

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Optimalizace zavážení pracovišť ve výrobě a montáži

Autor: **Pavel Titěra**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2017/2018

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel TITĚRA**  
Osobní číslo: **S17B0096K**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**  
Název tématu: **Optimalizace zavážení pracovišť ve výrobě a montáži**  
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

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

1. Teoretický úvod do problematiky - podnik, portfolio, cíle
2. Popis dosavadního stavu, charakteristika výrobního systému
3. Analýza naměřených dat logistického systému
4. Návrh na zlepšení
5. Hodnocení přínosu

Rozsah grafických prací: 0 výkresů  
Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. EDL, M. *Metody průmyslového inženýrství - Výroba*. Plzeň: ZČU Plzeň. 978-80-87539-40-8
2. ŠIMON M., TRNKOVÁ L. *Logistika - teoretická část, e-learning*. Plzeň: ZČU Plzeň, 2012. 978-80-87539-35-4
3. TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Integrované řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014. 978-80-247-4486-5
4. KOPEČEK, P., MALAGA, M. *Plánování a řízení výroby a DP, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-14-9
5. "www.jungheinrich.cz," **Oficiální stránky**

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Tomáš Musil**  
ept connector, s.r.o., Habartov  
Datum zadání bakalářské práce: **20. září 2017**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. září 2017

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora



# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Titěra	Jméno Pavel	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 Strojní inženýrství		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Jméno Pavel	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Optimalizace zavážení pracovišť ve výrobě a montáži		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	51	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	42	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Bakalářská práce přináší v teoretické části nejprve pohled na podnikovou interní logistiku jako celek a jejími možnostmi řešení v průmyslové praxi. Na základě těchto poznatků dále popisuje v praktické části návrh na optimalizaci zavážení pracovišť pomocí Milkrun v konkrétním podniku a tím přináší v této oblasti významnou úsporu nákladů a času.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">Logistika, manipulace, balení, Lean, Milkrun, Kanban, JIT, Layout, výroba, vozíky</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Titěra	Name Pavel	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301Mechanical Engineering		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kopeček,CSc.	Name Pavel	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - PV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLÓMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Optimization of supplies in production and assembly		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	51	<b>TEXT PART</b>	42	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The bachelor thesis introduces in the theoretical part first a look at the company internal logistics as a whole and its solutions in industrial practice. Based on these findings, he also describes the practical part of the proposal to optimize the workload of Milkrun workplaces in a particular enterprise and thus brings significant cost and time savings in this area.
<b>KEY WORDS</b>	Logistics, Handling, Packaging, Lean, Milkrun, Kanban, JIT, Layout, Manufacturing, pallet truck

## Obsah

Seznam obrázků .....	8
Seznam tabulek .....	9
Seznam grafů.....	9
1. Úvod.....	10
2. Logistika.....	11
2.1. Členění logistiky.....	11
3. Manipulace a balení .....	12
3.1. Pasivní logistické prvky.....	12
3.2. Aktivní logistické prvky .....	13
3.3. Manipulační jednotka .....	13
3.4. Typy manipulačních jednotek pro interní logistiku.....	13
3.4.1. Manipulační jednotka nultého řádu.....	13
3.4.2. Manipulační (přepravní) jednotka I. řádu .....	13
3.4.3. Manipulační (přepravní) jednotka II. řádu .....	14
3.5. Přepravní jednotka .....	14
3.6. Interní přepravní prostředek .....	14
3.6.1. Ukládací bedny.....	14
3.6.2. Přepravky .....	15
3.6.3. Palety.....	15
3.6.4. Roltejnery .....	16
3.6.5. Přepravníky .....	16
4. Systémy pro řízení pohybu materiálu.....	16
4.1. Zakázkově orientovaná materiálová dispozice.....	17
4.2. Spotřebitelsky orientovaná materiálová dispozice .....	17
5. Synchronizace procesů, plynulé toky, štíhlá logistika .....	17
5.1. Plynulé toky.....	17
5.2. Systém PULL a PUSH .....	18
5.3. Kanban.....	19
5.4. Just in Time .....	20
5.5. Supermarket.....	21
5.6. Milkrun - cyklické uspořádání.....	21
5.7. Vozíky (VZV) - chaotické uspořádání .....	22
5.8. AGV vozíky.....	22

5.8.1.	Typy AGV.....	23
5.8.2.	Naváděcí systémy pro AGV.....	24
6.	Podvěsná dráha.....	27
7.	Řízení výroby.....	28
7.1.	Typy výroby dle množství a rozmanitosti.....	28
8.	O společnosti ept connector s.r.o. ....	30
8.1.	Základní údaje o společnosti:.....	30
8.2.	Výrobní program.....	30
8.3.	Výrobní technologie.....	31
9.	Zásobování výroby.....	32
9.1.	Layout výrobní haly.....	32
9.2.	Milkrun.....	32
9.3.	Kanban.....	33
9.4.	Systém Fabrio.....	33
9.5.	Volba systému Milkrun nebo Fabrio.....	34
9.6.	Vozíky VZV.....	35
9.7.	Vazby systémů na výrobní plán podniku.....	36
10.	Analýza systému.....	37
10.1.	Určení cílů projektu.....	37
11.	Výroba - analýza investice do systému zavážení pracovišť.....	38
11.1.	Simulace zavážení.....	38
11.2.	Porovnávání časové náročnosti zavážení.....	39
12.	Návrh Milkrun dodavatele.....	40
12.1.	Parametry a kritéria.....	40
12.2.	Bodování variant.....	40
12.3.	Stanovení vah kritérií.....	41
12.4.	Vyhodnocení.....	42
13.	Paralelní výrobní Kanban.....	43
13.1.	Zavedení pilotního pracoviště.....	43
14.	Sklad - analýza manipulace s materiálem.....	45
14.1.	Špagetový diagram.....	45
14.2.	Zastávky Milkrun ve výrobě.....	47
15.	Závěr.....	49
	Použitá literatura.....	50

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Systém PUSH vlevo a PULL vpravo [6] .....	18
Obrázek č. 2 Tažný modul vlaku[1].....	21
Obrázek č. 3 AGV tahač [5].....	23
Obrázek č. 4 Nízkozdvižný vozík AGV [5].....	23
Obrázek č. 5 Pojezdový vozík AGV [5] .....	24
Obrázek č. 6 Indukční navádění AGV [10].....	24
Obrázek č. 7 Optické navádění AGV [10] .....	25
Obrázek č. 8 Samonaváděcí systém AGV [10].....	25
Obrázek č. 9 Podvěsná dráha jednokolejná [11] .....	27
Obrázek č. 10 Typy výrobních procesů [1].....	28
Obrázek č. 11 Výrobní závod Habartov [12] .....	30
Obrázek č. 12 Mateřský závod Peiting [12].....	30
Obrázek č. 14 Produktové portfolio: Colibri 440pol. a VarPol 3 až 96pol. [12].....	31
Obrázek č. 13 Tcom press [12] .....	31
Obrázek č. 15 Layout výrobní haly ept connector Habartov [13].....	32
Obrázek č. 16 Kanbanová karta [13].....	33
Obrázek č. 17 Systém Fabrio [13].....	34
Obrázek č. 18 Modul Plánovač Fabrio [14] .....	34
Obrázek č. 19 Diagram aktualizace systému Fabrio [13] .....	36
Obrázek č. 20 Layout se zastávkami při zavážení výroby [vlastní].....	38
Obrázek č. 21 Tahač STILL [16] .....	40
Obrázek č. 22 Tahač Toyota [15].....	40
Obrázek č. 23 Tahač Jungheindrich [5] .....	40
Obrázek č. 24 Výrobní kanban [vlastní] .....	43
Obrázek č. 25 Zásobník na karty [vlastní] .....	44
Obrázek č. 26 KLT s izolátory označené kartami [vlastní].....	44
Obrázek č. 27 Špagetový diagram [vlastní] .....	45
Obrázek č. 29 souprava Milkrun [vlastní].....	46
Obrázek č. 28 Pohled na regálový systém [vlastní] .....	46
Obrázek č. 30 Rám na paletu [5].....	46
Obrázek č. 31 E-rám [5].....	46
Obrázek č. 32 Detail boxu karty [vlastní] .....	47
Obrázek č. 33 Zastávka s boxem na karty [vlastní] .....	47
Obrázek č. 34 Modul Skladník systému Fabrio [14] .....	48

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Volba systematiky zavážení + výpočet potřebných kanbanových karet [13] .....	35
Tabulka č. 2 Porovnání Milkrun vs. vysokozdvizný vozík [vlastní] .....	39
Tabulka č. 3 Parametry a kritéria [vlastní] .....	40
Tabulka č. 4 Bodování parametrů [vlastní] .....	40
Tabulka č. 5 Deskriptory preferencí [17] .....	41
Tabulka č. 6 Saatyho matice [vlastní] .....	42
Tabulka č. 7 Sumární počty bodů [vlastní] .....	42
Tabulka č. 8 Výpočet výrobního kanbanu [vlastní] .....	44

## Seznam grafů

Graf č. 1 Kusová výroba [1] .....	29
Graf č. 2 Sériová výroba [1] .....	29
Graf č. 3 Hromadná výroba [1] .....	29

## 1. Úvod

Zavážení pracovišť ve výrobě a montáži se v dnešních štíhlých podnicích dostává do popředí zájmu. Oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25 procent pracovníků, zabírá 55 procent ploch a tvoří až 87 procent času, který stráví materiál v podniku. Tyto činnosti mohou tvořit 15 až 70 procent celkových nákladů na výrobek a v neposlední řadě mohou ovlivnit i kvalitu výrobku. 3 až 5 procent materiálu se znehodnocuje nesprávnou dopravou, manipulací a skladováním. Přizpůsobování výrobků a výroby individuálním požadavkům zákazníků, růst objednávek prostřednictvím internetových sítí, vysoký mix výrobků, to vše jsou faktory, které neustále zvyšují podíl logistiky na úspěchu nebo neúspěchu podniku. [1]

Ruku v ruce s tím musí logicky jít i operativní plánování výroby, které je silně poznamenáno typem výroby a dalšími jejími charakteristikami. To dává impulsy pro zásobování pracovišť a jeho taktu.

Teoretická část bakalářské práce blíže seznamuje s pojmem logistika, která se zabývá plánováním a řízením toku materiálu, zboží a službami spojenými s jeho cestou od výrobce ke konečnému spotřebiteli a skladováním. V logistice je důležité, aby vše proběhlo ve správný čas a dostalo se na správné místo. Co se rozumí logistickými prvky při manipulaci a balení: přepravní a manipulační jednotky. Dále pojednává o tom, jaké se používají systémy pro řízení a pohyb materiálu, jak se synchronizují plynulé toky, což znamená, že výroba je schopná vyrábět pružné sekvence produktů dle požadavku zákazníka při minimálních zásobách a velmi krátkých průběžných časech. Procesy na sebe časově navazují a výstupy z jednotlivých procesů okamžitě přecházejí do dalších. K tomu lze využít systémů Pull nebo Push, Kanban, JIT, Supermarketu a Milkrunu. Zmiňuje, jak lze k přepravě materiálu využít systémy AGV, či podvěsné dráhy. V neposlední řadě zahrnuje, jak se řídí výroba, jaké jsou typy výrob dle množství a rozmanitosti, že měrou plynulosti technologické transformace rozlišujeme výrobu plynulou a výrobu diskrétní. V plynulé výrobě (hutní, chemická) jsou technologické a manipulační procesy na sebe bezprostředně navázány, v diskrétní výrobě se pravidelně střídají a mohou být proloženy čekáním. Podle množství a rozmanitosti vyráběných výrobků rozlišujeme tyto typy diskrétní výroby: hromadnou, velko-, středně- a malosériovou, kusovou a projektovou.

V praktické části jde hlavně o analýzu systému interní logistiky ve společnosti ept connector s.r.o. a o návrh zlepšení zavážení pracovišť ve výrobě. Práce popisuje, jakými prostředky firma disponuje k zajištění řízení toku materiálu ze skladu do produkce. Na bázi analyzovaných dat, pak přechází k definování cílů klíčových pro podnik, navržení vhodných variant zlepšení systému a na základě vypočtené úspory pak k realizaci na vybraných pracovištích. V závěru dojde k vyhodnocení navržených cílů a k sumarizaci vygenerované peněžní a časové úspory.

## 2. Logistika

Odborná literatura definuje logistiku jako obor, který se zabývá plánováním, a řízením toku materiálu a zboží, službami spojenými s jeho cestou od výrobce ke konečnému spotřebiteli a samozřejmě skladováním. V logistice je důležité, aby vše proběhlo ve správný čas a dostalo se na správné místo. Logistika je velice obsáhlý obor, který zahrnuje výrobní podniky, prodejce i státní správu. [8]

### 2.1. Členění logistiky

Logistiku můžeme členit na základě šíře zaměření:[2]

**Makrologistika** - zabývá se celospolečenskou, národohospodářskou logistikou, tj. logistikou celého hospodářství.

**Mikrologistika** - zabývá se vnitropodnikovou logistikou konkrétního podniku, jeho jednotlivými logistickými činnostmi.

**Metalogistika** - zabývá se logistikou mezi spolupracujícími podniky v rámci odběratelsko-dodavatelského vztahu.

Další podrobnější členění logistiky je na dílčí logistické disciplíny podniku: [2]

**Zásobovací logistika**- zahrnuje nejen pořizování materiálů, zajišťování polotovarů a režijních materiálů, ale také jejich skladování a interní výdeje do výroby.

**Výrobní logistika** - představuje pohyb materiálu a polotovarů procesem zpracování až po jeho konečnou formu, kdy je jako hotový výrobek předán k uskladnění.

**Distribuční logistika** - zajišťuje skladování hotových výrobků, jejich balení, kompletaci a vychystávání zboží k expedici vč. dopravy k odběrateli.

**Reverzní logistika** - je tok použitých výrobků, obalů a jiných materiálů, který vychází od spotřebitele. Jde především o spotřebované výrobky, tedy o odpady, ale také o vrácené, reklamované zboží.

