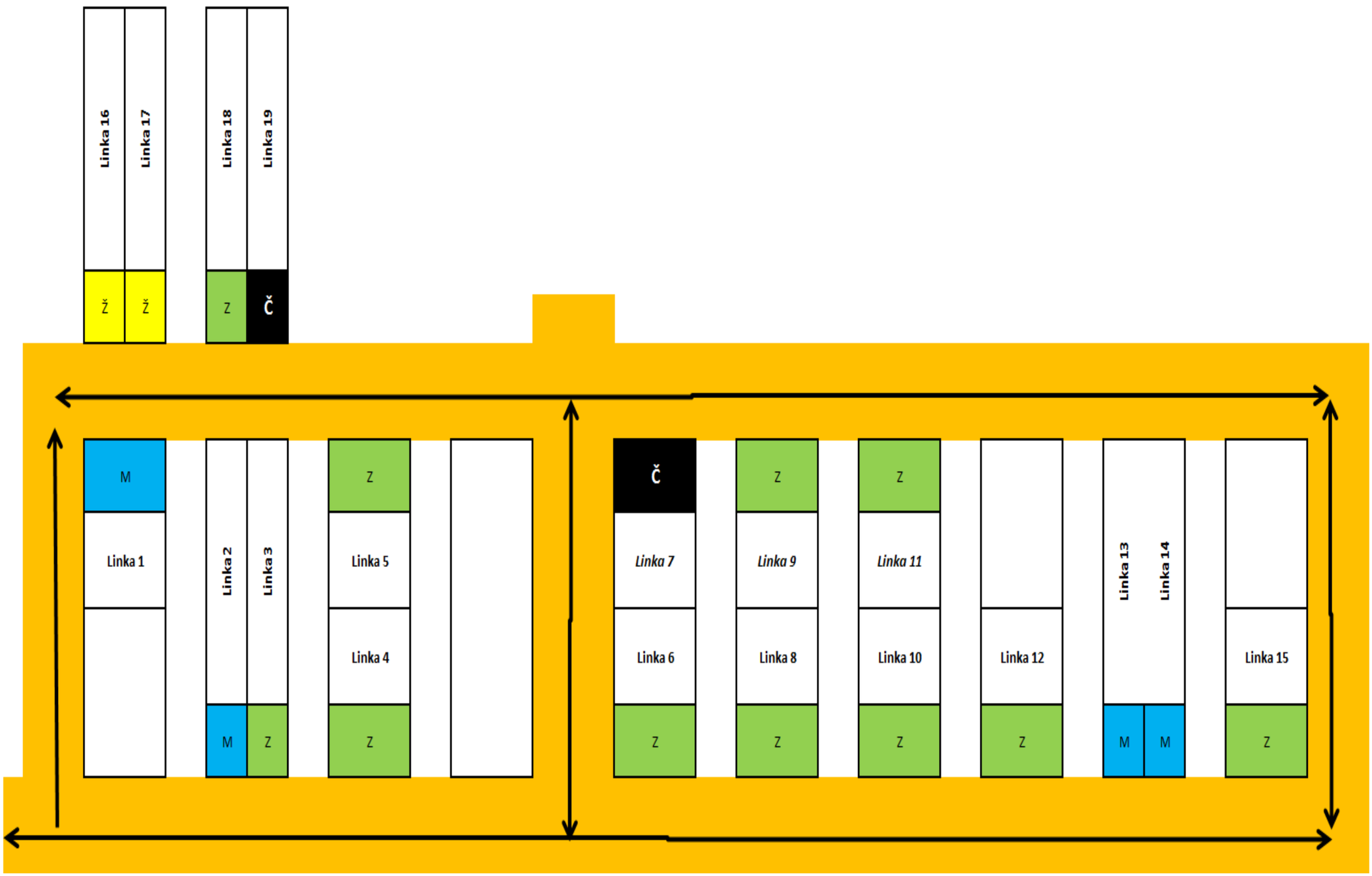
Příloha 3 – Vstupní data

Číslo linky	Název linky	Verze světlometu	Takt verze [s]	Počet ks světlometů v balení [ks]	Druh vozíku	Počet skladovacích ploch
1,2	Linka 1	H7	51	12	Z	5
2,1	Linka 2	H7	39	16	M	5
2,2	Linka 3	TOP 1	79	16	Z	6
		TOP 2	87	16		
		AFX	60	12		
3,1	Linka 4	H7	40	18	Z	3
		AFX	100	18		
3,2	Linka 5	H7	35	24	Z	5
		AFX	60	24		
6,1	Linka 6	H7	42	12	Z	5
6,2	Linka 7	H7	46	30	Č	2
		LED	55	30		
7,1	Linka 8	Bi-Li	66	12	Z	5
		NUTZ	52	12		
		Multi	54	12		
7,2	Linka 9	H7	48	16	Z	3
		AFX	74	16		
8,1	Linka 10	H7	43	16	Z	4
		SA1	70	16		
8,2	Linka 11	ILS	49	12	Z	5
		XE	66	12		
		H7	66	12		
9,1	Linka 12	Bi - Xe	62	12	Z	5
		H7	54	12		
		ILS	69	12		
10,1	Linka 13	Bi - Xe	72	12	M	4
		LED	92	12		
		AFX	75	12		
10,2	Linka 14	Bi - Xe	72	12	M	5
		AFX	75	12		
11,1	Linka 15	H7	57	12	Z	5
		LED	52	12		
15,1	Linka 16	H7	60	24	Ž	5
15,2	Linka 17	LED	70	24	Ž	5
16,1	Linka 18	H7	52	18	Z	5
		SA1	63	18		
		SA 2	70	18		
16,2	Linka 19	H7	68	18	Č	5
		SA 1	72	18		
		SA 2	79	18		

Příloha 4 – Potřeby balení

