

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh uspořádání výrobního prostoru v oddělení prototypu

Autor: **Kateřina NEZBEDOVÁ**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Kateřina NEZBEDOVÁ**
Osobní číslo: **S15N0079K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Návrh uspořádání výrobního prostoru v oddělení prototypu**
Zadávací 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. Výroba a prostorové uspořádání
2. Zásoby a jejich hodnocení
3. Technologický postup a výrobní takt
4. Analýza současného stavu
5. Návrh uspořádání výrobního systému
6. Vyhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. DANĚK, J., PLEVNÝ, M. *Výrobní a logistické systémy*.
Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3
2. KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd.
Praha: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi.
ISBN 978-80-7179-319-9
3. MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL J. *Projektování výrobní
základny - teoretická část*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2013.
ISBN 978-80-87539-30-9
4. ŠIMON, M., TRNKOVÁ L. *Logistika - teoretická část*, e book.
Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: Ing. Josef Babor
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání diplomové práce: 20. září 2017
Termín odevzdání diplomové 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 diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. Děkuji mu za odborné vedení a věcné připomínky v průběhu tvorby diplomové práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Nezbedová	Jméno Kateřina	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh uspořádání výrobního prostoru v oddělení prototypu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	62	TEXTOVÁ ČÁST	59	GRAFICKÁ ČÁST	3
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce obsahuje návrh prostorového uspořádání v oddělení prototypu ve společnosti Lear Corporation. První část se zabývá teorií, která vychází z odborné literatury. Na teoretickou část navazuje část praktická, ve které je nejprve popsána společnost, dále je provedena analýza výrobního procesu. V závěrečné části je uveden návrh budoucího prostorového uspořádání.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>layout, prostorové uspořádání, výroba, výrobní linka, hnízdomá struktura</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Nezbedová	Name Kateřina	
FIELD OF STUDY	2301T007 “Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of the production area in the prototype department		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	62	TEXT PART	59	GRAPHICAL PART	3
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis contains a design of the production area in the prototype department of Lear Corporation. The first part of the thesis deals with the theoretical knowledge based on literature. After the theory follows the practical part, there is described company and made the analysis of the production process. In the final part, there is presented the design of the future layout.
KEY WORDS	layout, production, cellular manufacturing, production line

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek.....	10
Seznam grafů.....	11
Seznam příloh.....	12
Přehled použitých zkratk	13
Úvod.....	14
1 Charakteristika výrobního systému	15
1.1 Základní definice.....	15
1.2 Efektivnost a produktivita	16
1.3 Racionalizace a optimalizace	16
1.4 Druhy výroby	17
1.4.1 Výrobní druhy podle programu	17
1.4.2 Výrobní druhy podle prostorové struktury (procesu).....	20
1.4.3 Výrobní druh podle způsobu transformace vstupů.....	21
1.4.4 Výrobní druh podle využití technických zařízení.....	22
1.4.5 Výrobní druh dle plynulosti výrobního procesu.....	23
1.5 Výrobní linka.....	23
1.5.1 Druhy linek.....	23
1.5.2 Možnosti uspořádání výrobní linky.....	24
2 Zásoby	29
2.1 Řízení zásob	29
2.2 Manipulační jednotky.....	30
2.3 Balení zboží.....	30
2.4 Systémy pro řízení pohybu materiálu.....	31
2.4.1 Just in Time	31
2.4.2 Kanban.....	31
2.4.3 Tok jednoho kusu	32
2.5 Způsob zavážení linek	32
2.6 Zásobování linek	33
3 Projektování výroby	34
3.1 Technologický postup a taktování.....	34
3.2 Metody stanovení času	35
3.2.1 MTM	35
3.2.2 MOST.....	36
3.2.3 Časová studie.....	36

4	Představení organizace	37
4.1	Lear Corporation	37
4.2	Lear Corporation Czech Republic, s.r.o.	38
4.3	Vývojové centrum v Plzni	38
4.4	Produkty	38
5	Popis současného stavu	40
6	Analýza montáže v lince vs. v hnízdě	47
6.1	Rozdělení počtu sedaček	47
6.2	Doba výroby sedačky	48
6.3	Analýza plynulosti toku linky	51
6.4	Přehled počtu modifikací.....	52
6.5	Výběr vhodného typu výroby	53
7	Návrh budoucího prostorového uspořádání.....	55
	Závěr.....	57
	Seznam literatury.....	58

Seznam obrázků

Obrázek 1- Výrobní proces [1, str. 3].....	15
Obrázek 2 - Štíhlá výroba [6]	17
Obrázek 3 - Druhy výroby [2, str. 24].....	17
Obrázek 4 - Struktura jednotlivých pracovišť [3]	20
Obrázek 5 - Struktura dílenského uspořádání [3].....	20
Obrázek 6 - Hnízdová struktura [3].....	21
Obrázek 7 - Třídění dle transformace vstupů [10, str. 95]	22
Obrázek 8- Linky typu „I“ [14].....	24
Obrázek 9 - Linky typu „U“ [14]	25
Obrázek 10 - Druhy linky "U" [14].....	25
Obrázek 11 – Výroba linka "I" [14]	25
Obrázek 12 - Výrobní linka "U"[14].....	26
Obrázek 13 - Jednostranná jednosměrná výrobní linka [13].....	26
Obrázek 14 - Oboustranná jednosměrná výrobní linka [13]	27
Obrázek 15 - Oboustranná obousměrná výrobní linka [13]	27
Obrázek 16 - Výrobní linka s bočním pracovištěm [13]	27
Obrázek 17- Výrobní linka s čelním pracovištěm [13]	28
Obrázek 18 - Zásobování linek [20].....	33
Obrázek 19 - Výrobní a zákaznický takt [podle 23].....	34
Obrázek 20 - Průběžná doba výroby [25].....	35
Obrázek 21: Logo společnosti [27]	37
Obrázek 22: Zákazníci [27].....	37
Obrázek 23: Kabelové svazky [27]	38
Obrázek 24: Přední sedačka [27].....	39
Obrázek 25: Flow chart – Výrobní proces, [vlastní zpracování, 2018].....	42
Obrázek 26: Přípravek pro sedák (celou sedačku) [27].....	43
Obrázek 27: Přípravek na opěrky [27]	43
Obrázek 28: Layout současného stavu [vlastní zpracování, 2018]	44
Obrázek 29: Popis současné výrobní haly 3D [vlastní zpracování, 2018]	45
Obrázek 30: Současný materiálový tok [vlastní zpracování, 2018]	46
Obrázek 31: Současný layout 3D [vlastní zpracování, 2018]	46
Obrázek 32: Výběr vhodné varianty [vlastní zpracování, 2018].....	47
Obrázek 33: Návrh budoucího uspořádání [vlastní zpracování, 2018]	55
Obrázek 34: Návrh budoucího layoutu s materiálovým tokem [vlastní zpracování, 2018]	56
Obrázek 35: Návrh nového layoutu ve 3D [vlastní zpracování, 2018]	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání výroby dle programu [2, str. 25]	19
Tabulka 2: Analýza vyrobených kusů rok 2017 [vlastní zpracování, 2018]	47
Tabulka 3: Doba výroby uspořádání pracovišť do hnízda [vlastní zpracování, 2018].....	49
Tabulka 4: Doba výroby v lince [vlastní zpracování, 2018]	50
Tabulka 5: Náklady na operátora – výroba [vlastní zpracování, 2018].....	52
Tabulka 6: Náklady na operátora – modifikace [vlastní zpracování, 2018].....	53
Tabulka 7: Hodnocení layoutu [vlastní zpracování, 2018].....	54

Seznam grafů

Graf 1: Možnost využití výrobní linky [vlastní zpracování, 2018]	48
Graf 2: Doba výroby – porovnání [vlastní zpracování, 2018].....	51
Graf 3: Časy pracovišť na lince [vlastní zpracování, 2018]	52

Seznam příloh

Příloha č.1: Hlavní proces

Přehled použitých zkratk

- atd. – a tak dále
- AVG - Automatic quided vehicle
- BMW – Bayerische Motoren Werke AG
- CAD – Computer Aided Design
- CTO – Cost technology optimization
- č. – číslo
- FMEA – Failure Mode and Effects Analysis
- h – hodina (jednotka času)
- JIT – just in time
- Kč – Koruna česká
- Kč/h – Korun za hodinu
- kg – kilogram (jednotka hmotnosti)
- ks – kusy
- m² – metr čtvereční (jednotka obsahu)
- min – minuta (jednotka času)
- MOST – Maynard Operation Sequence Technique
- MTM – Methods Time Measurement
- např. – například
- NOK – Non Okay
- s – sekunda (jednotka času)
- s.r.o. – společnost s ručením omezením
- SCW – stop, call, wait
- str. – strana
- t – tuna (jednotka hmotnosti)
- TMU – Time Measurement Unit
- TPCA – Toyota Peugeot Citroën Automobile
- tzn. – to znamená
- VW Group – Volkswagen Group

Úvod

Každý průmyslový podnik má za cíl generování zisku a jeho zvyšování. Zisk je tvořen na základě výrobního procesu a k jeho zvyšování je důležité efektivně využívat zdroje a snižovat náklady především ve výrobním procesu. Jednou z cest je racionální uspořádání výrobního prostoru. Racionální prostorové uspořádání pozitivně ovlivňuje vnitropodnikovou logistiku – odstraňuje nevhodné dopravní cesty a zbytečný pohyb pracovníků, zamezuje neefektivnímu používání výrobních a pomocných ploch.