Trend dnešní doby: Štíhlá logistika

Štíhlost je charakteristická eliminací plýtvání v celém logistickém toku, je pohledem na logistiku, která využívá tahový systém řízení a zohledňuje požadavky na různou strukturu výroby. Materiál se pohybuje jen tehdy, když „interní zákazník“ signalizuje svůj požadavek. Pohybuje se v malých dávkách s krátkým, předem definovaným průběžným časem. Plánování výroby vyžaduje sekvenční rozvrhování a tahové systémy. [9]

**Tradiční logistické toky:** [9]

- zásoby v procesech.
- dlouhé průběžné doby výroby.
- nízká flexibilita.
- velká manipulace, dlouhé skladování.



### **Nové logistické toky: [9]**

- vyrábí se tolik, kolik požaduje zákazník – takt zákazníka.
- zásoby na úzkém místě.
- systematické řízení úzkého místa.
- plynulý tok.
- redukce zbytečné manipulace a přepravy.

### **Hlavní formy plýtvání v logistice tedy jsou: [6]**

- zásoby, nadbytečný materiál a komponenty – dodává se příliš mnoho nebo málo materiálu, příčina je v nepřesné dokumentaci, v chybách plánovacího systému nebo u dodavatele
- zbytečná manipulace – zbytečné přesuny materiálu, přeskladňování, přeprava
- čekání na součástky, materiál, informace, dopravní prostředky
- opravování poruch – odstraňování poruch v logistickém systému – dopravní a manipulační systém, informační systém
- chyby - vychystávání materiálu a komponentů v nesprávném množství a čase
- nevyužití přepravní kapacity
- nevyužití schopnosti pracovníků

## **3. Manipulace a balení**

Dynamickou část skladovacích systémů tvoří různá manipulační a přepravní zařízení, která plní řadu funkcí v rámci celého obchodního řetězce. Nedílnou součástí jsou i obaly a balení. Množství obalů, zvláště v průmyslově vyspělých státech, se tak prudce zvyšuje, že je potřeba zabývat se možností jejich vícenásobného použití a pro pozdější případ likvidace využívat takové obaly, které při tomto procesu nebudou příliš znečišťovat životní prostředí. [2]

### **3.1. Pasivní logistické prvky**

Pasivní logistické prvky jsou logistické operace, které jsou výlučně netechnologického charakteru, protože při nich nedochází ke změně jejich fyzikálních, chemických nebo jiných vlastností. S pasivními prvky se pouze manipuluje, jsou přepravovány a skladovány. Za pasivní prvky považujeme:

- základní a pomocný materiál
- nedokončené výrobky
- díly pro montáž výrobků
- obaly, odpad

Pohyby všech pasivních prvků v logistickém systému jsou zajišťovány pomocí aktivních prvků. [2]

Používáme označení: "MATERIÁL", může být v různém skupenství, například pevném, kapalném, plynném a může se s ním manipulovat jako s volně uloženým, kusovým nebo prostřednictvím manipulačních nebo přepravních jednotek. V rámci logistického účelu se materiál dělí do různých skupin, pro které lze použít vždy stejný typ technických prostředků pro přepravu či pro skladování. Proto materiál rozlišujeme na: [2]

#### **Pevný materiál**

- jednotlivé kusy (díly, tyče, plechy)
- manipulační jednotky (palety, kontejnery, kartony, bedny)
- volně uložený materiál (např. písek, uhlí aj.)

#### **Kapalný materiál**

- manipulační jednotky (sudý, demižony, nádržkové kontejnery)
- volně uložený materiál (např. kapaliny tekoucí potrubím)

#### **Plynný materiál**

- manipulační jednotky (tlakové láhve, nádržkové kontejnery)
- volně uložený materiál (plyny proudící potrubím)

### **3.2. Aktivní logistické prvky**

Aktivní logistické prvky jsou především technické prostředky pro přepravu, manipulaci, balení a skladování, jakož i technické prostředky pro práci s informacemi. Aktivní prvky spolu s pasivními umožňují uskutečňovat netechnologické operace, jako je balení, tvorba přepravních a manipulačních jednotek, nakládka, překládka, vykládka, přeprava, kontrola, sběr, přenos, zpracování a uchování informací.[2]

### **3.3. Manipulační jednotka**

Manipulační jednotka je druh materiálu (balený, nebalený, volně uložený na přepravním prostředku nebo svazkovaný aj.), který vytváří vhodnou jednotku schopnou manipulace. S manipulační jednotkou se manipuluje jako s jedním kusem [2]

### **3.4. Typy manipulačních jednotek pro interní logistiku**

#### **3.4.1. Manipulační jednotka nultého řádu**

Za tuto jednotku je možné pokládat zboží ve spotřebitelském obalu. [2]

#### **3.4.2. Manipulační (přepravní) jednotka I. řádu**

Tato jednotka je přizpůsobena k ruční manipulaci. Podmínkou je, aby procházela všemi navazujícími články logistického řetězce, aniž by byla dělena na menší jednotky. Představuje tedy i minimální objednacím, odběrným a dodacím množství. Její hmotnost nesmí přestoupit 15 kg, což představuje limit pro ruční manipulaci u žen. Jako přepravní prostředky se používají ukládací bedny, přepravky, často ale může být vytvořena i bez pomoci přepravního prostředku, pouze obalem - lepenkový karton, pytel, smrštitelná folie aj. [2]

### 3.4.3. Manipulační (přepravní) jednotka II. řádu

Toto je odvozená manipulační (přepravní) jednotka, uzpůsobená k mechanizované nebo automatizované manipulaci (přepravě) a k ukládání ve skladech. Pokud je určena jen pro skladovou manipulaci, nazývá se také **skladovou jednotkou**. Pokud je určena pouze pro distribuci zboží, nazývá se **distribuční (expediční) jednotkou**. Při tvorbě této jednotky je třeba dbát na možnost maximálního využití prostoru v dopravních prostředcích, regálech, ve skladech aj. Maximální hmotnost se pohybuje od 250 - 1 000 kg a je složena z 16 - 64 jednotek I. řádu. Přepravními prostředky jsou palety, roltejnery nebo malé kontejnery. K manipulaci se používají buď nízkozdvižné, nebo vysoko zdvižné vozíky, regálové zakladače, jeřáby aj. [2]

Manipulační jednotky III. a IV. řádu se využívají pro dálkové přepravy a v této práci nebudou zmiňovány.

## 3.5. Přepravní jednotka

je materiál, který tvoří jednotku, způsobilou bez dalších úprav k přepravě. V mnoha případech je manipulační jednotka totožná s přepravní jednotkou. Pouze malé manipulační jednotky do 15 kg, určené pro ruční manipulaci, nepoužíváme jako přepravní jednotky (kromě rozvozu zboží ve městech), protože bychom museli každý karton do dopravního prostředku samostatně nakládat, vykládat. Proto se v takovém případě z menších manipulačních jednotek vytvoří větší např. narovnáním kartonových krabic na paletu a tato paleta je potom jak manipulační, tak i přepravní jednotkou.

Přepravní prostředek je technický prostředek (např. paleta nebo kontejner aj.), který spoluvytváří manipulační nebo přepravní jednotku a usnadňuje manipulaci a přepravu. Přepravní prostředek nelze tedy zaměňovat za dopravní prostředek. Různé požadavky na manipulaci a přepravu vedou k tomu, že se nepoužívá jen jedna velikost manipulačních a přepravních jednotek, ale promyšlená soustava manipulačních a přepravních jednotek, které jsou rozměrově unifikovány. Z jednotek nižších řádů lze vytvářet manipulační a přepravní jednotky vyšších řádů. [2]

## 3.6. Interní přepravní prostředek

představuje prostředek, který tvoří jednotku způsobilou bez dalších úprav k přepravě. Existuje mnoho přepravních jednotek. V této práci se budeme zabývat pouze těmi základními.

### 3.6.1. Ukládací bedny

Jsou to přepravní a skladovací prostředky na úrovni základních manipulačních jednotek (I. řádu), které jsou určené pro mezioperační manipulaci a skladování materiálu, především:

- **Ve výrobě** - pro drobné součástky, náradí, maso, cukrářské výrobky a další potravinářské výrobky
- **Ve skladech velkoobchodů** - železářské zboží, elektroinstalační materiál

Ukládací bedny jsou přizpůsobeny k ruční manipulaci tím, že mají různé úchytky nebo držadla. Lze je rovněž ukládat i na palety a vrstvit na sebe. Nejsou určeny pro oběh zboží a zpravidla neopouštějí skladový nebo výrobní prostor. Aby se při stohování nepoškodily, mívají stěny vyztužené žebry. Na přední části mívají rámeček pro zasunutí štítku s údaji, aby se ve skladech mohly snáze identifikovat. Ukládací bedny mohou být:

- rovné
- zkosené (čelní strana je zkosená, aby se materiál při ručním odběru mohl lépe odebírat)
- zásuvkové (horní okraj je tvarovaný)

Ukládací bedny se vyrábějí z polystyrenu (ten není vhodný pro styk s potravinami), polyetylénu, slitin hliníku nebo z ocelového plechu. [2]

### 3.6.2. Přepravky

Jsou to rovněž přepravní prostředky na úrovni základních manipulačních jednotek I. řádu

Jsou určeny především k rozvozu spotřebního zboží z výrobních závodů a skladů do prodejen maloobchodu. Konstrukce přepravek je uzpůsobena pro ruční manipulaci, mají různé úchytky nebo držadla pro snadné uchopení a přenášení. Přepravky jsou stahovatelné a mohou se přepravovat na paletách. Vyrábějí se v různém provedení, například:

- pro nápoje v lahvích
- pro ovoce a zeleninu
- na chléb a pečivo aj.

Jsou plnostěnné nebo mají stěny, případně i dno perforované. Vnitřní prostor může být volný nebo je rozdělen přepážkami na menší části, některé přepravky jsou opatřeny víkem. Materiál na jejich výrobu je stejný, jako pro výrobu ukládacích beden. [2]

### 3.6.3. Palety

Jsou součástí přepravních a manipulačních jednotek II. řádu. Jsou určeny pro mezioperační manipulaci, skladování i pro kompletační operace. Manipulační a přepravní jednotky vytvořené na jejich základě (paletové jednotky), jsou vhodné pro vidlicový způsob manipulace pomocí nízko a vysokozdvížných vozíků, regálových zakladačů a jiných manipulačních prostředků. Pokud jsou palety opatřeny ližinami, lze je manipulovat i valivým způsobem na válečkových dopravnících. Palety lze opatřit pevnými nebo sňímatelnými podvozky a poté je přemísťovat ručně nebo tahači. Paletové jednotky lze stohovat (ohradové palety) nebo ukládat do regálů. Z hlediska použitého materiálu jsou nejčastější palety dřevěné a plastové, které jsou vratné. Existují také palety nevratné, určené pouze k jednomu použití. Bývají vyrobeny z odpadního dřeva nebo nově z odpadového papíru. Podle provedení se rozlišují:

- prosté
- sloupkové
- ohradové
- skříňové
- speciální

Základní rozměr prostých palet v Evropě je podle ISO 800 x 1 200 mm (tzv. Europaleta). Na vratné prosté palety lze nasazovat různé nástavby:

- sloupkové
- ohradové
- skříňové

Tyto nástavby se přibližují svými vlastnostmi k vlastnostem speciálních palet sloupkových, ohradových nebo skříňových s tím rozdílem, že pro racionální oběh lze nástavby složit do menších rozměrů. Nevýhodou je, že nástavby poněkud zvětšují půdorysné rozměry palet. Na palety se rovnají a skladují různé kartony, bedny, pytle, ale též sudy aj. Pro upevnění tohoto zboží se používá smrštitelná folie nebo fixační pásek. [2]

#### 3.6.4. Roltejny

Jedná se o přepravní a manipulační prostředky na úrovni odvozených jednotek (II. řádu), které jsou opatřeny čtyřkolovým podvozkem. Mají odnímatelný podvozek, který může být použit samostatně v kombinaci s přepravkami. Po stranách mají drátěnou nebo plstěnou konstrukci, často opatřenou nahoře víkem. Pro lepší ochranu zboží před povětrnostními vlivy je možno přes ně navléci průhlednou plastovou folii. Půdorys roltejnů je obvykle 600 x 800 mm, nosnost 300 - 500 kg a výška kolem 1 500 mm. Manipulace s roltejny je ruční (odtláčením) nebo pomocí podlahových dopravníků, případně pomocí vidlicových vozíků. Používají se především při kompletaci zboží ve skladech nebo při expedici z potravinářských výrobních závodů do prodejen maloobchodu, případně i k přímému prodeji zboží. Osvědčují se také v textilním průmyslu při mezioperační manipulaci a mohou být použity i ve strojírenských závodech jako mobilní zásobníky dílů na montážních pracovištích. [2]

#### 3.6.5. Přepravníky

Jsou to přepravní a manipulační prostředky na úrovni manipulačních jednotek II. řádu, určené zpravidla pro kapalný, kašovitý nebo sypký materiál. Tvoří zcela nebo zčásti uzavřenou jednotku pro přemísťování materiálu, způsobilou k opakovanému používání. Jsou to např. polyetylenové nebo kovové nádoby o objemu 500 - 600 l, opatřené horním (plnicím) a dolním (vypouštěcím) otvorem, vložené do rámu, svařeného z ocelových profilů, který je přizpůsoben k manipulaci vysokozdvíhacími vozíky. Přepravníky jsou stahovatelné. [2]

## 4. Systémy pro řízení pohybu materiálu

Optimální zabezpečení dodávkové pohotovosti závisí na plánování spotřeby, plánování zásob a plánování dodávek. Materiálová dispozice je v tomto smyslu chápána jako krátkodobé plánování pohotovosti, které sestává z uvedených plánů spotřeby, zásob a dodávek a probíhá za nepřetržité:

- evidence spotřeby
- evidence stavů zásob
- evidence plnění dodávek.