Číslo linky	Název linky	Verze světlometu	Takt verze [s]	Počet ks světlometů v balení [ks]	Druh vozíku	Počet skladovacích ploch	Čas naplnění 1 balení [min]	Počet potřebných balení [ks/ hod]
1,2	Linka 1	H7	51	12	Z	5	10	6
2,1	Linka 2	H7	39	16	M	5	10	6
2,2	Linka 3	TOP 1	79	16	Z	6	21	3
		TOP 2	87	16			23	3
		AFX	60	12			12	5
3,1	Linka 4	H7	40	18	Z	3	12	5
		AFX	100	18			30	2
3,2	Linka 5	H7	35	24	Z	5	14	5
		AFX	60	24			24	3
6,1	Linka 6	H7	42	12	Z	5	8	6
6,2	Linka 7	H7	46	30	Č	2	23	3
		LED	55	30			27	3
7,1	Linka 8	Bi-Li	66	12	Z	5	13	5
		NUTZ	52	12			10	6
		Multi	54	12			10	6
7,2	Linka 9	H7	48	16	Z	3	12	5
		AFX	74	16			19	4
8,1	Linka 10	H7	43	16	Z	4	11	6
		SA1	70	16			18	4
8,2	Linka 11	ILS	49	12	Z	5	9	7
		XE	66	12			13	5
		H7	66	12			13	5
9,1	Linka 12	Bi - Xe	62	12	Z	5	12	5
		H7	54	12			10	6
		ILS	69	12			13	5
10,1	Linka 13	Bi - Xe	72	12	M	4	14	5
		LED	92	12			18	4
		AFX	75	12			15	4
10,2	Linka 14	Bi - Xe	72	12	M	5	14	5
		AFX	75	12			15	4
11,1	Linka 15	H7	57	12	Z	5	11	6
		LED	52	12			10	6
15,1	Linka 16	H7	60	24	Ž	5	24	3
15,2	Linka 17	LED	70	24	Ž	5	28	3
16,1	Linka 18	H7	52	18	Z	5	15	4
		SA1	63	18			18	4
		SA 2	70	18			21	3
16,2	Linka 19	H7	68	18	Č	5	20	3
		SA 1	72	18			21	3
		SA 2	79	18			23	3