Cílem diplomové práce je návrh prostorového uspořádání v oddělení prototypu ve společnosti Lear Corporation v pobočce v Plzni. K naplnění cíle diplomové práce je nezbytné nejprve splnit cíle dílčí, mezi které patří literární rešerše, představení podniku, analýza současného stavu, analýza výrobního procesu, výběr vhodné varianty prostorového uspořádání a návrh uspořádání výrobního systému.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části. První část je věnována teoretickým základům, charakterizuje výrobní systém, seznamuje čtenáře s druhy výroby, pojednává o zásobách a v neposlední řadě se zabývá metodami stanovení času. Tato část se opírá o odbornou literaturu od autorů Keřkovský, Daněk, Šimon a další.

Druhá část začíná představením společnosti a popisem současného stavu. Dále následuje analýza výrobního procesu, která se zabývá problematikou, zda využívat současnou výrobní linku či nikoliv. Poté je provedeno vyhodnocení analýz a vytvořen návrh prostorového uspořádání.

Při vytváření diplomové práce a k dosažení jejího cíle a dílčích cílů je využíván program MS Excel a software visTABLE[®]touch.

1 Charakteristika výrobního systému

První kapitola je zaměřena na teoretickou část, ve které je definován výrobní systém. Nejprve je vysvětlen pojem výroba, výrobní proces, produktivita a efektivita. Dále je stručně popsána optimalizace a racionalizace. Níže v kapitole jsou uvedeny druhy výroby a na závěr možnosti uspořádání výrobní linky.

1.1 Základní definice

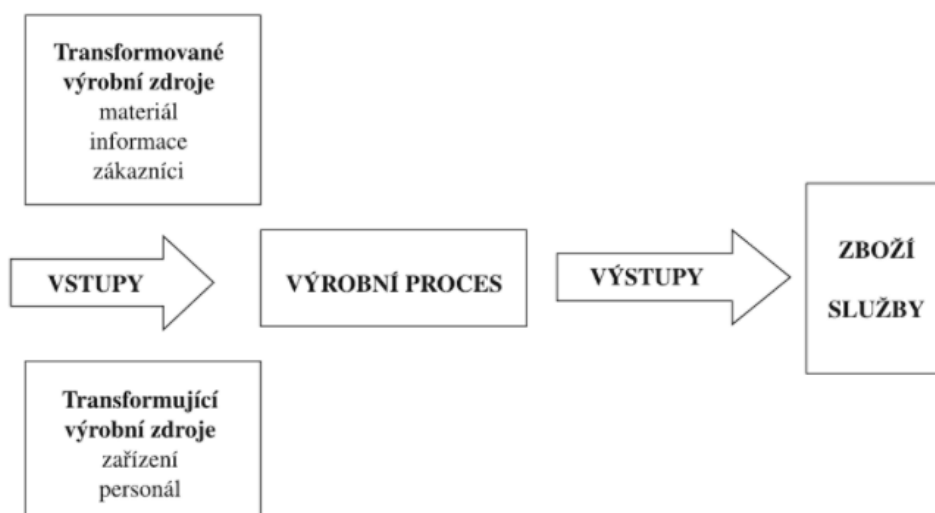
Výroba je základní činnost průmyslového podniku, kterou je možné definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které jsou určeny ke spotřebě. Výrobní faktory neboli zdroje se dělí do čtyř základních skupin: práce, půda, kapitál a informace. Pojem práce označuje všechny lidské zdroje využívané ve výrobním procesu. Pod pojmem půda se skrývají všechny přírodní zdroje (užitková půda, lesy, voda, vzduch, nerostné suroviny). Kapitál obecně označuje dříve člověkem vytvořené prostředky, které se nespotřebovávají, ale využívají se právě k další výrobě. Tento kapitál je nazýván reálný, dále existuje kapitál finanční. [1]

Další možné definice:

Výroba je proces vytváření nových užitných hodnot účelným spotřebováním základních činitelů výroby – pracovní síly, pracovních prostředků a pracovního předmětu. Výroba je proces vytváření materiálních nositelů hodnoty pro zákazníka. Výroba je podnikatelský proces zhodnocování kapitálu. [2]

Výrobní proces strojírenského podniku je souhrnem technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je měnit tvar, rozměry, složení, jakost a spojení výchozích materiálů a polotovarů z hlediska požadovaných technickoekonomických podmínek vyráběného výrobku. [3]

Další dělení výrobních vstupů je na zdroje transformované a transformující. Na Obrázek 1 je znázorněna výroba jako transformační proces.



Obrázek 1- Výrobní proces [1, str. 3]

Výrobní proces je složen ze dvou složek: technologický proces a pracovní proces. Během technologického procesu dochází ke kvalitativní nebo kvantitativní přeměně. Pracovní proces představuje veškeré činnosti, kterých se lidé svojí prací podílejí na přeměně. Výrobní proces je možné provádět na jednom či více pracovištích. Výrobní proces, je složen z výrobních operací, v daném pořadí s účelem dosáhnout požadovaného výstupu. Dílčí operace je možné dělit na tři výrobní fáze:

- před zhotovující fáze přetváří materiál a suroviny do polotovary,
- zhotovující fáze využívá polotovary a pomocí především mechanických procesů je přeměňuje na součásti,
- dohotovující fáze ze součástí vyrábí finální výrobky. [4]

K optimálnímu dosažení vytyčených cílů je nutné řídit výrobu jako ucelený výrobní systém. Do tohoto systému se řadí provozní prostory, technické zařízení, materiál, polotovary, energie, informace, pracovníci výroby, rozpracované i hotové výrobky a odpady. Řízení výroby zahrnuje hlavně koordinaci prostorovou a časovou, ale patří sem i koordinace pracovníků. V dnešní době plné konkurence je důležité, aby výroba byla co nejefektivnější a přinášela největší ekonomický zisk. Tím se dosahuje odstraňováním plýtvání, jímž se zabývá především obor štíhlá výroba. [1]

1.2 Efektivnost a produktivita

V souvislosti s výrazem výroba jsou spojeny pojmy efektivnost a produktivita, které jsou často zaměňovány. Produktivita je spojená s kvantitou (množstvím), čím jsme více produktivní, tím více je vytvořeno za jednotku času. Pokud je možné stejnou práci udělat rychleji, jedná se stále o zvýšení produktivity. V praxi to znamená zvýšení výnosů. Efektivita je spojená s kvalitou výstupu, výroba stále stejného množství, ale kvalitnějších výrobků, či ušetření materiálu, což znamená snižování nákladů. [5]

1.3 Racionalizace a optimalizace

Aby podniky mohly dosahovat větších zisků nebo expandovat na trhu musí své výrobní procesy racionalizovat. Racionalizace je hledání lepšího možného stavu, než je ten současný. Při maximální racionalizaci je dosažena optimalizace, která odpovídá nejlepší možné variantě. Racionalizovat podnik může pomocí aplikování principů štíhlé výroby a odstraněním plýtvání. Při využívání vhodných informačních systému jsou účinky štíhlé výroby vyšší. Štíhlá výroba nařizuje:

- zbavit se veškerých zbytečných činností,
- zavést jednoduchý a přímočarý materiálový tok,
- odstranění meziskladů,
- minimalizace zásob,
- odstranění nepoužívaných zásob,
- zapojení pracovníků do řízení a inovací,
- připojit dodavatele a zákazníky k řídicímu procesu,
- snižovat nekvalitu a zvyšovat kvalitu,
- využívat maximálně systém tahu.