Materiálové dispozice můžeme v zásadě rozdělit na dva směry.[3]

#### **4.1. Zakázkově orientovaná materiálová dispozice**

zákaznická zakázka se zde stává řídicím nástrojem materiálové dispozice. Na základě požadované potřeby, která je vyjádřena přesně co do druhu, množství i termínu, jsou sestavovány plány výdeje materiálu. V podstatě tentýž systém představuje situace, kdy je na základě řady zákaznických zakázek postaven sjednocený výrobní program, který se pak sám stává řídicím nástrojem materiálové dispozice. Problémy při zakázkově orientované materiálové dispozici vznikají tehdy, když dochází k mimořádné neplánované potřebě materiálu.[3]

#### **4.2. Spotřebitelsky orientovaná materiálová dispozice**

tato dispozice se řídí průběhem spotřeby tak, jak ji zaznamená sklad, případně potřebou přímých dodávek. Tzn., že tento druh dispozice pracuje s takovými nástroji, jako je výše zásob, objednávací množství, bod objednávky, objednávací rytmus, pojistná a maximální zásoba. [3]

### **5. Synchronizace procesů, plynulé toky, štíhlá logistika**

To, že si zákazníci mohou vybírat ze stále většího počtu variant, je komplikované ještě tím, že životní cykly se neustále zkracují. Z hromadné výroby, která dominovala v první polovině minulého století, došlo k přechodu na "just in time" výrobu druhé poloviny 20. století. Masová customizace, nutnost orientace výroby na individuální požadavky zákazníků, při krátkých dodacích termínech a nízkých nákladech vyžaduje mít synchronizované procesy a plynulé toky, což znamená, že výroba je schopná vyrábět pružné sekvence produktů podle požadavku zákazníka při minimálních zásobách a velmi krátkých průběžných časech. Procesy na sebe časově navazují a výstupy z jednotlivých procesů okamžitě přecházejí do dalších. [6]

#### **5.1. Plynulé toky**

Zde si je nutné uvědomit, že plynulých toků je možné dosáhnout tehdy, opustíme-li svět maximálního vytěžení všech kapacit, které v podniku máme. Existují dvě možnosti, které lze použít a na které se soustředit:

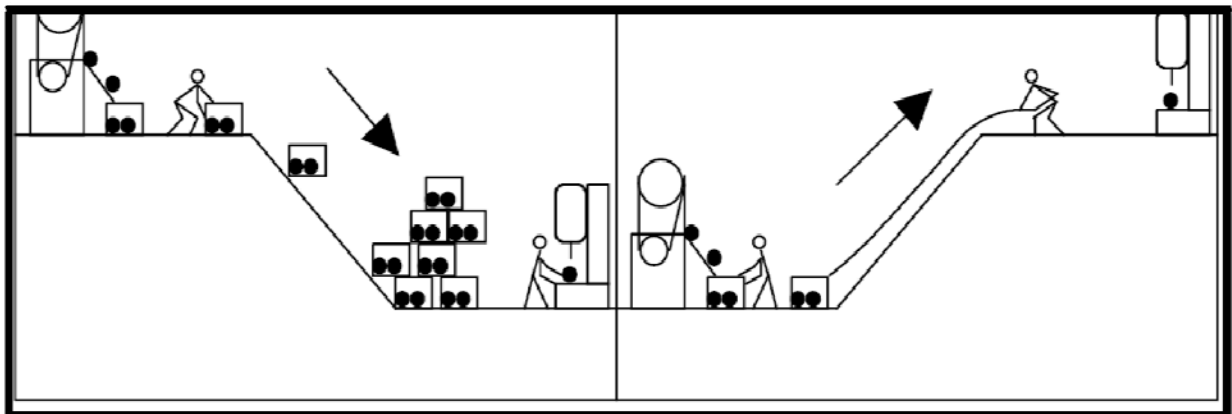
- na maximální průtok, plynulý tok, využití úzkého místa na plnění požadavků zákazníka. Podle těchto principů si bere přes výrobu to, co potřebuje. Jestliže zákaznické objednávky přesahují výrobní kapacitu, úsilí se soustředí na úzká místa, které řídí průtok celým řetězcem. Takovou výrobu lze řídit například systémy - Kanban, Heijunka, Supermarket, Milkrun.

- na maximální využití kapacit, což způsobuje vysokou rozpracovanost výroby, dlouhé časy čekání, dlouhé průběžné doby a problémy s plněním termínů požadovaných zákazníkem. Tato orientace je ve své podstatě chybná - vede k tomu, že některé procesy vyrábějí víc, než v daném čase potřebují následné procesy, hromadí se zásoby, zaplňují výrobní plochu. Místo plynulých toků a plnění termínů se sice dobře dosahuje vytěžování pracovišť, ty ale produkují většinou to, co aktuálně není potřeba. Ztrácí se přehled o tom, kde je úzké místo. [6]

## 5.2. Systém PULL a PUSH

PULL (tah) strategie, neboli také vyvažování toku. PUSH (tlak), neboli vyvažování kapacit. V PULL systému jsou hotové výrobky vyráběny pouze tehdy, když to zákazníci vyžadují, proto také nejsou vyžadovány velké zásoby. Tento systém je schopen pružněji reagovat na změny v poptávkách a má tím pádem velký vliv na minimalizaci zásob, polotovarů a snižuje nebezpečí jejich nevyužití. Ve výrobním systému se jedná o samoříditelný proces, kdy druhý, resp. následující proces sám **odebírá** plynule potřebné množství k výrobě od předchozího - a tím se snižuje mezioperační zásoba a zkracuje průběžná doba výroby. [3]

Oproti tomu konvenční PUSH systém je založen na prognózách, jejichž výsledkem se předpokládá efektivní poptávka a zásoby jsou drženy na skladech. Druhý resp. následující proces **obdrží** potřebné množství k výrobě. Je to systém, který v našich podnicích převažuje a k jeho řízení je potřeba mít nastavena deterministická data a je málo přizpůsobivý specifickým podmínkám. [9] [3]



Obrázek č. 1 Systém PUSH vlevo a PULL vpravo [6]

### 5.3. Kanban

je heuristika vyvinutá japonským automobilovým výrobcem Toyota pro necentrální řízení materiálového toku ve vícestupňové výrobě. Prvně byly principy metody KANBAN použity již panem Taiichi Ohno v jednom výrobním závodu Toyoty již v roce 1953 s cílem optimalizovat zásoby při opakované sériové výrobě. KANBAN vychází z myšlenky, že je možné pracoviště rozdělit na prodáváče a kupující a je přesně definován okruh pracovišť, které si dodávají a odebírají materiál. O tom jaké části budou jednotlivá pracoviště potřebovat, informují štítky (kanban), které cirkulují v rámci jednotlivých dílen.

Východiskem metody je **tažný princip** výrobních míst: Na rozdíl od tradičních PPS-systémů, ve kterých jsou dodávány díly z předchozích míst na základě centrálních pokynů nejpozději do termínu montáže (tlakový princip), musí spotřebitelská místa požadovat pro ně potřebné díly včas na předchozích místech. Dodávky se uskutečňují bezprostředně z vyrovnávacích zásobníků; při odběru se zadá na dodavatelském místě výrobní příkaz, který opět naplní mezisklad.

Centrálně jsou zadávány jen výrobní příkazy na konečný výrobek a jejich požadavky na zatížení posledních výrobních stupňů. Ty odebírají na začátku zpracování příkazu potřebné montážní díly a materiály z vyrovnávacích zásobníků předcházejících výrobních míst a spouští tím výrobu. Tato místa opět dávají příkaz k vyskladnění pro ně potřebných dílů z vyrovnávacích zásobníků nižších výrobních stupňů a dávají podnět, aby se ujaly výroby a opět naplnily sklad. Výrobní příkaz na koncový stupeň řeší tím nepřímo výrobu všech výrobních stupňů a táhne tak jistým způsobem požadované výchozí výrobky celým výrobním systémem.

Pro KANBAN jsou charakteristické dva pomocné organizační prostředky:

- „KANBAN-kontejnery“, ve kterých jsou meziskladovány přepravovány díly a montážní skupiny
- „KANBAN-štítky“, které řídí materiálový tok mezi dodavatelským a odběratelským místem.

Pro každý meziprodukt je stanoven jeden typ kontejneru s určitou kapacitou. Při odběru materiálu z vyrovnávacího skladu je zaměněn prázdný kontejner za plný, předcházející výrobní stupeň musí tedy zaplnit prázdný kontejner požadovaným množstvím. Protože je odběr přípustný pouze tehdy, když je vyprázdněn kontejner a může být naplněn jen na plnou kapacitu. Je tím zajištěno, že ve všech výrobních stupních jsou dodrženy pevné výrobní dávky, jejichž velikost je stanovena na vyšší úrovni. Označení kanban je třeba redukovat na druhý pomocný prostředek, KANBAN-štítek (japonsky kanban = štítek, karta). Slouží bezprostředně pro řízení a kontrolu toku materiálu mezi dvěma vzájemně následujícími výrobními místy. KANBAN-štítek opravňuje odběr materiálu z vyrovnávacího zásobníku a uvolňuje vydání dávky pro doplnění tohoto vyrovnávacího zásobníku. Tím slouží tyto štítky jako nosič informací pro identifikaci a specifikaci materiálů a dílů, které mají být vyrobeny a zpracovány. [4]



## 5.4. Just in Time

je průmyslová technika, která dovoluje udělat a nabídnout přesně to, co se žádá v množství, místě a čase, několika slovy „provádět aktivity, když jsou nezbytné“. Jedná se o výrobní filosofii, při jejímž uplatňování jsou materiál, díly a výrobky vyráběny a dopravovány tehdy, kdy je výroba nebo zákazník vyžadují. Je třeba si uvědomit, že šlo o převratnou změnu až revoluci v průmyslové výrobě, kdy došlo k zavedení tahu - pull, v němž se vyrábí tolik, kolik je nutné. [4]

Původní představa realizace tohoto systému je vytvoření vazeb mezi dodavatelem a odběratelem tak, aby u odběratele nevznikaly žádné zásoby tím, že dodavatel dodává přesně podle stanoveného harmonogramu materiál či díly v požadovaném množství a provedení tak, aby mohly být předány přímo do výroby. [4]

Systém JIT musíte také plně aplikovat na každou fázi cyklu tvorby hodnoty, od výzkumu a vývoje přes marketing až po distribuci, což vede k maximalizaci té části času, která přispívá k tvorbě hodnoty a eliminaci zbytečného nebo mrtvého času. Ideálními cíli JIT jsou: [4]

- nulová zmetkovitost
- nízké až nulové časy seřízení
- nulové zásoby
- žádná manipulace
- žádné přerušení výroby
- nulové dodací lhůty
- malé výrobní dávky, až o velikosti jedna

Dalšími důležitými faktory jsou:[4]

- ustálená úroveň výroby
- optimální rozmístění výrobních zdrojů
- preventivní údržba
- pružná multifunkční pracovní síla
- kooperativní duch
- spolehliví dodavatelé
- řešení problémů
- průběžné zlepšování

Systém JIT je především: [2]

- snahou o vyloučení veškerého plýtvání v podniku.

Systém JIT není: [2]

- programem pro omezování zásob,
- systémem řízení zásob a jejich kontroly,
- metodou plánování,
- všelékem na špatné řízení.

## 5.5. Supermarket

V supermarketu jsou spotřebiteli nabízeny potřebné části. Spotřebitel odebírá nutné části z regálu, který bezprostředně po odběru doplňují pracovníci supermarketu, kteří obvykle doplňují materiál z meziskladu. Tím jsou vytvořeny zásoby, které jistí, ale zdražují výrobní proces. Proto je zde využíváno toho, že dodavatel přebírá doplňování regálů. Informační systém funguje tak, že zaměstnanec supermarketu dostává informace o odběru dílů, na základě kterých doplňuje regály a zároveň informuje dodavatele o potřebě. Tento tzv. supermarket má ještě další významnou přednost. Jednotlivé díly jsou zde vybaleny a připraveny v takovém způsobu uložení, aby mohly být bez další vícepráce (vybalování, třídění apod.) přímo přebírány ke zpracování na pracovišti.[3]

## 5.6. Milkrun - cyklické uspořádání

Cílem milkrunu je zkrácení průběžné doby dodání dílů případně i produktů, zvýšení produktivity a kvality ve výrobě díky spolehlivému zásobování (žádný chybný či vadný díl ve výrobě), redukce zásob a tím i ploch ve výrobě díky častým (cyklickým) zásobováním menším množstvím. [1]

Principem je rozvážet materiál ze skladu podle dopředu dohodnutého jízdního řádu a vyložit materiál na přesně stanovených místech. Současně jsou zpět do skladu odvážené prázdné přepravní jednotky. Obdobně jsou nahrazovány prázdné přepravky v supermarketech plnými. Slovo supermarket se zde využívá na základě podobnosti doplňování zboží do regálů ve skutečných supermarketech.[1]

Milkrun (ať již externí od dodavatelů nebo interní mezi místem příjmu zboží a supermarketem) vyzvedne prázdné přepravky v pravidelném taktu, převezve je na určité místo (mezisklad, sklad), kde se do nich opět doplní díly. V tom samém okamžiku milkrun zásobuje supermarket vstupními díly. Dopravní prostředek, který je pro milkrun využíván, by měl být vybrán tak, aby bylo vždy zajištěno dostatečné místo pro plné i prázdné přepravky. V ideálním případě by měla probíhat výměna 1:1. Interval jízd milkrunů by měl odpovídat potřebám jednotlivých míst spotřeby. [1]

Nejčastěji využívané manipulační jednotky v tomto systému jsou vlaky (tzn. tažný modul a za ním přepravní jednotky umístěné například na podvozku). Jedná se o princip metra, které jezdí dle předem stanoveného harmonogramu a na každé zastávce nastoupí a vystoupí určitý počet lidí (takže nikdy není prázdné). [1]

Manipulanti mají stanovený nejen přesný jízdni řád se zastávkami, ale také co nejefektivnější trasu. [1]



Obrázek č. 2 Tažný modul vlaku[1]

Výhody využívání milkrun přepravního systému: [1]

- Vysoká spolehlivost systému. Přeprava požadovaného množství materiálu je méně nákladnou než při používání VZV.
- Spolehlivost, předpověditelnost, bezpečnost.