Příloha 5 – Plán výrobní oblasti dle metody 5T



Příloha 6 – SOP pro navažeče balení

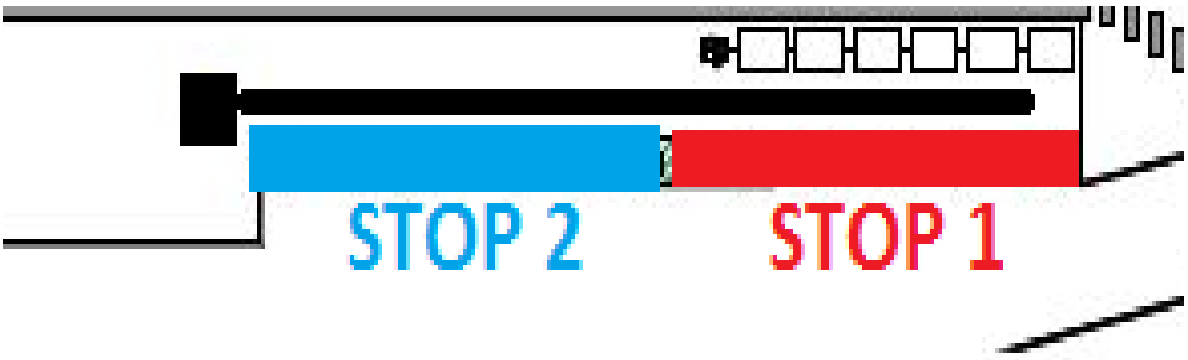
SOP-LOG-868-0002 Řidič TAHAČE - výdej obalů FG					
	Jméno	Datum	Podpis	Strana	
Vypracoval	Tomáš Beneš	26.1.2015		Vydání	2
Schválil	Zdeněk Mlýnský	4.2.2015		Počet příloh	

Pracovní náplň:

Řidič tahače „výdej obalů“ na montážní linky, zásobuje montážní linky objednaným obalovým **materiálem pomocí tahače (vláčku) a zelených, modrých, černých a žlutých podvozků.**

ŘIDIČ TAHAČE SW

Pracovník obsluhující tahač SW, zastaví tahač na pozici STOP 2, pomocí čtečky čárových kódů načte dovezené palety. Tyto palety se manipulují z podvozků pomocí VZV.
Poté odchází na stanoviště STOP1, přebere tahač s prázdnými obaly, zapíná časomíru nastavenou na 8 minut a odjíždí ze skladu.



Řidič tahače manipuluje prázdné obaly do určených drah u výrobních linek. Při cestě zpět do skladu odebírá u výrobních linek palety s hotovými výrobky a odváží je do skladu. Dříve než paletu zapojí, je třeba zkontrolovat, zda je správně označená – LUV schein a skladový lístek. Pokud na paletě chybí, nechává tuto paletu u linky a neodváží ji.

SOP-LOG-868-0002 Řidič TAHAČE výdej obalů FG

	Jméno	Datum	Podpis	Strana	
Vypracoval	Tomáš Beneš	26.1.2015		Vydání	2
Schválil	Zdeněk Mlýnský	4.2.2015		Počet příloh	

Vzor**r LUV scheinu**

Automotive Lighting Jihlava s.r.o

ALCZ

Original

WERKABLIEFERUNG

Lieferwerk: CP01

Belegart: EK +

LUV-Schein-NR: 3505599

Prüfdatum: 15.10.2009

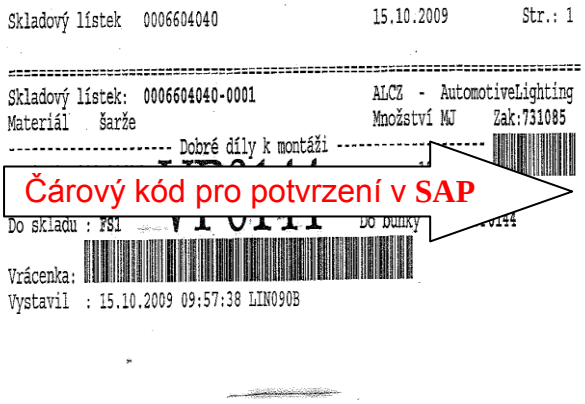
TTNR: 0302525004 / 00 / 63X

Liefermenge: 18 Stück

Cust.Prod.No.: PA2048208861

ALEU:

Skladový lístek


Skladový lístek 0006604040 15.10.2009 Str.: 1

Skladový lístek: 0006604040-0001 ALCZ - AutomotiveLighting

Materiál Šarže Množství MJ Zak:731085

Dobré díly k montáži

Čárový kód pro potvrzení v SAP

Do skladu : FS1 Do bunky

Vrácenka:

Vystavil : 15.10.2009 09:57:38 LIN090B

Prostor u výrobní linky pro prázdné balení

Prostor u výrobní linky určený pro hotové výrobky

Během manipulace na lince časomíra odpočítává čas, po 8 minutách je řidič tahače upozorněn na uplynutí času zvukovým signálem. Řidič je povinen dokončit probíhající manipulaci a odjíždí do skladu. Pokud má řidič tahače práci vykonanou před uplynutím 8 minut, nečeká a odjíždí do skladu.

SOP-LOG-868-0002 Řidič TAHAČE výdej obalů FG

	Jméno	Datum	Podpis	Strana	
Vypracoval	Tomáš Beneš	26.1.2015		Vydání	2
Schválil	Zdeněk Mlýnský	4.2.2015		Počet příloh	

Povinnosti řidiče tahače výdej balení pro SW:

Kontrola – skladník, řidič tahače po vyskladnění materiálu ze skladu ALCZ má za povinnost zkontrolovat vydaný materiál zda není poškozený obal nebo jinak nezpůsobilý pro další manipulaci. Zkontrolovat zda má každý podvozek zabrzděný. V případě zjištění závady na podvozku označ tento podvozek – nedojde k použití kolegou, který o závadě neví.

Problémy s výdejem, potvrzením materiálu - čárový kód nejde načíst pomocí čtečky čárového kódu, materiál je nevhodně uložen, SAP nefunguje, čtečka čárových kódů nefunguje – v těchto případech pracovník neprodleně informuje mistra směny a materiál do rozhodnutí mistra směny nemanipuluje.

V případě pádu materiálu během manipulace skladník ihned informuje o incidentu, mistr musí provést fotodokumentaci a zápis o způsobené škodě. S materiálem je možno manipulovat pouze v čistých rukavicích, které jsou umístěny na technice!

Začátek směny - při přebírání techniky po předchozí směně je nutné provést denní kontrolu dle návodu pro tahač. Zkontrolovat, zda jsou na tahači čisté pracovní rukavice v ochranném obalu. Dále překontrolovat funkci časomíry a čtečky čárových kódů – v případě zjištění poškození tahače, nebo technické závady je skladník povinen okamžitě informovat mistra směny.

Pracoviště nesmí nikdy zůstat prázdné, při čerpání přestávky se pracovníci daného pracoviště prostřídají a to v těchto časech:

Ranní směna	7:00 – 9:00	11:00 – 13:00
Odpolední směna	15:30 – 17:30	19:00 – 20:30
Noční směna	00:00 – 2:00	3:30 – 5:00

SOP-LOG-868-0002 Řidič TAHAČE výdej obalů FG

	Jméno	Datum	Podpis	Strana	
Vypracoval	Tomáš Beneš	26.1.2015		Vydání	2
Schválil	Zdeněk Mlýnský	4.2.2015		Počet příloh	