Metody štíhlé výroby je možné dělit na metody ke zvýšení výnosů a metody na snížení nákladů. Odvětví, kterými se štíhlá výroba zabývá, je možné vidět na Obrázek 2 spolu s názvy několika metod. [6] [7]



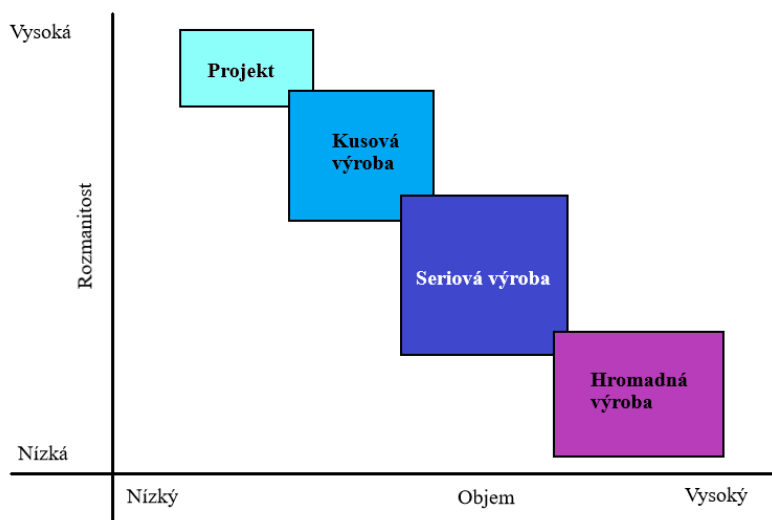
Obrázek 2 - Štíhlá výroba [6]

1.4 Druhy výroby

Výroba je charakterizována základními dvěma vlastnostmi: kapacita a elasticita. Kapacita je schopnost výrobní jednotky či systému dosáhnout za dané časové období maximálního objemu výkonu při optimálních podmínkách. Elasticita vyjadřuje možnost přizpůsobení se výrobní jednotkou či systémem. [3]

1.4.1 Výrobní druhy podle programu

Výroba se dělí dle rozmanitosti a množství na hromadnou, sériovou, kusovou nebo projekt viz Obrázek 3.



Obrázek 3 - Druhy výroby [2, str. 24]

Hromadná výroba produkuje velké množství výrobků, avšak málo druhů, je časově neomezená. Pro tuto výrobu je typický vysoký stupeň mechanizace a automatizace a ruční práce se pohybují pod 10 %. Projektová dokumentace uvádí, že se produkuje přes 1 000 000 ks po dobu nejméně jednoho roku. Produkty hromadné výroby mohou být například nápoje, textil atd. [2] [8]

Výhody hromadné výroby:

- jednodušší údržba strojů díky specializaci na jeden produkt,
- standardizace každého dílu,
- růst kvality výrobků,
- velké množství subdodavatelů.

Nevýhody hromadné výroby:

- absence flexibility výroby kvůli specializaci strojů na jeden produkt,
- pozdější velké finanční ztráty při chybné technické dokumentaci,
- monotónní práce – udržení kvalifikovaných pracovníků. [2] [8]

Sériová výroba se může dělit dále na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou. Všeobecně pro sériovou výrobu platí, že se vyrábí velké množství stejných produktů (10 ks až 1 000 000 ks, používají se standardizované díly a součástky, které je možné zaměnit. Sériová výroba je automatizovaná s využitím robotů a montážních linek. Sériová výroba je využívána například v automobilovém průmyslu.

Výhody sériové výroby:

- flexibilní stroje – možnost využít u více sérií – nižší náklady,
- robotizace přebírá monotónní práci,
- minimalizace odpadů.

Nevýhody sériové výroby:

- vysoké pořizovací náklady,
- vyšší energetická spotřeba,
- složitější zavádění a rušení provozu,
- závislost na plánování (velikost zakázek, optimální zásoby meziskladů a skladů, plnění termínů),
- případné vady a chyby může obsahovat velké množství výrobků. [2] [8]

Kusová výroba zahrnuje výrobu velkého počtu druhů v malém počtu kusů (maximálně deset kusů) v nepravidelném časovém horizontu. V kusové výrobě se využívají univerzální stroje, požaduje se vysoká kvalifikace a flexibilita. Příkladem kusové výroby jsou prototypy, výrobní zařízení nebo výtahy.

Výhody kusové výroby:

- Jednoduchá oprava chyb s minimálními ztrátami (oproti ostatním druhům výroby).

Nevýhody kusové výroby:

- dlouhé dodací lhůty,
- malá schopnost předpovědi požadavků. [2] [8]

Projekt se vyznačuje tím, že je jedinečný neopakovatelný a časově omezený. Projekt je ovlivněn třemi základními faktory: čas, náklady a rozsah (cíl, kvalita). [9]

V Tabulka 1 je možné vidět porovnání kusové, sériové a hromadné výroby podle různých ukazatelů (např. množství výrobků, uspořádání dílen atd.).

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobků jednoho typu za rok	desítky	stovky až tisíce	desetitisíce
Počet druhů výrobků	stovky	desítky	kusy
Počet typů výrobků	desítky	3 až 10	1 až 3
Opakování výroby výrobku téhož typu	nepřavidelné, případně žádné	pravidelné (př. měsíční)	nepřetržitá výroba (několik měsíců až roky)
Uspořádání dílen	technologické, výjimečně předmětné	předmětné, někdy technologické	předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	univerzální, unikátní	univerzální, některé součásti na linkách	specializované výrobní linky
Kvalifikace dělníků	multikvalifikovanost	dobrá	nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	měsíc až rok	týden až měsíc	den až týden
Specializace pracovišť	malá	částečná	úplná
Možnost změny výrobního programu	snadná	obtížná	velmi obtížná
Plánování a řízení	náročné	středně obtížné	snadné
Využití výrobního zařízení	nízké	dobré	vysoké

Tabulka 1: Porovnání výroby dle programu [2, str. 25]

1.4.2 Výrobní druhy podle prostorové struktury (procesu)

Prostorové struktury určují vztahy mezi rozmístěním a uspořádáním výrobních zařízení (strojů) na určeném prostoru. Prostorovou strukturu vybíráme na základě počtu vyráběných druhů a množství výrobků. Je nezbytné zohlednit manipulaci s materiálem, nástroji, odpady, bezpečnost práce, hygienu, ergonomii atd.

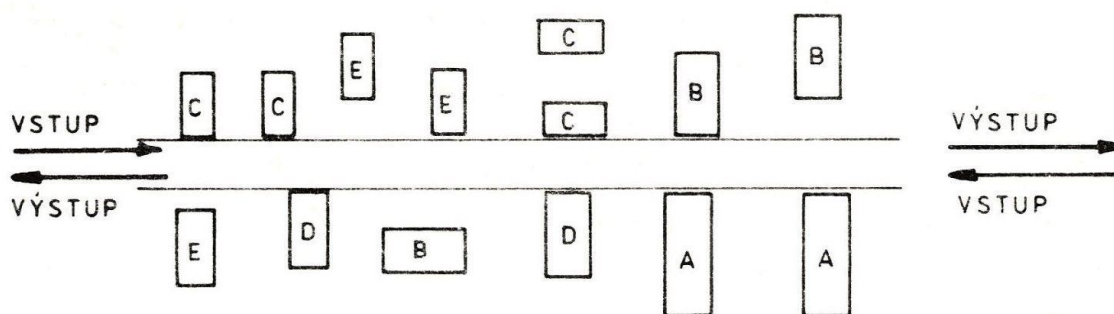
a) Struktura s pevným pracovním místem

Veškeré výrobní operace se uskutečňují na jednom pracovním místě.

b) Technologická struktura

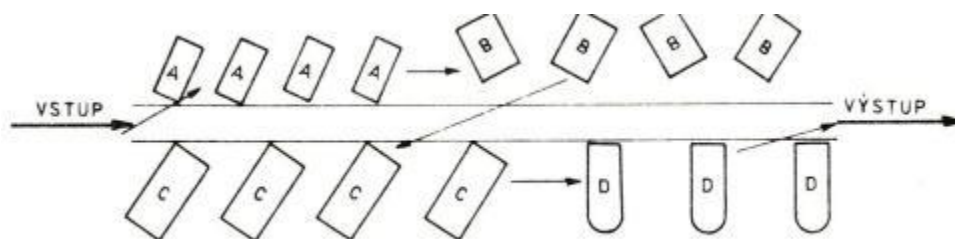
Výrobní stroje jsou shromážděny na základě stejné technologie např. soustruhy, lisy, pily, frézy, vrtačky, brusky, kontrola atd. Materiál (výrobek) se přesouvá mezi jednotlivými pracovišti (dílnami). Technologickou strukturu lze dělit na:

- **strukturu jednotlivých pracovišť** – každý stroj tvoří samostatnou výrobní jednotku viz Obrázek 4.