Hlavní faktory cyklického uspořádání (milkrun): [1]

- Frekvence cyklu je pevně stanovena jízdním řádem.
- Pevně stanovené trasy
- Všechny objednávky mají stejnou prioritu

### **5.7. Vozíky (VZV) - chaotické uspořádání**

V řadě firem je vysokozdvizný vozík (VZV) nejpoužívanějším přepravním a manipulačním prostředkem. Je otázka, zda je to také nejefektivnější způsob přepravy z určitých míst. Systém přepravy VZV funguje na systému TAXI služba. Osoba, která požaduje přepravu, zavolá řidiči nebo dispečerovi. Ten vyšle řidiče, který je zrovna k dispozici. Taxi je i v běžném životě využíváno výjimečně. Většina lidí se přepravuje autobusem nebo vlakem, které jezdí pravidelně na vymezeném území. V případě opakovatelnosti materiálového toku je vhodné se zamyslet nad využitím milkrun systému, který můžeme přirovnat k fungujícímu systému MHD ve městě, které podléhá časovému rozvrhu a naplánovaným trasám po určených zastávkách (téměř nikdy nejede prázdný). [1]

Hlavní faktory chaotického uspořádání: [1]

- Frekvence zásobování je volena dle aktuální potřeby
- Trasy jsou variabilní podle aktuální potřeby
- Prioritní dodávky se určují na základě aktuální potřeby

### **5.8. AGV vozíky**

Automaticky naváděné manipulační zařízení dnes představuje nejvyšší stupeň automatizace v oboru manipulace s materiálem. V podstatě se jedná o technologii, která je schopna automaticky vyzvednout a doručit náklad na místo určení. Například, pracovník skladu zadá do systému příjem zboží a povolí jeho zaskladnění. Tímto povolením dojde k aktivaci AGV, systém vybere dle typu nákladu odpovídající zařízení a vyšle ho na místo vyzvednutí. Manipulační zařízení zboží vyzvedne a dopraví na předdefinovanou pozici. Na tomto příkladu jsou vidět čtyři základní prvky technologie AGV: manipulační zařízení, pickup/delivery stanice (P/D), naváděcí systém a v neposlední řadě řídicí systém. [1]

### 5.8.1. Typy AGV

Zařízení AGV existují ve velkém počtu provedení a modifikací. Individuální výroba přímo na míru je samozřejmě také možná. Základní rozdělení vypadá následovně:

- **Tahače** – jsou využívány k tahání nákladu, který se obvykle skládá z přípojných vozíků. Jednotlivé vozíky mohou obsahovat kusový materiál nebo manipulační jednotky. Lze jej dobře zařadit například do systému Milkrun.



Obrázek č. 3 AGV tahač [5]

- **Nízkozdvižné a vysoko zdvižné vozíky** – jsou schopny automaticky vykládat, nakládat a přepravovat materiál.



Obrázek č. 4 Nízkozdvižný vozík AGV [5]

- **Podjezdové vozíky** – jsou využívány pro přepravu celých regálů či zásobníků s materiálem. Typicky jsou vybaveny výsuvným čepem, který zachytí tažený náklad.



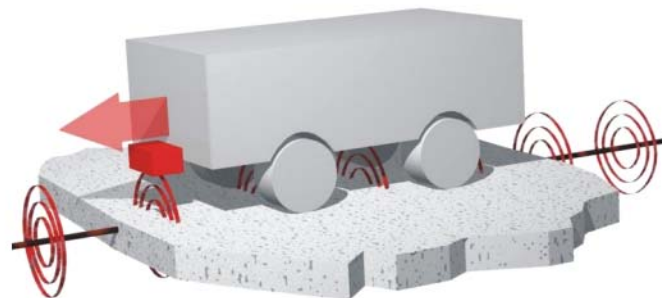
Obrázek č. 5 Pojezdový vozík AGV [5]

### 5.8.2. Naváděcí systémy pro AGV

Aby bylo AGV schopné automatického provozu, musí mít k dispozici naváděcí systém, který nahrazuje, samozřejmě pouze do jisté míry, smysly lidské obsluhy. Kontrolní systém zařízení poté, v interakci s naváděcím, naviguje AGV na jeho trase. Výběr správného naváděcího systému může být klíčový pro úspěch či neúspěch konkrétního nasazení. Je třeba vzít v úvahu nejen současný projekt, ale zohlednit i případné budoucí rozšíření nebo modifikaci. [10]

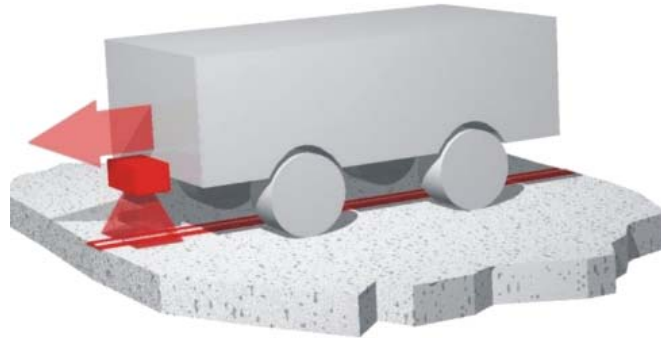
V současné době jsou k dispozici tyto systémy:

- **Indukční navádění** - Tento naváděcí systém se používá převážně u AGV pro velké náklady. Skládá se z elektromagnetického snímače v zařízení a vodiče uloženého v podlaze. Snímač detekuje elektromagnetické pole podél vytyčené trasy. Pro nasazení musí být splněna podmínka spojitého vodiče a rovného povrchu. V místě zatáček je možné vodič instalovat do pravého úhlu. Zařízení pak v místě zatáčky opustí trasu vodiče, vykoná vlastní naprogramované zatočení a vrátí se zpět na trasu. [10]



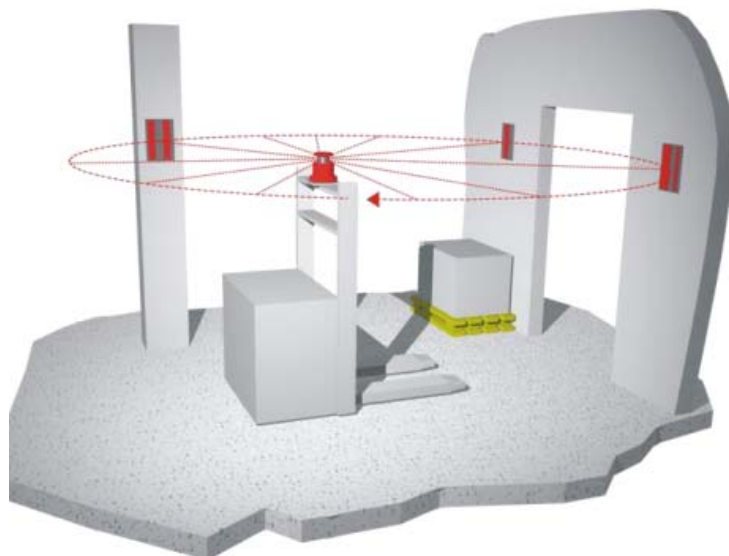
Obrázek č. 6 Indukční navádění AGV [10]

- **Optické navádění:** pro optické navádění lze využít naváděcí pásku, nátěr nebo reflexní vrstvu podél plánované trajektorie. Světelný zdroj na palubě osvětluje podlahu a optický senzor snímá odrazy. Výhodou tohoto systému je jednoduchá instalace a možnost snadno upravovat trasy. Nevýhodou je však menší odolnost a náchylnost na opotřebení. Doporučuje se tak volit tuto metodu v „čistých“ provozech. [10]



Obrázek č. 7 Optické navádění AGV [10]

- **Magnetické navádění:** je v podstatě obdobou optického navádění. Místo nátěru či reflexní pásky je použita páska magnetická nebo mikro-magnety podél trasy. Tento způsob má stejné výhody a nevýhody jako optické systémy a je v současnosti hojně využíván u tzv. „low-cost“ řešení. [10]
- **Samonaváděcí systém:** je forma navigace kombinující výpočty s průběžně aktualizovanou polohou. Aktuální poloha AGV je určována laserovým paprskem, který se odráží od reflexních značek. Jedná se o nejjednodušší přístup z hlediska vytvoření trasy jízdy, musí být však proveden velice precizně a samotné zařízení musí mít pokročilé antikolizní vybavení. Samonaváděcí systém je pak schopen vytvářet alternativní trasy v případě, že je běžná cesta nepředvídaně blokována. [10]



Obrázek č. 8 Samonaváděcí systém AGV [10]

- **Chemické navádění:** toto navádění je v podstatě totožné s optickým s tím rozdílem, že je k vyznačení trasy využít fosforový nátěr, a že světelným zdrojem je emitováno UV světlo. Výhodou chemické navigace je neviditelnost vytyčené trasy. [10]
- **Navádění Vision:** jedná se o nejnovější dostupný navigační systém na trhu. Skládá se z kamery umístěné na AGV, která v reálném čase porovnává pořizovaný obraz s tím naprogramovaným. Pomocí tohoto srovnání udržuje zařízení na správné trase. [10]

Technologie AGV přináší celou řadu výhod a umožňuje šetřit čas, energii a prostor v rámci logistických procesů podniku. [10]

Nasazení AGV znamená tyto výhody: [10]

Účinnost:

- optimalizace přepravních toků v závislosti na vozovém parku a provozu
- dynamické rozložení pracovní zátěže mezi jednotlivá zařízení
- možnost nepřetržitého provozu 24hodin/ 7 dnů v týdnu bez lidského zásahu

Pružnost:

- absence nebo minimálně omezení pevných infrastruktur pro manipulaci s materiálem
- zvýšení počtu AGV je úměrné nárůstu objemu výroby
- aktualizace bez zastavení výrobních zařízení
- jednoduchost nové konfigurace drah pohybu nebo začlenění nových obsluhovaných zařízení

Přesnost

- dodávky "Just-In-Time"
- eliminace chyb cílového určení
- přesnější řízení zásob Bezpečnost
- snížení výskytu zranění způsobených manipulační technikou



## 6. Podvěsná dráha

Téměř ve všech oborech, které jsou spojeny s výrobou, skladováním, logistikou a údržbou, se setkáváme s potřebou zvedat, spouštět, ukládat a přemísťovat břemena. Jednou z možností řešení je použít podvěsné dráhy. Podvěsné dráhy nahradí velké jeřáby tam, kde se je stavět z ekonomických důvodů nevyplatí, kde je potřeba obsloužit více pracovišť na omezeném prostoru a také tam, kde se uvažuje o možnosti dalšího rozšíření nebo přemístění montáže či výroby. Mezi vybavení těchto drah patří elektrické řetězové kladkostroje, ruční kladkostroje, případně balancéry a vyvažovače. Přívody energií jsou řešeny pomocí kabelových vleček a trolejemi.

Většinou se používá jednokolejová podvěsná dráha, která se využívá pro dopravu po přímkových nebo křivkových trasách, spojuje místa nakládky a vykládky v reverzačním provozu nebo kruhové dopravě. Zajišťuje optimálním způsobem přepravu po lineární trase bez potřeby podlahové plochy. Existuje velké množství různých provedení od jednoduchých, ručně ovládaných přímých drah až po široce rozvětvené kruhové trasy s částečnou nebo úplnou automatizací. Staví se jako modulární systém a dá se individuálně - stavebnicově rozšířit po celé výrobní hale, např. pomocí obloukových úseků, výhybek a točen nebo použít jako dvou- či více kolejné. Široce je využívána v automobilovém průmyslu. [11]



Obrázek č. 9 Podvěsná dráha jednokolejná [11]



## 7. Řízení výroby

Řízení výroby je uspořádání činitelů výroby do výrobního systému vhodného pro realizaci určité výroby a dále ovlivňování a zásahy do průběhu výroby, aby byla úspěšná. [1]

Základní cíle výroby jsou: [1]

- zabezpečení výroby výrobku nebo služeb na vysoké technickoekonomické a kvalitativní úrovni v souladu s požadavky zákazníků
- včasné zavádění výrobních a technologických inovací
- zabezpečení vysoké pružnosti výroby
- zdokonalování informačních systémů řízení výroby
- optimalizace spotřeby výrobních činitelů a snižování nákladů
- zkracování průběžné doby přípravy a výroby výrobků a v důsledku toho minimalizace výrobních zásob a zásob rozpracované výroby, zkrácení materiálových toků
- zabezpečení vysoké produktivity všech procesů jako předpoklad konkurenceschopnosti firmy

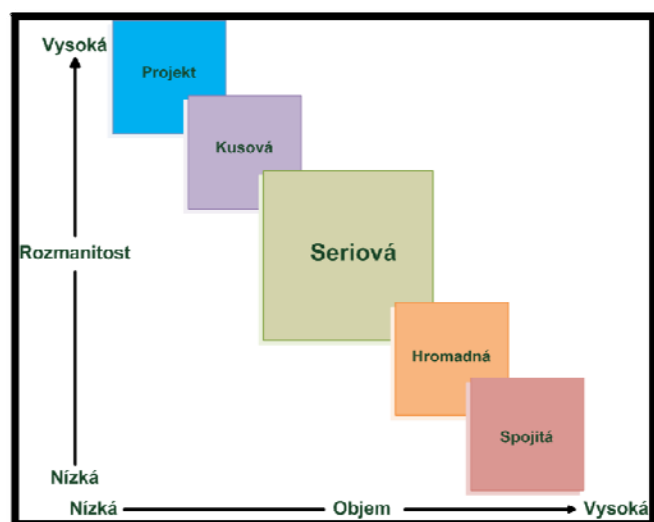
### 7.1. Typy výroby dle množství a rozmanitosti

Podle míry plynulosti technologické transformace rozlišujeme výrobu **plynulou** (hutní, chemickou) a výrobu **diskrétní**. V plynulé výrobě jsou technologické a manipulační procesy na sebe bezprostředně navázány, v diskrétní výrobě se pravidelně střídají a mohou být proloženy čekáním. [1]

Podle množství a rozmanitosti vyráběných výrobků rozlišujeme tyto **typy diskrétní výroby**. [1]

- Hromadná
- Velkosériová
- Středně sériová
- Malosériová
- Kusová
- Projekt

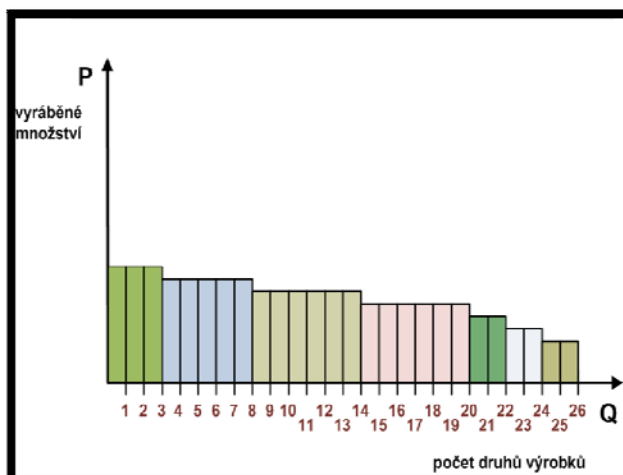
Směrem od hromadné ke kusové výrobě klesá množství jednotlivých vyráběných typů a stoupá počet vyrobených kusů:



Obrázek č. 10 Typy výrobních procesů [1]

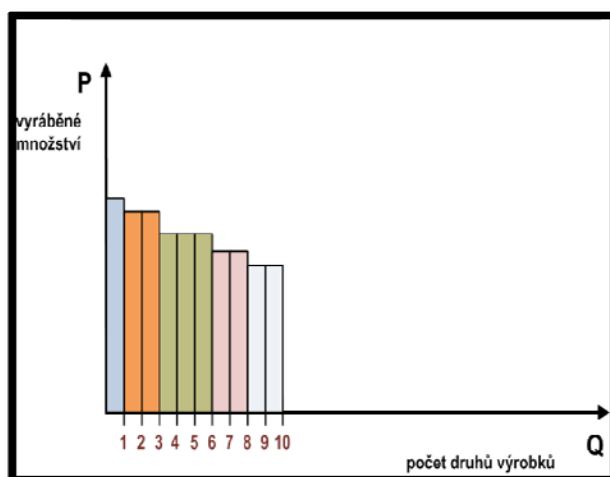
Rozdíl mezi kusovou, sériovou a hromadnou výrobou si nejlépe uvědomíme na grafech, kde na vodorovnou osu vynášíme počet druhů výrobků seřazených sestupně, a na svislou množství vyrobených kusů. [1]

- **Kusová výroba** - za tuto výrobu je označován individuální produkt zpravidla na základě individuální zákaznické zakázky. Výrobní zařízení vykazuje vysoký stupeň flexibility. Problémem řízení výroby je především malá možnost předpovědi požadavků, dlouhé dodací lhůty, pokud nejsou na skladě k dispozici díly a sestavy.