ZÁZNAM O ŠKOLENÍ

PN-LOG-305-0002 Řidič TAHAČE výdej obalů SW

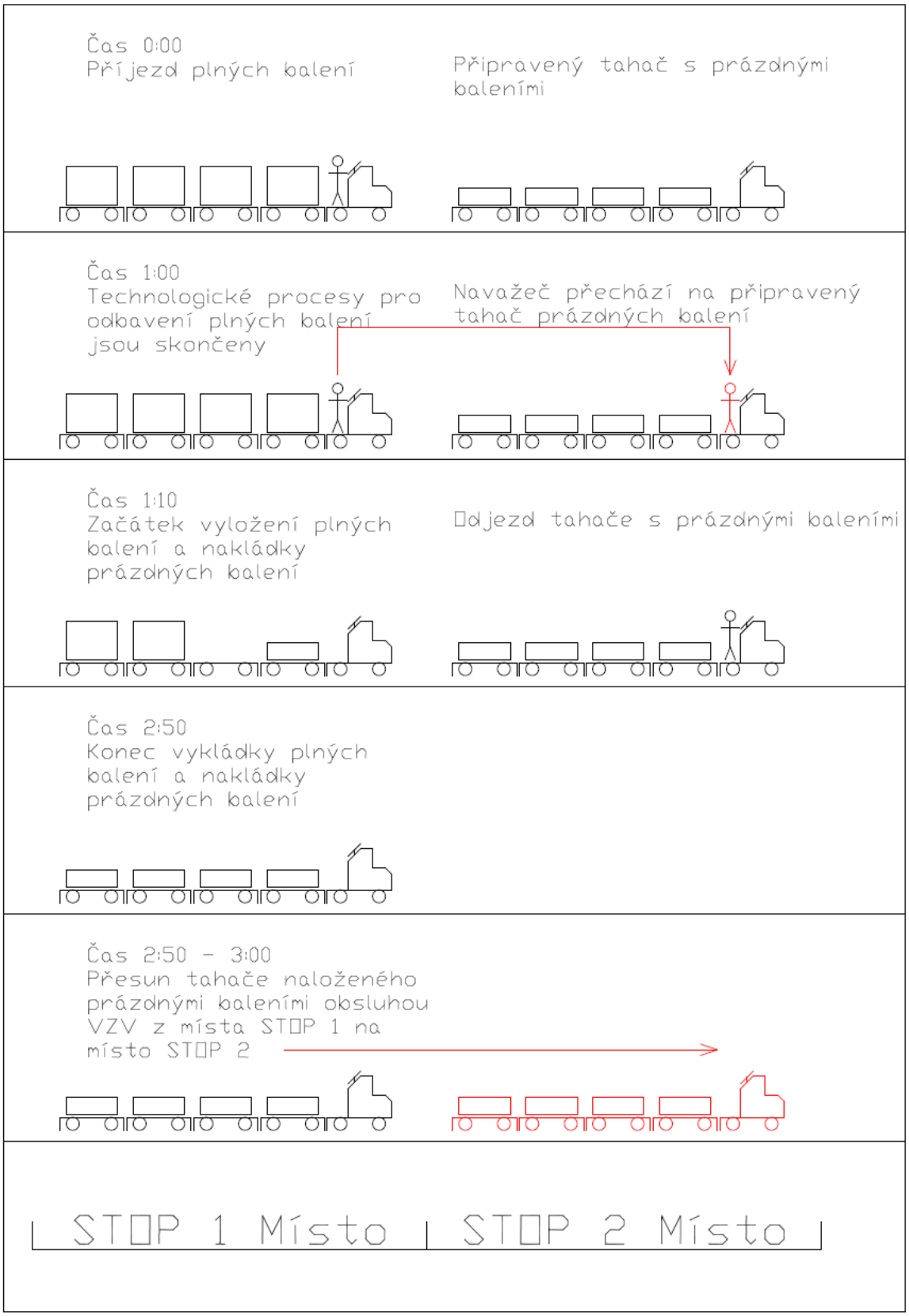
Pracoviště: stř.868 Automotive Lighting

Téma školení:

Školení pro řidiče TAHAČE výdej obalů SW bylo provedeno dle: ***PN-LOG-305-0002 Řidič TAHAČE výdej obalů SW***

	Příjmení, jméno,	**Datum narození**	**Školení provedeno dne**	**Podpis *)**
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				

*) Zaměstnanci stvrzují svým podpisem, že byli seznámeni s tematickým plánem, obsahu školení rozuměli a uvedenými předpisy se budou řídit. Pochopení školené látky bylo ověřeno namátkovými dotazy.

Školil:	Funkce:	Podpis:
……	……..	……

Příloha 7- Systém obsluhy tahačů ve skladu