Obrázek 4 - Struktura jednotlivých pracovišť [3]

- **strukturu dílenského uspořádání** na Obrázek 5 – skupiny strojů tvoří jednu výrobní jednotku. Výhodou je možnost zaměnitelnosti strojů, nevýhoda je velká náročnost na skladové plochy a nižší využití strojů.



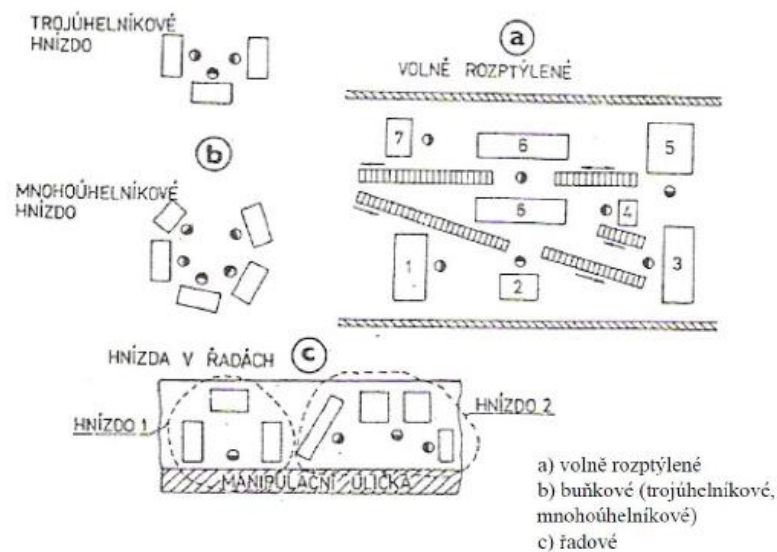
Obrázek 5 - Struktura dílenského uspořádání [3]

c) Předmětná struktura

Výrobní zařízení je uspořádáno na základě souslednosti výrobních operací podle technologických operací. Materiál (výrobek) je posouván postupně nejkratší cestou od první operace k poslední.

- **Struktura hnízdová** na Obrázek 6 – tato struktura se využívá v malosériové a středně sériové výrobě. Stroje jsou umístěny na základě výrobních požadavků. Hnízdovou strukturu lze dělit na:
 - volně rozptýlená,

- buňková (trojúhelníková nebo mnohoúhelníková),
- řadová.



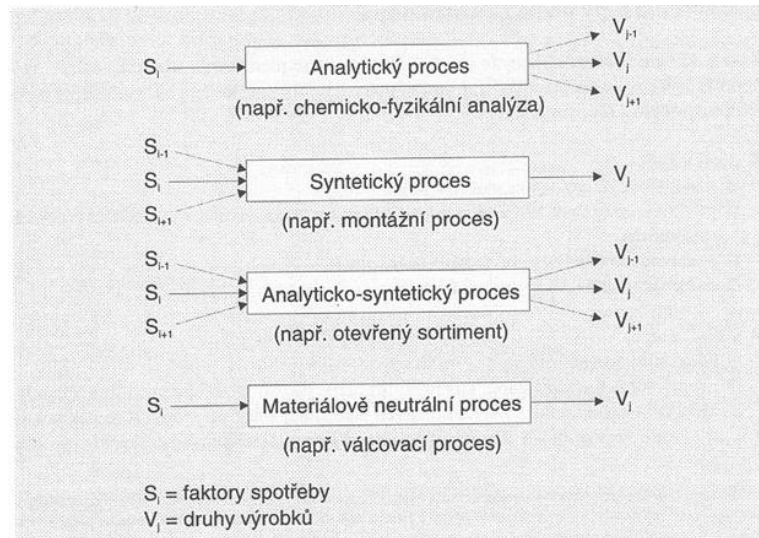
Obrázek 6 - Hnízdová struktura [3]

- **Struktura linková** se používá při výrobě většího množství produktů. Je možné mít linky:
 - Pružné, tyto linky mají volné propojení jednotlivých pracovišť.
 - Proudové, které se dělí na synchronizované a nesynchronizované. Synchronizované linky pracují ve shodném taktu, v případě potřeby se přidává paralelní pracoviště. Nesynchronizované linky vyrábějí podle individuálního taktu. [3]

1.4.3 Výrobní druh podle způsobu transformace vstupů

Toto členění zohledňuje materiálový tok ve výrobním procesu, který je vyjádřen různými vztahy mezi vstupy a výstupy, což je znázorněno na Obrázek 7.

- Analytický proces, má jeden faktor spotřeby, který je ve výrobním procesu přeměněn na více druhů výrobků. Příkladem analytického procesu je chemicko-fyzikální analýza.
- Syntetický proces, přeměňuje různé faktory spotřeby na jeden druh výrobku, příklad je montážní proces.
- Analyticko-syntetický proces, do tohoto procesu vstupuje více různých faktorů spotřeby, které jsou během výrobním procesu transformovány do více druhů výrobků, jedná se například o otevřený sortiment.
- Materiálově neutrální proces má jeden faktor spotřeby, který je přetvořen na jeden druh výrobku, například válcovací proces.



Obrázek 7 - Třídění dle transformace vstupů [10, str. 95]

Podle charakteristiky produkce můžeme rozdělovat podle druhu přístupu k použití vstupů, která vychází z předpokladu, že výrobní faktory představující materiál, náradí, přípravky, energii, lidskou pracovní sílu, strojní práci a informace, mohou být využity ve výrobní procesu s různým podílem. Podíl vstupů se dělí:

- materiálově intenzivní produkce (rafinerie ropy),
- produkce intenzivní na výrobní zařízení (výroba v přizpůsobivých výrobních systémech),
- pracovní intenzivní (systémy, kde převládá ruční práce),
- informačně intenzivní (nakladatelství).

Dělení podle úrovně vstupů:

- konstantní,
- nepravidelná. [10]

1.4.4 Výrobní druh podle využití technických zařízení

Na základě používání technologických zařízení rozlišujeme výrobu na 4 základní druhy, které mají další dělení:

- dle stupně vývoje a využití výrobní techniky:
 - ruční,
 - strojní,
 - částečně automatizovanou,
 - plně automatizovanou.
- Dle použitých výrobních jednotek:
 - jednostupňovou,
 - víceúrovňovou.
- Dle převládající procesní technologie:
 - fyzikální,

- chemické,
- jaderné,
- biologické.
- Dle ovladatelnosti výrobního procesu
 - plná,
 - úplná. [10]

1.4.5 Výrobní druh dle plynulosti výrobního procesu

Toto kritérium rozděluje výrobu na dva druhy podle spojitosti výroby:

- plynulá výroba je nepřetržitá bez přerušení, příkladem je chemický průmysl – zpracování ropy nebo výroba elektrické energie ve službách to může být telefonická podpora, která je dostupná 24 hodin denně.
- přerušovaná výroba umožňuje výrobu po daných částech výrobního procesu, který je možné přerušit a pokračovat jindy. Do tohoto druhu patří i výroba, která potřebuje technologické přestávky například ve stavebnictví nebo ve strojírenském průmyslu. [1]

1.5 Výrobní linka

Výrobní linka představuje stacionární uspořádání strojů, nástrojů a pracovníků, tak aby každý pracovník měl přidělen specifický úkol (případně úkoly), který jednoduše aplikuje na rozpracovaný výrobek plynoucí linkou. Po vykonání práce jedním pracovníkem se rozpracovaný výrobek přesune k dalšímu, dokud není proces dokončen. Výrobní linka umožňuje zrychlovat a zefektivňovat výrobu. Výrobní linka nemusí být obsazena pouze lidmi, ti mohou být v některých případech nahrazeni roboty. [11]

Montážní linky vznikly v automobilovém provozu při sériové a hromadné výrobě. První výrobní linku uvedl do provozu Henry Ford v roce 1913, který chtěl vyrábět co největší počet automobilů, ale aby konstrukce byla co nejjednodušší a náklady nízké. Využil zaměnitelné části, které mohly být smontovány nekvalifikovanými dělníky. Rozmístil pracovníky a podvozky nejprve posouval mezi nimi pomocí lan, tento systém nakonec vedl k vytvoření pohyblivé výrobní linky. [12]

1.5.1 Druhy linek

Výrobní linky je možné rozdělit podle různých hledisek, kterými jsou:

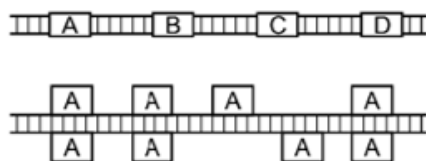
- využití mechanizace a zapojení lidského faktoru do montáže:
 - ruční linka
 - poloautomatizována (mechanizovaná) linka
 - automatizovaná linka
- způsob pohybu výrobku
 - stacionární linka
 - linka s pohybujícím se výrobkem
 - výrobek se pohybuje až po ukončení operace