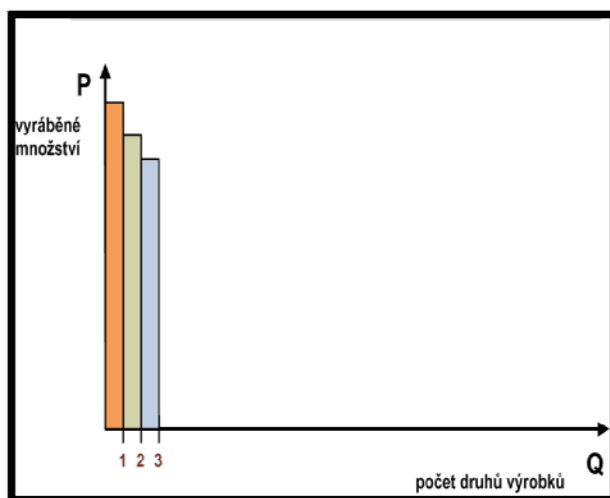
Graf č. 1 Kusová výroba [1]

- **Sériová výroba (malo-, středně- a velkosériová)** - jedná se o výrobu, kdy se na připraveném výrobním zařízení vyrobí omezený počet stejných výrobků. Problémem však je změna seřízení výrobních zařízení před novou sérií, vyžaduje se určitá flexibilita zařízení. Plánování se zaměřuje na velikost zakázky, výrobní dávky, termíny a zásoby na mezikladech.



Graf č. 2 Sériová výroba [1]

- **Hromadná výroba** - stálá, časově neomezená výroba jednoho výrobku v masové míře. Jde zpravidla o výrobu s vysokým stupněm mechanizace a automatizace. Výrobní faktory jsou vysoce specializované. Problémem u tohoto typu výroby je řízení, při kterém jsou ve větší míře akcentovány otázky humánní, jako odstranění monotónnosti práce či zajištění udržení kvalifikovaných pracovníků.



Graf č. 3 Hromadná výroba [1]

## 8. O společnosti ept connector s.r.o.

Společnost ept connector s.r.o. vznikla v České republice před dvaceti pěti lety jako dceřiná firma ept GmbH se sídlem v bavorském Peitingu. Jedná se o rodinný podnik založený panem Bernhardem Guglhörem v roce 1973. Jednotlivá písmena v názvu ept znamenají: elektronische **p**rezisionstechnik. Pan Guglhör začínal v malé garáži a dnes, po čtyřiceti letech, je podnik rozšířen po celém světě - hlavní výrobní závody se nacházejí v Německu, USA, Číně a v České republice. Závod v Habartově se může pochlubit vlastnictvím certifikátů IATF 16949, DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001.



Obrázek č. 11 Výrobní závod Habartov [12]



Obrázek č. 12 Mateřský závod Peiting [12]

Společnost v Habartově vyrobí ročně přes 60 milionů konektorů, zpracuje 20 tisíc zakázek. Zaměstnává 230 pracovníků, čímž se řadí k malým, ale v Karlovarském regionu významným společností. Výrobní hala disponuje výrobním prostorem o výměře 5000 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup> skladovacích ploch.

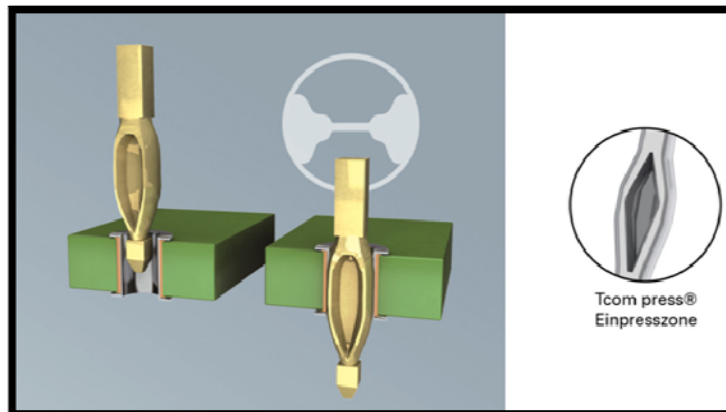
### 8.1. Základní údaje o společnosti:

- Název společnosti: ept connector s.r.o.
- Právní forma: Společnost s ručením omezeným
- Datum zápisu: 30. 9. 1993
- Sídlo: Habartov, Úžlabí 868, okres Sokolov, PSČ 35709
- Identifikační číslo: 49192116
- Základní kapitál: 50 000 000 Kč

### 8.2. Výrobní program

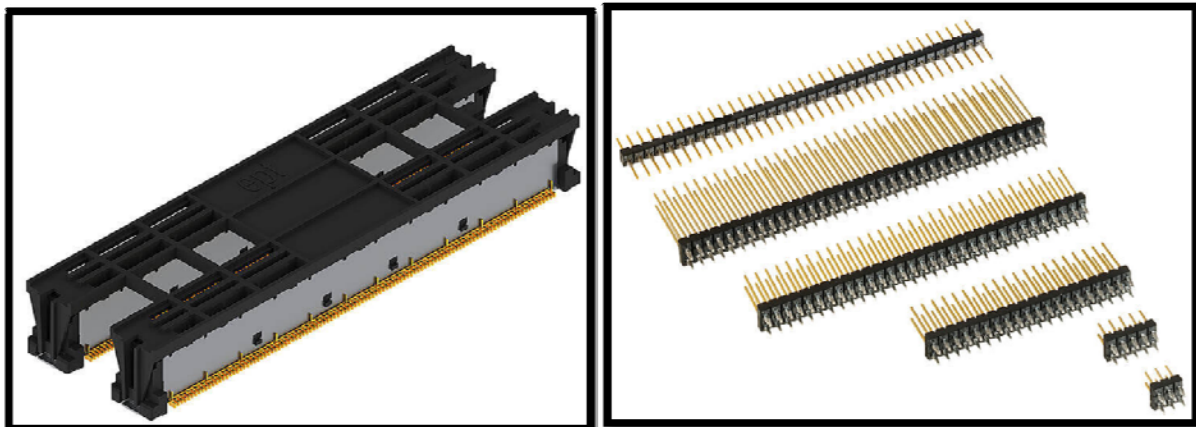
ept connector s.r.o. se zabývá výrobou diskrétních konektorů do desek plošných spojů, které naleznou uplatnění v těchto skupinách: Automotiv, I&C (industrial & communications), ale také stavbou jednoúčelových strojů a nástrojů (střižných, vstřikovacích). Podíl zakázek v jednotlivých segmentech je momentálně: 42% Automotiv, 52% I&C a 6% nástroje a stroje. Samozřejmostí je vlastní vývoj produktů a rychlá reakce na zákaznické požadavky a přání.

Vlastní několik patentů, přičemž nejvíce stěžejním je **Tcom press®**: jednoduché spojení konektoru a základní nosné desky bez dalšího nutného letování - což znamená miliardy vyrobených kusů, deset let v odvětví Automotiv, bez jakékoliv známky problému. Aplikace je následující: pomocí definované síly je kontakt vtlačen do otvoru desky plošného spoje, čímž vznikne mezi vtlačeným kolíkem a plochou otvoru desky plošného spoje svar za studena. Vzniká tak elektricky bezpečně vodivý a mechanicky silně zatížitelný spoj.



Obrázek č. 13 Tcom press [12]

Konektory, které firma vyrábí se ze 100% skládají vždy z plastového izolátoru a kovového kontaktu. Pro představu je rozměr hotových výrobků od 5x2mm, až po 100x10mm (DxŠ). V izolátoru je osazeno 3-440 ks kontaktů. Dle množství a rozmanitosti jde o typ výroby hromadný a sériový.



Obrázek č. 14 Produktové portfolio: Colibri 440pol. a VarPol 3 až 96pol. [12]

### 8.3. Výrobní technologie

Technologiemi, které se při výrobě používají, jsou: ražení kontaktů z měděného pásu, lisování plastů, montáž kontaktů do tělísek - dle stupně automatizace: ruční, poloautomatická či plně automatická. Jednotlivé technologie jsou takto ve firmě rozmístěny na výrobní ploše.

## 9. Zásobování výroby

Zásobování výroby probíhá z vlastního skladu situovaného na začátku výrobní haly a k signalizaci nutnosti závozu materiálu do výroby slouží systémy Milkrun, Kanban, VZV - detailněji popsáno níže. Rozměr výrobní plochy je 125x40m. Skladu potom 30x40m.

### 9.1. Layout výrobní haly



Obrázek č. 15 Layout výrobní haly ept connector Habartov [13]

#### Legenda:

1. Hlavní sklad
2. Vstřikovna – 20 pracovišť
3. Ražení kontaktů – 14 pracovišť
4. Automatické osazování – 27 pracovišť
5. Poloautomatické osazování – 18 pracovišť
6. Ruční osazování – 56 pracovišť

### 9.2. Milkrun

Společnost by ráda využila zásobování pomocí systému Milkrun. V pronájmu má jeden tahač od společnosti Jungheinrich s třemi vagony, na které lze umístit standardní paletu a stanovila jízdní řád jeden krát za dvě hodiny. K tomu, jaký materiál se má vyskladnit, slouží Kanban karta a průvodní list zakázky a plán z MRP. Pomocí Milkrunu se má vracet materiál zpět do skladu ve dvou formách, kterými jsou: hotové výrobky a nespotřebovaný materiál resp. neúplné balící jednotky.

Manipulačními jednotkami jsou v 80% I. řádu kontakty a izolátory a v 20% jde o II. řád, tedy o granulát pro vstřikovnu plastů a obalový materiál.

Převážnými jednotkami poté jsou ukládací bedny, přepravky, palety a roltejny.



### 9.3. Kanban

Kanban a kanbanové karty zatím fungují na 75 % pracovištích a jsou použity tam, kde dochází ke spotřebě materiálu. Při nižší, je využito softwaru Fabrio (viz. kapitola 3.4.). Manipulant ve skladu umístí kanbanovou kartu na materiál, který je nutno k příslušnému pracovišti doplnit, zaveze ho na toto pracoviště a obsluha stroje mu předá karty ze spotřebovaného materiálu. Manipulant při nejbližší jízdě materiál na pracoviště doplní. Tak je zajištěn plynulý oběh karet a doplňování materiálu.

Počet kanbanových karet je zvolen pro třisměnný provoz a vychází z propočtu spotřeby pracoviště a velikosti balící jednotky tak, aby zásoba stačila minimálně na čtyři hodiny, což znamená 2x průjezd soupravy Milkrun.

				KANBANOVÁ KARTA		ID 4	
		KANBANKARTE					
Z pracoviště: Aus den Arbeitsplatz:		Číslo dílu: Teilnummer:	244-5115_22		Na pracoviště: Zu den Arbeitsplatz:		
-		Název: Teilbezeichnung:	hm 2mm FL TYPE A15 TRÄGER-ISO-KÖRP.		1004741		
		Obrázek: Bild:					
Středisko: Abteilung:	Sklad			Balení: Verpackung:	Středisko: Abteilung:	Automaty	
	4041			KLT		4036	
Pozice na pracovišti: Position am Arbeitsplatz:				Počet v balení: Einheitsmenge:	Pozice na pracovišti: Position am Arbeitsplatz:		
HM				4000	1		
		Čárový kód: Stichcode:					
Revize	E	Datum	13.4.2017		Číslo karty	1/1	

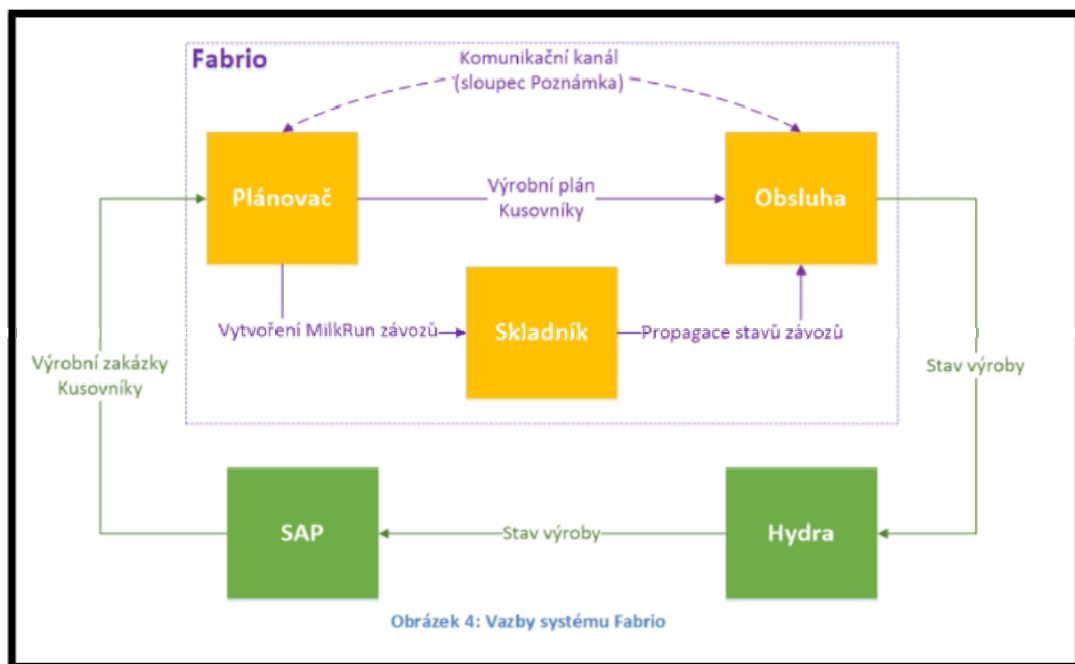
Obrázek č. 16 Kanbanová karta [13]

Na Kanbanové kartě nalezneme např. tyto základní údaje:

- odkud se má materiál převézt (sklad)
- na jaké pracoviště (1004741)
- číslo dílu (244-5115\_22)
- počet v balení (4000ks)
- manipulační jednotka (KLT)

### 9.4. Systém Fabrio

Další řídicí bod, který do procesu s Milkrunem vstupuje, je interní logistický software Fabrio. Momentálně funguje ve 2 modulech "Přípravář" a "Plánovač". V modulu Plánovač určí Fabrio prioritu zakázám na jednotlivých pracovištích, které se mají v dané dny zpracovávat. Data se pak přemístí do modulu Přípravář, kde přípravář vidí jen ty nejpotřebnější informace. Zjednodušeně tedy kdy, kam, na jaké pracoviště, jaké množství materiálu.



Obrázek č. 17 Systém Fabrio [13]

Merica Fabrio Plánovač

Vytvoř výrobní plán Změň pracovní týden

Výrobní plán Skupiny zdrojů Zprávy

G10 860384

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	... Poznámka	... Pracoviště	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	ok vyrobeno	...	1004703	1	...	860373	...	00	107-401665EW	E4SM ace 3,7 mm D8 gen...	...	...	...	...	13.04.2018 12:59	R	0:00	13.04.2018 13:00	R	0:00	13.04.2018 13:00	R	...	3009
3	ok vyrobeno	...	1004703	1	...	860808	...	01	107-40016	F32M aa 3,7 mm D5 gen...	...	...	...	...	03.05.2018 06:00	R	0:30	03.05.2018 06:30	R	4:06	03.05.2018 11:06	R	...	2176
4	ok mat. u stroje	...	1004703	1	...	860738	...	02	105-40064P	100-032-033	...	...	...	...	03.05.2018 11:06	R	4:30	03.05.2018 15:36	O	19:48	04.05.2018 12:54	R	...	8600
5	ok nařizovane	...	1004703	1	...	860367	...	03	105-10061N	D32M ac 3 mm D8 90°II	...	...	...	...	04.05.2018 12:54	R	0:30	04.05.2018 13:24	R	1:39	04.05.2018 15:03	O	...	800

Obrázek č. 18 Modul Plánovač Fabrio [14]

### 9.5. Volba systému Milkrun nebo Fabrio

K volbě způsobu zavážení, buďto systémem Milkrun (řízeným kanbanovými kartami) nebo systémem Fabrio (řízeným plánem výroby) bylo analyzováno velké množství dat, které do procesu vstupují. Tato data byla dále základem pro určení četnosti závazek, či určení minimální zásoby na pracovišti. Minimální zásoba je počítána s tím předpokladem, aby na pracovišti, při optimální spotřebě, vydržela minimálně 4 hodiny, tzn. 2 intervaly závozu Milkrunu. Na příkladu v tabulce můžeme vidět roční analýzu materiálu z jednoho pracoviště.

Název materiálu	Objem roční spotřeby	Počet zakázek za rok	Největší spotřeba / hodina	Doba zásoby(hodiny)		Velikost balení	Potřebné množství	Zakrouhlené množství	Zvolené množství karet	% roční produkce	doba výdrže	Doporučený způsob zavažení	Počet závozu za rok
				4	10,00%								
112-204 Holzpaletten 800x1200 mm IPPC Ausführung	87	36	0,15	1	0,62	1				1,15%	6,45	fabrio	0
131-21008-13_00 Kontaktmesser RLS 4-galv.	17689611	419	3246,07	40000	0,32	1	3	3	0,68%	36,97	milkrun	147	
131-4002 Abdeckung spritzen CD4	1899792	128	1071,01	3500	1,22	2	3	3	0,55%	9,80	milkrun	181	
131-4003 RLS4 spritzen (Kodierung "A")	1062288	78	1071,01	1500	2,86	3	6	6	0,85%	8,40	milkrun	118	
131-4302 CD4 spritzen (Kodierung "D")	173364	14	1071,01	3500	1,22	2			4,04%	6,54	fabrio	25	
131-4303 RLS4 spritzen (Kodierung "D")	2702664	199	1071,01	1500	2,86	3	6	6	0,33%	8,40	milkrun	300	
40018 Trockenmittelbeutel, Übersee 1/2 Einheit	1346	36	3,19	60	0,21	1			4,40%	18,78	fabrio	22	
40020 Aluverbundhaube Übersee	87	36	0,15	1	0,62	1			1,15%	6,45	fabrio	87	
40091 esd Seiltrichtersack, 600/400x900x0,05	1346	36	3,19	60	0,21	1			4,40%	18,78	fabrio	22	
40327 Blister Einweg RLS4 und CD 4	14267	28	30,47	192	0,63	1			1,35%	6,30	fabrio	0	
477113-00 IMF-RFHÄI TFR IMF 6320DPII schwarz	9101	383	2,79	12	0,93	1	2	2	0,26%	8,60	milkrun	0	
477113-04 Zwischenlage HFK	9101	383	2,79	12	0,93	1	2	2	0,26%	8,60	milkrun	379,2083	
477200-00 Europalette Hella	763	382	0,15	1	0,62	1	2	2	0,26%	12,91	milkrun	0	
480017-65/BI A11 ARDFCKHALURE A 130R	763	382	0,15	1	0,62	1	2	2	0,26%	12,91	milkrun	0	
480398-31 Tray RLS4 Hella 55x355	145558	383	29,75	192	0,62	1	2	2	0,26%	12,91	milkrun	0	
40914 Zwischenlage blau 510x345x3 mm	848	19	2,48	50	0,20	1			5,90%	20,17	fabrio	16,96	

Tabulka č. 1 Volba systematiky zavažení + výpočet potřebných kanbanových karet [13]

## 9.6. Vozíky VZV

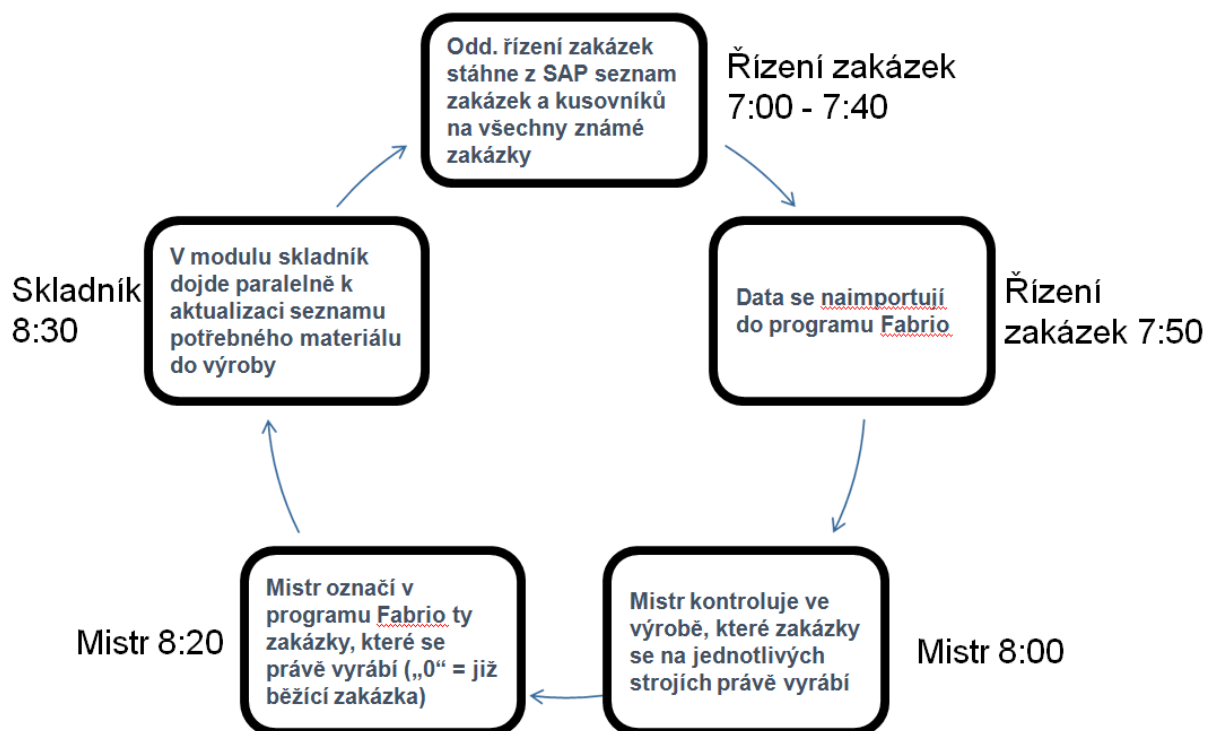
Dále se ve výrobě používá, mimo systému Milkrun, také zavažení výroby pomocí VZV. Jde o tradiční způsob převzatý ze starého závodu ve Svatavě, ze kterého se společnost před necelým rokem přemístila. Signalizace pro toto zavezení je pomocí průvodního listu zakázky nebo výrobního plánu z MRP. Většinou jde o neplánovaný závoz. VZV veze vždy jednu paletu s materiálem a firma disponuje dvěma kusy nízkozdvíhových VZV.



## 9.7. Vazby systémů na výrobní plán podniku

Každý den probíhá v MRP systému aktualizace zakázek nově přidáných oddělením prodeje v mateřském závodě. Tato data se ráno stáhnou do tzv. Prioritní listiny, kde je jejich ucelený přehled. Plánovač výroby po té distribuuje tyto zakázky na příslušné stroje. Zakázkový list nese datum výroby, ten je závazný pro operátory na jednotlivých pracovištích.

Stažená data se importují do systému Fabriio. Mistr výroby prochází výrobu a pořizuje přehled, jaké zakázky se aktuálně produkují tak, aby plán výroby mohl být systémem Fabriio aktualizován. Po té v systému označí právě produkované zakázky nulou, tzn. právě běžící zakázku. Od této nuly systém Fabriio naplánuje optimální pořadí zakázek na základě zadaných kritérií. Níže uvádím diagram ranní aktualizace dat v systému.



Obrázek č. 19 Diagram aktualizace systému Fabriio [13]

## 10. Analýza systému

Prvotním pozorováním a vedením dialogů s jednotlivými zaměstnanci byly zjištěny následující nedostatky, které byly prezentovány konzultantovi projektu:

### *Výroba:*

- Systém Fabrio ani Milkrun není funkční na všech pracovištích výroby
- Pokud je materiál vyskladňován pomocí Fabrio, operátor neví, zda je závoz materiálu řízen Kanbanem
- Operátor objednává materiál ústně při průjezdu Milkrun nebo VZV vozíku
- Operátor u stroje předává karty manipulantom osobně, někdy jej může minout a závoz pracoviště materiálem je uskutečněn pozdě
- Operátor chodí do skladu materiál vyzvedávat, či objednávat pro zavezení

### *Sklad:*

- Přípravář shromažďuje karty a pracoviště nezaváží pravidelně dle požadavku
- Materiál je vyskladňován do výroby pomocí VZV místo Milkrun – jednotlivými závozy - panuje rezistence vůči zavážení Milkrun soupravou.
- Není určen systém kontroly dostupnosti materiálu a času dodání, pokud materiál chybí – dohledávání v systému na denní bázi.
- Vysokoobrátkový materiál je umístěn v nejvyšších pozicích skladu a vyskladnění materiálu prodlužuje manipulace s VZV - přípraváři si stěžují, že materiál nestíhají připravit.

### 10.1. Určení cílů projektu

S vedením společnosti jsme se dohodli na těchto cílech projektu:

1. Analyzovat, zda se vyplatí investovat do soupravy Milkrun. Pokud ano -> navrhnout typ. Pokud ne -> doporučit jiný systém
2. Analýza a nalezení nejefektivnějšího způsobu zavážení pracovišť
3. Navrhnout systém k odstranění ústních objednávek a zrychlení vyskladnění materiálu na pracoviště
4. Vzhledem k plánovanému navýšení požadavků o 20%, bude potřeba zachovat personální obsazení skladu?

## 11. Výroba - analýza investice do systému zavážení pracovišť

### 11.1. Simulace zavážení

Pro zjištění, zda se vyplatí investovat do zavážení systémem Milkrun, či je lepší tradiční systém zavážení pracovišť na montáži, jsem provedl měření ve výrobě a simulaci přímo s jednotlivými manipulanty.



Obrázek č. 20 Layout se zastávkami při zavážení výroby [vlastní]

Nejprve jsme pracoviště zaváželi tradičním způsobem VZV s tímto výsledkem:

Ze skladu do výroby:

Materiál pro výrobu - první jízda - 153m

Materiál pro výrobu - druhá jízda - 167m

Obalový materiál pro výrobu - třetí jízda - 199m

Z výroby do skladu:

Hotová produkce - první jízda - 45m

Hotová produkce - druhá jízda - 193m

Sběr prázdných obalů - třetí jízda - 195m

Po té jsme vyjeli se soupravou Milkrun

**Milkrun - jedna jízda 207m**

Shrnuli výsledek: souprava Milkrun projede výrobou pouze jednou - urazí 207m, pro transport srovnatelného množství materiálu ze skladu (3 palety) je potřeba absolvovat tři cesty ze skladu a do skladu o délce  $153 + 167 + 199$  m. Milkrun při jízdě zároveň sbírá hotovu

výrobu, vratky a obaly. Pro přepravu stejného objemu materiálu z výroby do skladu je potřeba uskutečnit tři cesty o celkové délce 45+193+195 m. Pro vykrytí jedné jízdy Milkrun (207m) je potřeba absolvovat celkem 952m prostřednictvím VZV.