- výrobek se pohybuje soustavně
 - způsob provádění montážních operací
 - na dopravníku
 - mimo dopravník
 - prostorové uspořádání
 - jednoduché linky
 - rozvětvené linky
 - stupeň synchronizace
 - synchronizované linky (nepřetržité)
 - nesynchronizované linky (přerušované)
 - montážní takt
 - linky s pevným (vázaným) montážním taktem
 - linky s volným (nevázaným) montážním taktem
 - počet montovaných druhů na lince
 - jednopředmětové linky (stálé)
 - víceřadové linky (střídavé) [13]

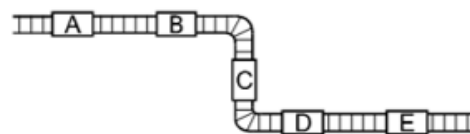
1.5.2 Možnosti uspořádání výrobní linky

Uspořádání linky by mělo zajistit plynulý a co nejrychlejší pohyb, minimalizovat náročnost, přerušení a délku materiálového toku. Rozlišujeme několik typů uspořádání, základní dělení je na linku „I“ a „U“. Do uspořádání typu „I“ patří například linka přímočará či zakřivená viz Obrázek 8, linka kruhová či smyčková reprezentuje typ „U“ viz Obrázek 9.

Linka přímočará

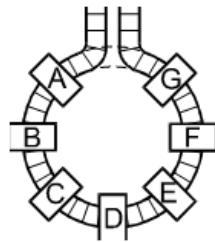


Linka zakřivená

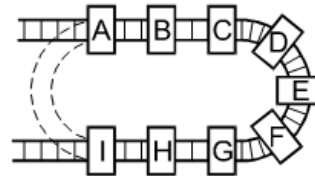


Obrázek 8- Linky typu „I“ [14]

Linka kruhová

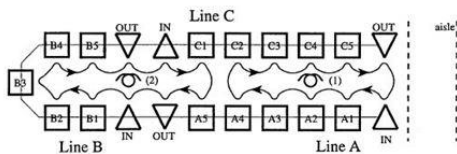


Linka smyčková

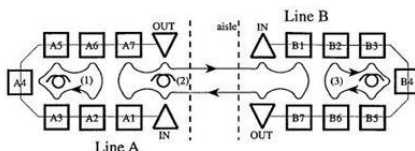


Obrázek 9 - Linky typu „U“ [14]

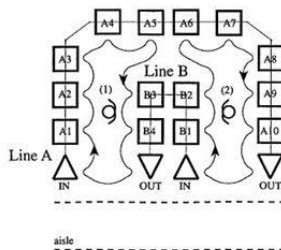
Linky typu U mohou mít další různé formy, které jsou zobrazeny na Obrázek 10.



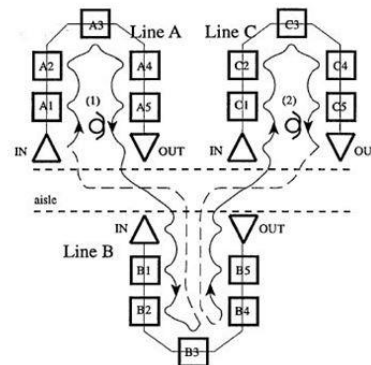
A. Tři linky uspořádané do U



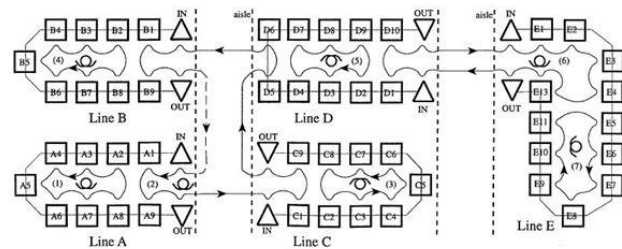
B. Dvojitě závislé linky uspořádané do U



C. Vnořené dvě linky uspořádané do U



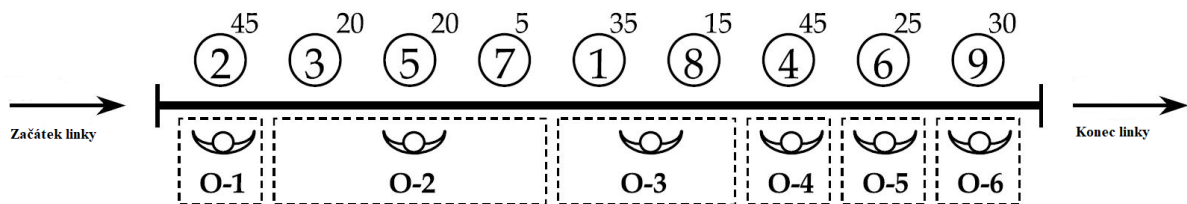
D. Tři linky uspořádané do U se dvěma operátory



E. Více linek uspořádaných do U

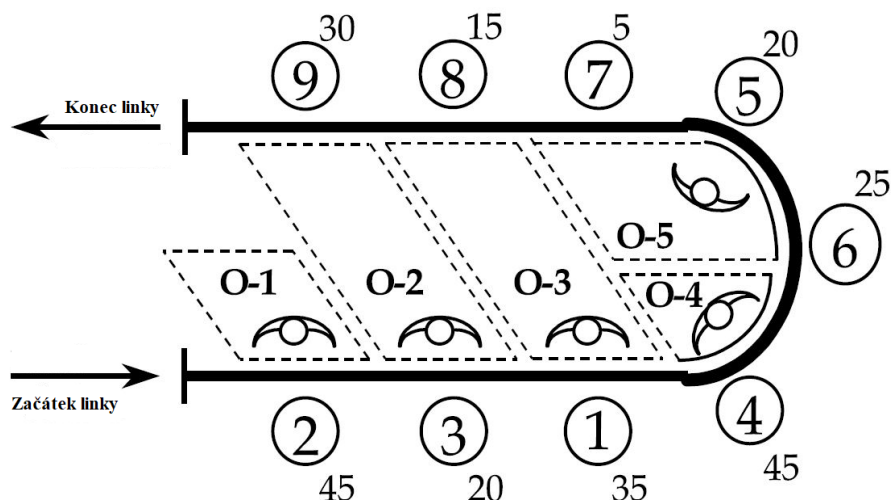
Obrázek 10 - Druhy linky "U" [14]

Každá linka je obsazena operátory, kteří mají vlastní pracovní zónu, dále linka má počet úkolů a jejich dobu zpracování v sekundách. V případě linky „I“ je prováděna výroba v linii, jeden zaměstnanec může plnit více na sebe navazujících úkolů v rámci své pracovní zóny viz Obrázek 11. Tento typ linek se využívá ve výrobě, kde se sestavují velké komplety.



Obrázek 11 – Výroba linka "I" [14]

U linky „U“ může jeden zaměstnanec také plnit více úkolů, ty však na sebe nemusí přímo navazovat, pracovní zóna tedy není pouze přímočará, ale může být i kolmá viz Obrázek 12. Tyto linky jsou vhodné pro výrobu menších výrobků, důležité je, aby přechod mezi úkoly nevedl ke ztrátovému času.



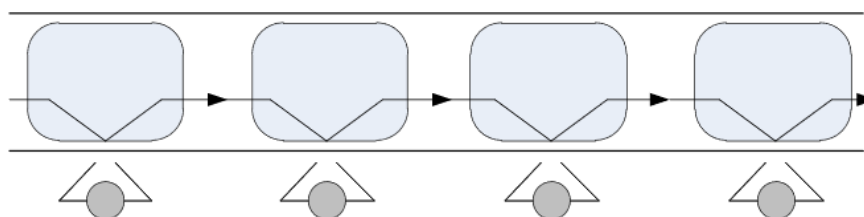
Obrázek 12 - Výrobní linka "U"[14]

Výhodou linky typu „I“ jsou jednoduché úkoly, díky kterému je možné najmout levnou pracovní sílu. Pracovník se může specializovat na jednoduchý úkon, který je postupem času standardizován. Další výhodou je jednoduše definovatelný materiálový tok a minimální obtížnost při instalování do layoutu se vstupním materiálem na jedné straně a expedicí na druhé.