## 11.2. Porovnávání časové náročnosti zavážení

Pro porovnání časové náročnosti zavážení výroby materiálem se provedlo několik měření na ranní a odpolední směně. Na začátku ranní směny je patrna nutnost většího počtu závozdů než jednou za dvě hodiny (viz. Tabulka č. 2) - tato potřeba trvá do osmé hodiny ranní a po té již jsou jízdy organizovány standardně po dvou hodinách.

Porovnání MILKRUN - VZV								
Datum pozorování	Doba jízdy od-do	Trvání jízdy od-do [min]	MILKRUN		VZV		rozdíl	Efektivita MILKRUN
			počet obsazených vagónků Milkrun	ujetá dráha [m]	Počet nutných jízd	ujetá dráha [m]		
5.2.2018	5:57 - 6:07	10,0	3/3	207	6	912	705	4,4
	6:27 - 6:37	10,0	3/3	207	6	902	695	4,4
	7:21 - 7:29	8,0	3/3	207	6	916	709	4,4
	7:56 - 8:02	6,0	3/1	207	4	453	246	2,2
6.2.2018	6:02 - 6:13	9,0	3/3	207	6	650	443	3,1
	7:00 - 7:10	10,0	3/2	207	5	793	586	3,8
	8:01 - 8:12	11,0	3/1	207	4	593	386	2,9
7.2.2018	14:10 - 14:18	8,0	3/2	207	5	745	538	3,6
	16:05 - 16:12	7,0	3/1	207	4	683	476	3,3
	18:01 - 18:09	8,0	2/1	207	3	455	248	2,2
8.2.2018	14:07 - 14:15	8,0	3/2	207	5	683	476	3,3
	16:05 - 16:12	7,0	3/1	207	4	642	435	3,1
	18:03 - 18:11	8,0	2/2	207	4	414	207	2,0
průměrná délka cesty 207m:		8min				Efektivita Milkrun		3,3

Tabulka č. 2 Porovnání Milkrun vs. vysokozdvizný vozík [vlastní]

Jelikož je provoz skladu dvousměnný, za jeden den se uskuteční průměrně deset jízd:

6 - 8 hodina - tři jízdy a po té po jedné v 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 hodin.

Vezmeme-li v úvahu průměrnou délku cesty soupravy Milkrun 8min a jeho efektivitu vůči VZV 3,3, přičemž provozní rychlosti jsou srovnatelné, pak lze na deseti jízdách uspořit:

- denní úspora:  $8 \cdot 3,3 \cdot 10 = 264 \text{min}$
- Hodinová sazba manipulanta: 10,9€
- **Roční úspora:**  $250 \cdot (264/60) \cdot 10,9 = 11\,990\text{€}$

Jak je patrné, jistě se investice do vlastní soupravy tahače s e-rámy a manipulačními vozíky na paletu vyplatí a je možno přistoupit k návrhu Milkrun systému.

## 12. Návrh Milkrun dodavatele

Na základě zhodnocení možnosti závozů, bylo přistoupeno k výběru nejvhodnějšího systému pro Milkrun. S vedením podniku byla nadefinována kritéria a byli zvoleni tři dodavatelé. Systém se bude skládat z tahače, přípojných e-rámů (vzhledem k poloměru zatáček ve firmě byl zvolen počet tří kusů) a podvozku pro standardní euro paletu velikosti 80x120cm.



Obrázek č. 21 Tahač STILL [16]



Obrázek č. 22 Tahač Toyota [15]



Obrázek č. 23 Tahač Jungheinrich [5]

### 12.1. Parametry a kritéria

Dodavatel systému Milkrun				
Parametr	Kritérium	Still	Toyota	Jungheinrich
Servis (dostupnost)	K1	24h	24h	24h
Ovladatelnost (1-5)	K2	3	2	1
E - rámy (systém)	K3	Hydrau.	Hydrau.	Mech.
Kapacita baterie (mAh)	K4	350	200	250
Cena tahač (€)	K5	13 200	12 800	11 130
E - rám cena (€)	K6	4050	2500	2600
vozík na paletu cena (€)	K7	107	250	405

Tabulka č. 3 Parametry a kritéria [vlastní]

### 12.2. Bodování variant

Dle preferencí vedení společnosti, kde 100 bodů je nejlepší, 0 pak nejhorší.

	Kritérium	Still	Toyota	Jungheinrich
Servis (dostupnost)	K1	100	100	100
Ovladatelnost (1-5)	K2	50	75	100
E - rámy (systém)	K3	100	100	50
Kapacita baterie (mAh)	K4	100	50	60
Cena tahač (€)	K5	60	75	100
E - rám cena (€)	K6	50	100	75
vozík na paletu cena (€)	K7	100	75	50

Tabulka č. 4 Bodování parametrů [vlastní]

### 12.3. Stanovení vah kritérií

Pro stanovení vah kritérií jsem zvolil Saatyho metodu:

Saatyho metodu lze rozdělit do dvou kroků. První krok je analogický metodě párového porovnání, kdy se opět zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií uspořádaných v tabulce, v jejichž řádcích i sloupcích jsou zapsána kritéria ve stejném pořadí. Na rozdíl od metody párového porovnání se však, kromě směru preference dvojic kritérií, určuje také velikost této preference, která se vyjadřuje určitým počtem bodů ze zvolené bodové stupnice. Saaty doporučuje využít pro vyjádření velikostí preferencí bodové stupnice opatřené deskriptory, uvedené v tabulce. [17]

1	Kriteria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější než druhé
5	První kritérium je dosti významnější než druhé
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

Tabulka č. 5 Deskriptory preferencí [17]

Poznámka: Hodnoty 2, 4, 6, 8 lze využít k jemnějšímu rozlišení velikosti preferencí dvojic kritérií.

Výsledkem tohoto kroku je získání pravé horní trojúhelníkové části matice velikostí preferencí, někdy se též tato matice označuje jako Saatyho matice, resp. matice relativních důležitostí.

Dále tedy stanovují postupně velikosti preferencí jednotlivých dvojic kritérií uspořádaných v tabulce, kde v řádcích a sloupcích jsou zapsána kritéria v témže pořadí, přičemž velikost preference vyjadřuje vždy přiřazením určitého počtu bodů z bodové stupnice opatřené deskriptory.

Pokud je kritérium uvedené v řádku významnější než kritérium uvedené ve sloupci, zapíše se do příslušného políčka počet bodů, kterým hodnotitel vyjadřuje velikost preference kritéria v řádku vzhledem ke kritériu ve sloupci. Pokud je naopak kritérium ve sloupci významnější než kritérium v řádku, zapíše se do příslušného políčka převrácená hodnota zvoleného počtu bodů.

Hodnoty vah kritérií stanovíme pomocí geometrických průměrů řádků Saatyho matice. Jestliže tyto řádkové geometrické průměry znormujeme, dostaneme normované váhy našeho souboru kritérií. [17]

Parametr	Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Geo. Průměr	Váha
Servis (dostupnost)	K1	1	3	3	1/3	1/5	1/3	5	1	0,095
Ovladatelnost (1-5)	K2	1/3	1	3	1/5	1/5	1/3	3	0,631	0,060
E - rámy (systém)	K3	1/3	1/3	1	1/7	1/7	1/5	3	0,390	0,037
Kapacita baterie (mAh)	K4	3	5	7	1	1/3	3	9	2,661	0,254
Cena tahač (€)	K5	5	5	7	3	1	3	9	3,918	0,373
E - rám cena (€)	K6	3	3	5	1/3	1/3	1	7	1,662	0,158
vozik na paletu cena (€)	K7	1/5	1/3	1/3	1/9	1/9	1/7	1	0,235	0,022

Tabulka č. 6 Saatyho matice [vlastní]

## 12.4. Vyhodnocení

Následný sumární součet bodů upravených o váhu kritéria (vynásobení hodnotou váhy) pro každou variantu odhalí, která varianta získala nejvíce bodů a je tedy pravděpodobně nejvýhodnější. Zde navrhuji soupravu od společnosti Jungheinrich.

Parametr	Váha	Still	Toyota	Jungheinrich
Servis (dostupnost)	0,095	9,527	9,527	9,527
Ovladatelnost (1-5)	0,060	3,008	4,511	6,015
E - rámy (systém)	0,037	3,711	3,711	1,855
Kapacita baterie (mAh)	0,254	25,352	12,676	15,211
Cena tahač (€)	0,373	22,396	27,995	37,327
E - rám cena (€)	0,158	7,916	15,832	11,874
vozik na paletu cena (€)	0,022	2,236	1,677	1,118
<b>Suma</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	<b>76</b>	<b>83</b>
<b>Pořadí volby</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
		<b>Still</b>	<b>Toyota</b>	<b>Jungheinrich</b>

Tabulka č. 7 Sumární počty bodů [vlastní]



### 13. Paralelní výrobní Kanban

Při analyzování systému zásobování jsem si všiml jedné věci. Při průjezdu soupravy Milkrun nebo VZV kolem vstřikovny (v layoutu na obrázku č. pozice 2) probíhá sběr polotovaru - izolátorů a ty jsou transportovány do skladu. Odtud v případě potřeby jsou opět vyváženy na pracoviště osazování (v layoutu na obrázku č. pozice 4). Navrhl jsem vytvořit výrobní paralelní kanbanový systém, který by nebyl závislý na oběhu sklad - výroba - sklad, ale pouze výroba - výroba. Přínos by byl také v tom, že pracoviště, která odebírají materiál, by byla zásobována tzv. Pull systémem (více vysvětleno v semestrálním projektu B). Systém by pomohl také snížit počet skladových zásob a ušetřit práci manipulanta.

Byla vytipována tzv. High-runnerová pracoviště, v celkovém počtu 12, kde je vysoká využitost strojů jak na vstřikovně, kde se produkují izolátory, tak i na příslušném automatu do kterého polotovary vstupují a kde dojde k jejich osazení, tedy k výrobě finálního výrobku.

Výhodou této metody je možnost eliminace pohybu přípravářů a skladových prostor, protože polotovary by se na základě hlášení dle kanbanových karet dodávaly, resp. vyráběly Just-in-Time a do požadovaného automatu by putovaly z příslušného vstřikolisu přímo přes uličku bez jiných manipulací.

V momentě, kdy dojde na automatu (finální výrobek) k potřebě objednat materiál, tedy spotřebuje bednu s izolátory, vezme operátor od automatu kanbanovou kartu a dá ji do označeného pořadníku. Až dojde počet karet k hranici žluté je to signál pro operátora vstřikolisu začít vyrábět další dávku. Hotovou bednu s polotovary pak připraví na vyznačené místo i s přiloženou Kanban kartou, odkud si ji převezme operátor automatu.

#### 13.1. Zavedení pilotního pracoviště

Na pravidelné schůzce jsem představil konzultantovi projektu tento návrh a ten hned uvolnil kapacity pro realizaci na pilotním pracovišti. Na obrázku níže jde o zelená pracoviště označená křížkem. Kanbanové karty jsou shodné jako v případě obrázku č. 7 a nesou stejné informace.



Obrázek č. 24 Výrobní kanban [vlastní]



Na obrázku lze vidět funkčnost celého systému. Pokud se díly u stroje zpracují, operátor osazovacího stroje vkládá kanbanové karty seshora dolu - **zelená zóna**.

V momentě, kdy karta dosáhne **žluté hranice**, jde o signál, že se zásoba na pracovišti osazování tenčí a je potřeba uvažovat o zařazení artiklu do výroby.

Pokud karty zasáhnou **červené pole**, artikl je nutné produkovat, hrozí zastavení výroby na pracovišti osazování.



Obrázek č. 25 Zásobník na karty [vlastní]



Obrázek č. 26 KLT s izolátory označené kartami [vlastní]

Tímto opatřením se podařilo podstatně uspořit, celkem 135 závozu a tím spojenou manipulaci za rok. Což odpovídá, přepočteno do časové náročnosti, cesty soupravy Milkrun (= 8min):

časová úspora  $135 \cdot 8 = 1080 \text{ min}$  za rok

manipulace ve skladu:  $135 \cdot 53 = 7155 \text{ min}$  za rok

Název materiálu	Objem roční spotřeby	Počet zakázek	Největší spotřeba / hodina	Velikost balení	Potřebné množství	Zaokrouhlené množství	Zvolené množství karet	% roční produkce	doba výdrže	Doporučený způsob zavážení	Počet závozu za rok
914-15040 Busverbinder 14-polig	1518000	62	444,00	2600	0,68	1	10	1,71%	111,15	milkrun	58
914-15041 Busverbinder 14-polig	1518000	62	444,00	10000	0,18	1	8	5,27%	180,00	milkrun	19
913-15042 Bussystem Messerleiste 2x14 pol	704000	49	411,00	2000	0,82	1	10	2,84%	112,00	milkrun	35
913-15001_01 POWERLEISTE 10pol.	8649200	52	1818,00	8000	0,91	1	20	4,38%	132,00	milkrun	23
											<b>135</b>

Tabulka č. 8 Výpočet výrobního kanbanu [vlastní]