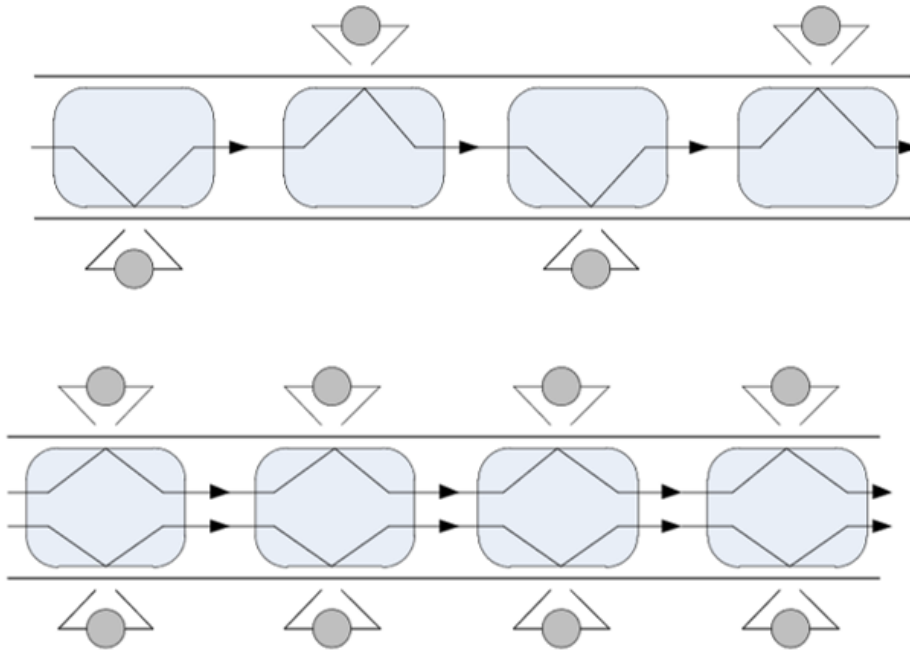
Přínos linky typu „U“ tkví v nižší možnosti vytvářet rozpracovanou výrobu, jelikož pracovníci nejprve musí dokončit sled operací než mohou pokračovat a přemístit se na další pozici. Mimo jiné přemísťování lépe vede pracovníky k dodržování výrobního taktu. Jelikož vstup a výstup linky jsou navrhovány ve vzájemné blízkosti, je umožněná vyšší kontrola chodu a kvality linky. Nejen vzdálenost vstupu a výstupu je malá, ale i vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti je menší, což napomáhá k lepšímu toku informací, snižování prostojů a flexibilnější reakci při problému. [14]

Další možností, jak nahlížet na uspořádání výrobních linek je:

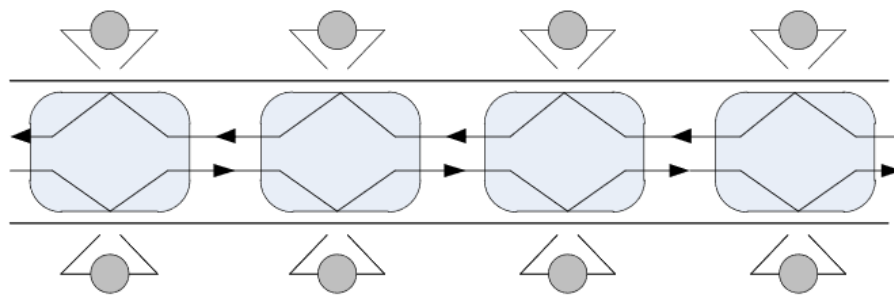
- podle obsazení montážní linky
 - jednostranná linka viz Obrázek 13
 - oboustranná linka viz Obrázek 14
- podle směru linky
 - jednosměrná linka viz Obrázek 13 a Obrázek 14
 - obousměrná linka viz Obrázek 15



Obrázek 13 - Jednostranná jednosměrná výrobní linka [13]

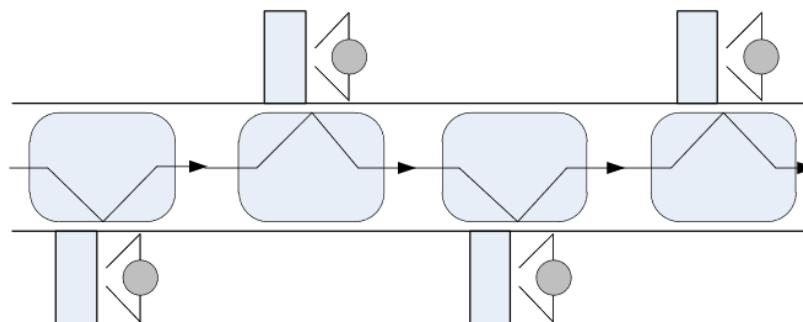


Obrázek 14 - Oboustranná jednosměrná výrobní linka [13]

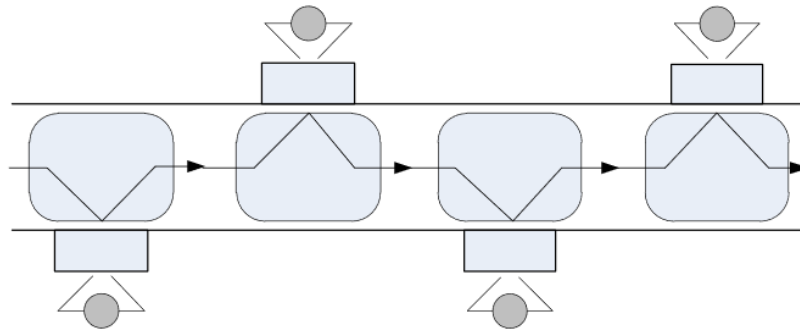


Obrázek 15 - Oboustranná obousměrná výrobní linka [13]

- podle montážních pracovišť k lince
 - boční viz Obrázek 16
 - čelní viz Obrázek 17



Obrázek 16 - Výrobní linka s bočním pracovištěm [13]



Obrázek 17- Výrobní linka s čelním pracovištěm [13]

2 Zásoby

Podle [15] definice zásoby zní: „pracovní předměty, které byly pořízeny výrobním podnikem za účelem jejich budoucího zpracování ve výrobek, ale v časovém okamžiku sledování, buď ještě vůbec nebyla na nich vykonána žádná technologická operace, pak hovoříme o zásobách materiálu a nakupovaných dílů, nebo již byl na nich vykonána určitá část technologických operací, ale zatím to není hotový výrobek, pak hovoříme o zásobách rozpracované výroby, nebo již byly vykonány všechny potřebné technologické operace a vznikl nový výrobek, který ovšem zatím nebyl prodán zákazníkovi, pak hovoříme o zásobách hotových výrobků.“ [16, str. 148] Dále do zásob můžeme řadit zvířata (chovná, ve výkrmu, kožesinová, ryby, včelstvo, slepice apod.) a zboží, což jsou produkty koupené z důvodu dalšího prodeje v nezměněné podobě. [16]

Zásoby vyrovnávají a kryjí plánované i neplánované výkyvy a nesoulad mezi výrobou a spotřebou, který je vytvořený časem, místem nebo kapacitou. Mnoho podniků v zásobách váže velké množství svého majetku a u výrobního podniku to může být i 50 % z celkového jmění, což je jeden z důvodů, proč je důležité řídit zásoby. Díky řízení zásob je možné poskytovat dobrý zákaznický servis a snižovat náklady. [16]

Snižování velikosti zásob v podniku je žádoucí jev, avšak je třeba dát si pozor na jejich přílišnou minimalizaci či úplnou redukci. Je důležité dosáhnout jejich optimalizace zásob k dosažení pozitivního a velkého ekonomického efektu. Naopak, pokud se dostaneme pod úroveň optimálního množství, hrozí podniku velké ztráty, které dokonce mohou ohrozit jeho existenci. [17]

Riziko spojené s výší udržovaných zásob souvisí s postavením podniku v logistickém řetězci. Maloobchod má riziko nízké, jelikož se týká malého počtu kusů, ale široké, kvůli velkému počtu druhů zboží. Velkoobchod má riziko užší, jelikož je zde menší počet druhů zboží, ale hlubší díky zvýšenému počtu kusů. Výroba má riziko úzké (několik málo výrobků), ale hluboké v delším časovém horizontu (např. přerušování výroby). [18]

2.1 Řízení zásob

Strategie v oblasti řízení zásob se dělí na řízení poptávkou, plánem nebo adaptivní (kombinované) řízení. Strategie řízení poptávkou je založena na různé velikosti zásob, které se odvíjí od požadavků zákazníků. Tomuto přístupu se říká systém tahu neboli pull systém. Zásoby se v tomto systému doplňují až když jejich velikost klesne pod určenou hranici. Pro aplikaci této strategie jsou důležité následující podmínky. Dodavatelé jsou schopni doručit požadované množství zásob okamžitě bez časových prodlev. Rovnost mezi všemi zákazníky a výrobky vzhledem k zisku dodavatele. Poptávka je stabilní, eventuální odchylky se řídí podle definovaného statistického rozdělení. V průběhu dodacího cyklu jsou konkrétní dodávky větší než poptávka. Délka dodacího cyklu je nezávislá na velikosti poptávky. [18]

Strategie řízení plánem určuje velikost zásob na základě plánu, avšak bez předešlé skutečné poptávky od zákazníka. Tento přístup je nazýván systém tlaku neboli push systém. Systém se využívá, kde je možné odhadnout budoucí požadavky zákazníků a zároveň sledovat přesný pohyb zásob a dodávek. [18]

Strategie pružné (kombinované) metody řízení využívá obě výše popsané strategie. Tento systém je možné využít, když je potřeba rychlé a flexibilní reakce vzhledem k času a okolním podmínkám. V praxi to znamená, že v daném časovém horizontu případně vzhledem k určitému odvětví trhu bude společnost využívat systém pull a pro jiný časový interval a segment trhu bude využívat systém push. [16]

2.2 Manipulační jednotky

Aby bylo možné produkovat výrobky, je nutné výrobu zásobovat. Materiál nutný k výrobě je přesouván v manipulačních jednotkách. Základní dělení manipulační jednotky je dělení na jednotky prvního řádu, které jsou přizpůsobené k ručnímu zacházení a manipulační jednotky druhého řádu, které jsou odvozené od rozměrů dopravních prostředků.

Ruční manipulační jednotky mají zpravidla hmotnost do 15 kg, reprezentuje nejmenší objednáci, odběrné a dodací množství, patří sem:

- lepenkové krabice,
- bedny (lepenkové, plastové, plechové),
- přepravky (plastové a plechové).

Manipulační jednotky druhého řádu jsou přizpůsobené k mechanizované či automatizované přepravě a skladování. Maximální hmotnost je v rozmezí 250 až 1 000 kg, tyto jednotky jsou tvořeny jednotkami prvního řádu cca 16–64 ks. Řadíme sem:

- balíky,
- svazky,
- palety.

Dále je možné setkat se s pojmem manipulační jednotka nultého řádu, kterou reprezentuje zboží ve spotřebitelském obalu a manipulační jednotka čtvrtého řádu, které slouží k dálkové přepravě s hmotností 400 až 2 000 t. [16] [18]

2.3 Balení zboží

Obal zboží patří mezi důležité pasivní prvky logistiky, jelikož plní více funkcí současně. Funkce obalu záleží na místě a způsobu použití zboží či výrobku. Mezi základní funkce patří:

- ochranná funkce (před poškozením, kvalitativními či kvantitativními změnami či ochrana prostředí a lidí),
- skladovací funkce (stohovatelnost či úspora prostoru),
- dopravní funkce (určení a zajištění přepravní jednotky, optimální využití dopravních prostředků),
- manipulační funkce (možnost vhodné manipulace, tvarové přizpůsobení),
- informační (identifikace výrobku, návod, prezentace, upozornění),
- a další funkce (recyklovatelnost, schopnost čištění obalů atd.).

Mezi kritéria pro volbu vhodného obalu se řadí povahové vlastnosti výrobku, vliv prostředí, požadavky zákazníků a přepravní podmínky. Mezi hlavní povahové vlastnosti patří tvar a rozměr, pevnost a udržení zboží (pevné, kapalné či plynné látky), propustnost, reakce na okolní prostředí (vlhkost, světlo), obalový materiál (papír, sklo, kov, plast a jiné) a mnoho dalších vlastností. [16] [18]

2.4 Systémy pro řízení pohybu materiálu

Tato část se zabývá rozlišením metod Just in Time (dále jen JIT) a Kanban, které jsou často v podnicích využívány.

2.4.1 Just in Time

Pojem JIT pochází z anglického jazyka a v překladu znamená právě včas. Tato metoda minimalizuje zásoby a rozpracovanou výrobu, také se snaží odstraňovat plýtvání v podniku. Předpokladem pro používání JIT je 100 % kvalita výrobku a bezproblémový výrobní proces. V systému JIT je nutné zajistit přesun potřebného materiálu či nedokončených výrobků k jednotlivým pracovištím v přesný čas a ve správném množství. JIT využívá časté dodávky v menších množstvích. Mezi hlavní znaky systému JIT patří snižování velikosti dávek a zkracování objednávací doby zásob, redukce přestavovacích nákladů a časů na minimum, využívání skupinové technologie, využívání statické kontroly jakosti k získání 100% kvality. Kontrola kvality probíhá u vstupních surovin, hotových výrobků, ale i v rámci celého výrobního systému. Pokud je nalezena odchylka, neprodleně se zkoumají její příčiny a hledají nápravná opatření. JIT se snaží do řízení jakosti zapojit všechny pracovníky ve výrobě, pravidelně vyhodnocovat výsledky, proškolovat zaměstnance a provádět preventivní údržbu. Nevýhodou systému je závislost na přesných dodávkách v konkrétní čas, množství a kvalitě, což zvyšuje náklady na dopravu a má to ekologické důsledky. Řešení bývá vybudováním skladů dodavatelů v blízkosti zákazníka. [16]

2.4.2 Kanban

Systém Kanban je tažný (pull) systém. Princip této technologie spočívá v tom, že každé výrobní pracoviště je zároveň zákazníkem, jenž poptává materiál či polotovary na předešlém pracovišti, a současně je dodavatelem pro následující pracoviště. Objednávky či dodací listy mají formu tzv. kartiček, štítků (tím se dostáváme k tomu, podle čeho byla tato logistická technologie pojmenována, jelikož kartička, štítek je v překladu do japonštiny „kanban“). Původně se jednalo o kartičky v psané formě, avšak nyní se přechází na elektronické karty v prostředí informačního systému. Zásady, které je nutno respektovat při využívání systému kanban:

- nevyrábět na sklad
- odběratel ani dodavatel nevytváří žádné zásoby
- vyrábět či dodávat jen na základě objednávky (tzn. karty) - pokud si chci objednat, musím mít kanban kartu
- mezi pracovišti koluje omezený počet kartiček
- na kartičce je vždy uvedena značky výrobku, množství a do kdy má být objednané množství vyrobeno
- odevzdat kartu (objednávku) předchozímu pracovišti s nutným předstihem
- personál pracoviště, které si dodávku objednalo, si musí převzít přesně objednané množství včetně karty, jíž odevzdalo jako objednávku
- odevzdat včas objednané množství následujícímu pracovišti včetně karty (tzn. objednávky)
- pokud na pracovištích nejsou žádné karty, nesmí být vyvíjena žádná činnost
- karty ve fyzické podobě se zpět pohybují pokaždé s materiálem

- personál daného pracoviště (“dodavatel”) zodpovídá za stoprocentní kvalitu dodávky

Výhodou systému je jednoduchost, malá náročnost, snížení zásob nedokončené výroby, snížení pracnosti plánování výroby.

Nevýhodou je možnost využití především ve velkosériové či hromadné výrobě, není vhodný ve výrobě, kde dochází k častým žádostem na změnu finálního produktu. [16] [18]

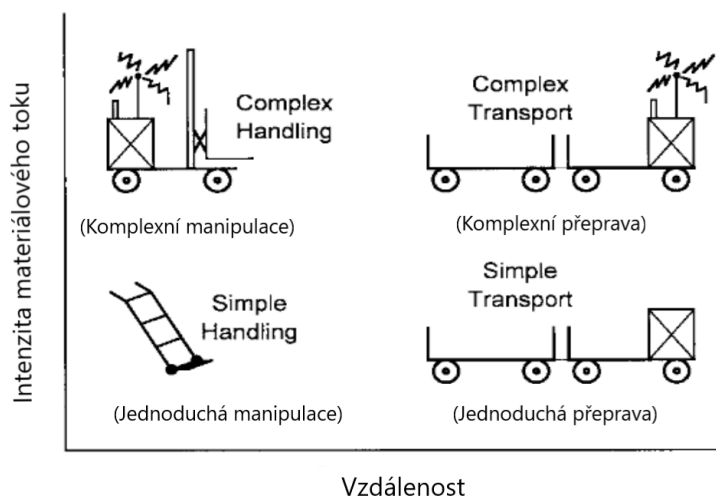
2.4.3 Tok jednoho kusu

Tok jednoho kusu (anglicky one piece flow) je způsob výroby v tahu, při kterém výrobek prochází výrobou bez čekání a přerušování neboli při dané operaci je zpracováván pouze jeden výrobek. Protikladem je výroba v dávce, kdy se při dané operaci je zpracováno více výrobků, které společně přecházejí na další operaci. Výhodou metody toku jednoho kusu je včasné odhalení vadného výrobku, snížení rozpracované výroby a snížení doby prostojů. Důležitým předpokladem pro využívání je 100 % připravenost a minimální poruchy strojů a nástrojů. Tento systém je v hodný při buněčném prostorovém uspořádání. [19]