## 14. Sklad - analýza manipulace s materiálem

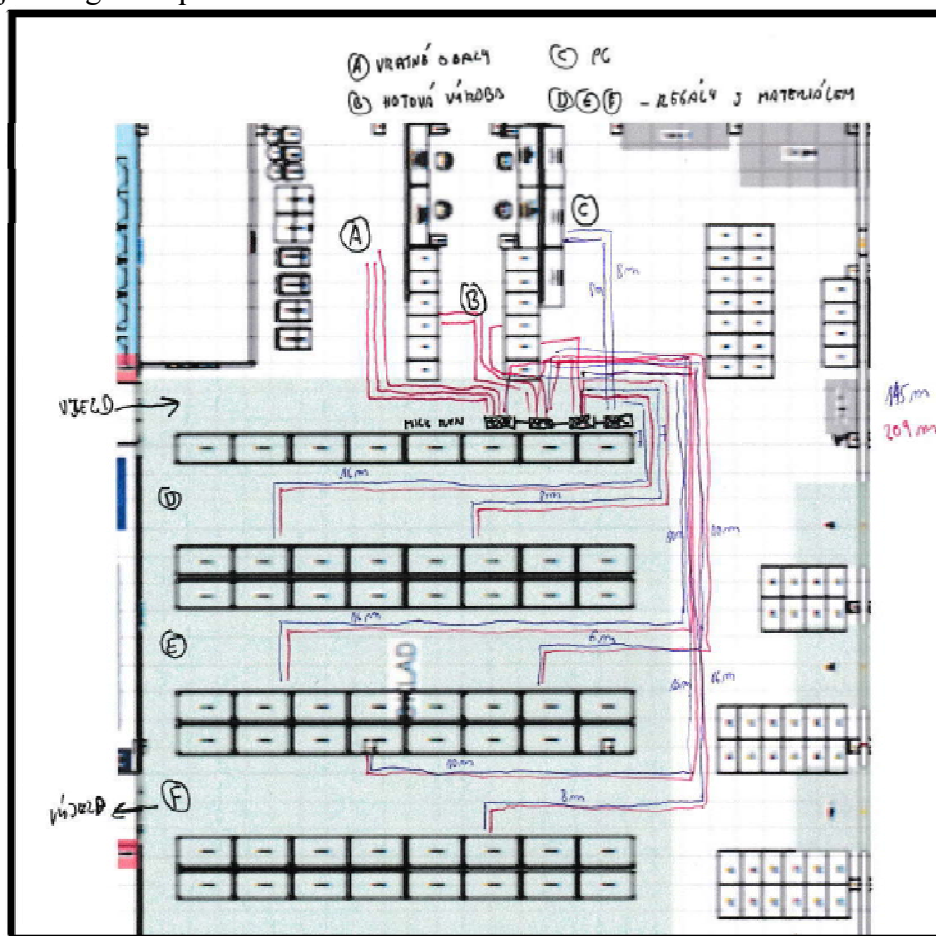
Po mém působení v procesu výroby jsem se přesunul do skladu, kde jsem měl hodnotit, kolik kapacit je nutné mít pro obsluhu systému zásobování. Pro lepší představu podlahová plocha skladu je 40x30m. Počet paletových míst v regálovém systému je 953.

### 14.1. Špagetový diagram

Špagetový diagram zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. Do layoutu pracoviště se zachycují jeho veškeré pohyby. Tento způsob analýzy je snadné uskutečnit při snímkování průběhu práce. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje.

V případě skladu společnosti je proces nastaven takto: souprava Milkrun nebo VZV vjede do skladu, zastaví před pracovištěm výstupní kontroly a manipulát vykládá materiál z jednotlivých vozíků. Manipulace s materiálem je červená čára, modrá pak chůze, nebo jízda s paletovým vozíkem na prázdnno. Dále je označeno:

- A - odloží obaly a materiál, který jde zpět z výroby
- B - hotové výrobky předá na výstupní kontrolu
- C - je prostor pro skladníky a manipulanty se systémem SAP
- D, E, F - jsou regálové pozice s materiálem



Obrázek č. 27 Špagetový diagram [vlastní]



Obrázek č. 28 Pohled na regálový systém [vlastní]



Obrázek č. 29 souprava Milkrun [vlastní]

Takto jsem provedl sedm měření na jedné směně a průměrné hodnoty jsou:

- 220m manipulace s materiálem - 15min
- 180m chůze, jízda bez materiálu do regálových pozic a vyskladnění - 38min

Po naložení vagónků materiálem jde manipulát na pracoviště s PC se systémem SAP a zaznamenává pohyb materiálu (tzv. přeskládňuje) ze skladu do výroby.

Z celkového pohledu a analýzy ze špagetového diagramu se jeví jako největší plýtvání pohyb manipulanta mezi regály a jeho cestování s materiálem vyskladněným z regálu zpět k soupravě vláčku Milkrun.

Jako nápravné opatření lze navrhnout následující: pořídit další rámy na paletu, které se připojují do E-rámu, a ty budou umístěné na začátku každé regálové uličky. Tím lze uspořit cestu od regálu k zaparkované soupravě.



Obrázek č. 30 Rám na paletu [5]



Obrázek č. 31 E-rám [5]

Po naložení palety posazené na rámu, stačí přejít k zaparkované soupravě a při průjezdu soupravy kolem regálových pozic nasunout rámy na E-rámy a jet standardně do výroby. Tímto způsobem lze ušetřit dle výpočtů 130m chůze/jízdy s VZV k zaparkovanému vlaku.

## 14.2. Zastávky Milkrun ve výrobě

K odstranění problémů se zavážením materiálu ze skladu na jednotlivá pracoviště, jak jsem již popsal v kapitole 4, a ke zjednodušení celého systému, jsme se rozhodli zjednodušit systém zastávek ve výrobní hale. Při stávajícím systému je nutné to, aby si manipulát pamtaval všechna označení pracovišť ve výrobě. Což kladlo zbytečně velké nároky na znalost rozmístění strojů na hale a v případě případné optimalizace layoutu nutnost involvovat do změny více lidí.

Proto jsme do výroby implementovali jednoduché boxy na kanbanové karty i s popisem zastávky, jak je patrné z obrázků č 34 a 35

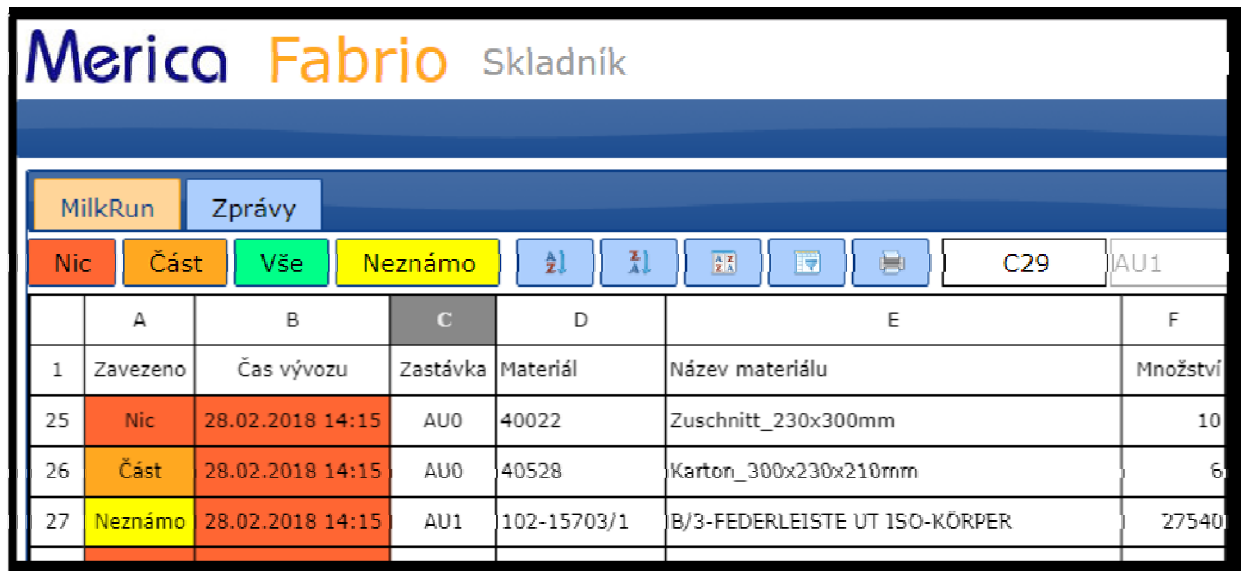


Obrázek č. 32 Detail boxu karty [vlastní]



Obrázek č. 33 Zastávka s boxem na karty [vlastní]

Tuto změnu bylo nutné promítnout též do modulu Skladník v systému Fabriio, jednoduchým vložením sloupce "C" s popisem zastávky. Celý seznam lze vytisknout a vzít sebou na soupravu Milkrun.



The screenshot shows the Merico Fabriio Skladník interface. At the top, there are tabs for 'MilkRun' and 'Zprávy'. Below the tabs is a navigation bar with buttons for 'Nic', 'Část', 'Vše', and 'Neznámo', along with several icons. The main area contains a table with the following data:

	A	B	C	D	E	F
1	Zavezeno	Čas vývozu	Zastávka	Materiál	Název materiálu	Množství
25	Nic	28.02.2018 14:15	AU0	40022	Zuschnitt_230x300mm	10
26	Část	28.02.2018 14:15	AU0	40528	Karton_300x230x210mm	6
27	Neznámo	28.02.2018 14:15	AU1	102-15703/1	B/3-FEDERLEISTE UT ISO-KÖRPER	27540

Obrázek č. 34 Modul Skladník systému Fabriio [14]



## 15. Závěr

V teoretické části byla zpracovaná rešerše, čím se logistika zabývá a jakým způsobem se dá logistika řídit.

Ve firmě *ept connector s.r.o.* bylo následně čerpáno právě z těchto nabytých vědomostí.

Pokud budeme hodnotit celý systém zásobování pracovišť ve výše uvedené firmě, lze konstatovat, že je na velmi dobré úrovni a vše má svůj řád. Firma spolupracovala na vývoji systému se ZČU v Plzni a tato spolupráce je znát. Jedná se hlavně o výpočty potřebných materiálů pro pracoviště a z toho vyplývající počet kanbanových karet, a taktéž Layout - rozmístění strojů. Cílem této činnosti bylo doladit systém a splnit očekávání, které mělo vedení podniku, resp. podnikový konzultant práce.

Zhodnocení jednotlivých cílů:

*1) Analyzovat, zda se vyplatí investovat do soupravy Milkrun. Pokud ano -> navrhnout typ. Pokud ne -> doporučit jiný systém*

Po přestěhování firmy do nových prostor přetrvával stále názor, že do výroby je lepší a rychlejší organizovat jednotlivé závozy pomocí VZV. Manipulanti měli rezistenci vůbec pronajatou soupravu používat. Po provedené simulaci a představení výsledku všem zúčastněným byl tento odpor ke změně zlomen a na základě úspory byla objednána vlastní souprava. Sekundární úspora plyne také z toho, že souprava byla v podniku v pronájmu a měsíčně generovala náklad 45 000Kč.

*2) Analýza a nalezení nejefektivnějšího způsobu zavážení pracovišť*

Zde se podařilo nalézt úsporu v paralelním výrobním kanbanu. Došlo k odstranění nutnosti vyskladňovat vše přes sklad. Tento systém se připravuje již také pro drobný obalový materiál, který bude uložen v supermarketu u jednotlivých pracovišť.

*3) Navrhnout systém k odstranění ústních objednávek a zrychlení vyskladnění materiálu na pracoviště*

Podařil se nastavit systém zastávek ve výrobě. Odpadá tím nutnost komunikace operátor x manipulát. Jako sekundární úsporu lze určitě uvést zvýšení produktivity na pracovištích, jelikož operátor se pouze věnuje výrobě a nestará se o materiál.

*4) Lze vzhledem k plánovanému navýšení požadavků o 20% zachovat personální obsazení skladu?*

Personální obsazení skladu není nutné, na základě dosažených časových úspor měnit. A navýšení požadavků lze, se stávajícím obsazením, absolvovat. Shrnutím všech časových úspor jde o:

264 min denně při použití soupravy Milkrun, což generuje peněžní úsporu 11990€ ročně.

7155 min ročně, 30min denně ušetření manipulace ve skladu

Z toho vyplývá, že celkem lze uspořit 294 min/den/2směny, které může manipulát využít k rozvozu navýšeného požadavku výroby, jelikož při pracovním fondu 900min/den/2směny jde 32 % úsporu času.

## Použitá literatura

- [1] EDL, M., *Metody průmyslového inženýrství - Výroba*, [pdf] Plzeň: ZČU Plzeň. ISBN 978-80-87539-40-8
- [2] ŠIMON M., TRNKOVA L., *Logistika - teoretická část*, [E-learning] Plzeň: ZČU Plzeň, 2012. ISBN 978-80-87539-35-4
- [3] G, TOMEK a V, VAVROVA, *Integrované řízení výroby*, Praha: Grada Publishing,a.s., 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [4] KOPEČEK, P., *Modul 15 - Plánování a řízení výroby v digitálním podniku*, [eBook] Plzeň: ZČU Plzeň, 2012. 978-80-87539-14-9
- [5] *Manipulační technika. Jungheinrich* [online]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/>
- [6] KOŠTURIÁK, J. a FROLÍK, Z., *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
- [7] LENORT, R., *Průmyslová logistika*, [eBook] Ostrava: VŠB Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2584-7
- [8] *Logistika. Yonix clever logistics* [online]. Dostupné z: <http://logistika.yonix.cz/>
- [9] DOSTÁL, D., *Řízení materiálových toků*, [přednáška] Nejdek: IPI Liberec, 2014
- [10] KLEČANSKÝ, P., *Racionalizace zásobování montážních linek* [online]. ZČU Plzeň, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: [https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/25215/1/Klecansky\\_DP.pdf](https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/25215/1/Klecansky_DP.pdf). Diplomová práce. ZČU Plzeň. Vedoucí práce Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.
- [11] *Podvěsné dráhy KBK. Demag* [online]. Dostupné z: <http://www.demagcranes.com/cs/produkty/jerabova-stavebnice-kbk/podvesne-drahy-kbk>
- [12] *Über ept. Ept* [online]. Dostupné z: <https://www.ept.de/index.php?Firmenprofil-de>
- [13] *Popis výrobního systému ept connector s.r.o.* ept connector s.r.o. Svatava, 2015.
- [14] *APS Fabio - Softwarový nástroj pro optimalizaci výroby. Merica* [online]. Dostupné z: <http://merica.cz/cs/products/fabrio/benefits/>
- [15] *Tahače a přípojné vozíky. Toyota Material handling* [online]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-nabidka/produktova-rada/tahace-a-pripojne-voziky>

[16] Plošinové vozíky a tahače. Still [online]. Dostupné z: <http://www.still.cz/plostinove-voziky-tahaces-ltx20-ltxt040.0.0.html>

[17] Metody stanovení vah kritérií. VŠB - Technická univerzita Ostrava [online]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>