2.5 Způsob zavážení linek

Způsob zavážení linek lze rozdělovat na přímé nebo nepřímé zavážení. U přímého zavážení se materiál přesouvá z původního místa (např. skladu) k pracovišti s využitím co nejkratší trasy. Příkladem může být vysokozdvizný vozík. Nepřímé zavážení přemísťuje materiál mezi více pracovišti za pomoci jednoho přepravního zařízení po předem definované cestě s více zastávkami, například logistické vláčky. Výběr způsobu zavážení linek závisí na základních dvou faktorech – velikost materiálového toku a přesouvaná vzdálenost viz Obrázek 18. Přímé zásobování je nejekonomičtější hlavně pokud se jedná o přepravu materiálu speciální cestou anebo o urgentní přesun, dále také pokud intenzita materiálového toku je vysoká a vzdálenost střední nebo krátká. Nepřímé systémy jsou využívány pro dlouhé či střední vzdálenosti se střední nebo nízkou intenzitou materiálového toku. Nepřímé systémy zásobování mohou mít jednu ze tří základních forem: oddělené nakládání a doručení (jedna zásilka je připravována, zatímco druhá se doručuje), kombinované nakládání a doručení, oddělené doručení a doplnění.

Pokud máme krátkou vzdálenost a malou velikost materiálového toku je vhodné využít jednoduchou manipulaci. V případě krátké vzdálenosti a velké intenzity materiálového toku se používají nástroje pro komplexní manipulaci. Jednoduchá přeprava se využívá při větších vzdálenostech a malých hodnotách materiálového toku. Poslední možností je velká vzdálenost i materiálový tok, kdy se využívá komplexní přeprava. [20]



Obrázek 18 - Zásobování linek [20]

Již bylo vysvětleno přímé a nepřímé zavážení, nyní budou uvedeny manipulační prostředky, kterými zásobování lze realizovat. Prvním způsobem je **manuální zásobování**, které je prováděno lidskou silou. Tento způsob je nejstarší a nejméně efektivní, jelikož průměrná rychlost chůze se s rostoucí hmotností břemene snižuje, samotná hmotnost břemene se kterou pracovník může manipulovat je omezená a v neposlední řadě se musí dbát na ergonomické a zdravotní aspekty. Druhým běžným způsobem je využívání **dopravníků**, ty mohou být pásové, řetězové, závěsné či elevátory. Dalším způsobem je využívání **ruční manipulační techniky**, která může být mechanická či elektrická. Do této kategorie patří paletové vozíky, ruční vysokozdvizné vozíky, rudly, plošinové vozíky či transportní podvozky atd. Následuje způsob zavážení pomocí **manipulační techniky s řidičem**, kam patří různé vysokozdvizné vozíky či tahače (logistické vláčky). Jednou z posledních kategorií jsou **automaticky naváděné vozíky** neboli AVG z anglického Automatic guided vehicle. Speciálním druhem manipulační techniky jsou **jeřáby** a **závěsné dopravníky**. V posledních letech se začínají k zásobování využívat bezpilotní létající stroje neboli **drony**. [18] [20]

2.6 Zásobování linek

Velikost zásob u linek je dána dle spotřeby zásob, frekvence jejich doplňování a podle prostorových možností. V závislosti na objemu produkce je dán výrobní takt a spotřeba materiálu. Velikost zásob u výrobní linky je možné určit pomocí **frekvence zavážek** nebo v závislosti na **prostorových dispozicích**. Při zásobování podle frekvence se zaváží materiál na linku v pravidelných intervalech. Například pokud chceme zásobovat linku každou hodinu, je nejprve nutné zjistit objem hodinové produkce na lince a dle toho spočítat potřebné množství materiálu. V případě zásobování založeném na omezeném prostoru se velikost a frekvence zavážení zásob přizpůsobuje maximálnímu množství zásob na pracovišti. Je nezbytné vypočítat pro jakou dobu výroby vystačí tato maximální zásoba, tento údaj získáme vydělením velikosti zásob taktom pracoviště. [21]

3 Projektování výroby

Tato kapitola nejprve definuje pojem technologický postup, dále podává informace o výrobním taktu a v neposlední řadě informuje o postupu při výpočtech ve výrobní systému.

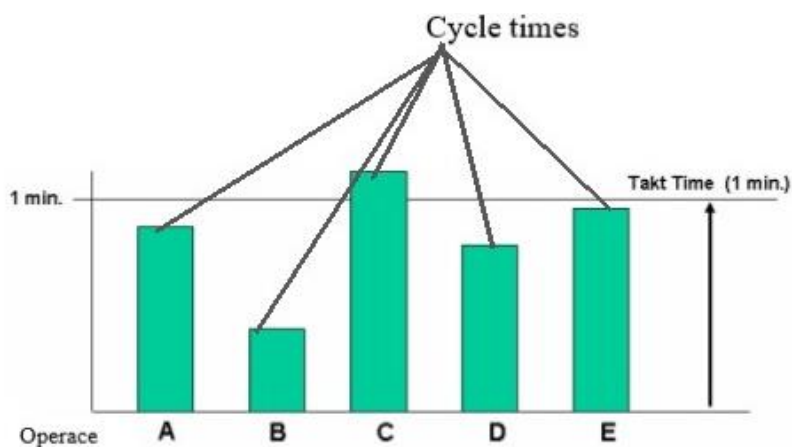
3.1 Technologický postup a taktování

Technologický postup popisuje, jakým způsobem bude probíhat výrobní proces vyráběného produktu. Technologický postup je návaznost operací na určených pracovištích, díky kterým dojde k vytvoření výrobku. Technologický postup je vytvářen technologem, postupářem a normovačem. Každý technologický postup je určen následujícími parametry:

- sled operací a popis práce,
- přidělené pracoviště, které je kapacitně a technologicky určené a prostorově ohraničené,
- výrobní zařízení, nástroje, přípravky a měřidla,
- množství vyráběných kusů,
- hodinová sazba,
- normovaná spotřeba času.

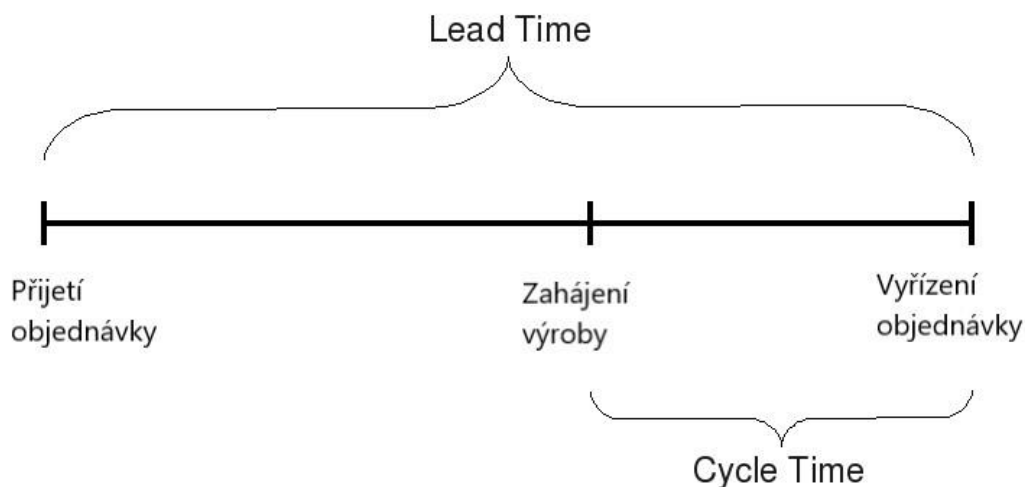
Produkt může mít více výrobních postupů, které se liší maximálním a minimálním vyráběným množstvím. Ideální technologický postup by měl optimalizovat výrobu a spotřebu materiálu a dosahovat předem určené kvality. Technologický postup slouží také jako vstupní údaj pro návrh rozmístění pracovišť, návrh tvorby layoutu a kapacitních propočtů. [2] [22]

Rozlišujeme tři základní takty, které se mnohdy zaměňují: výrobní, zákaznický a průběžnou dobu výroby. **Výrobní takt** neboli cycle time je čas od začátku jednoho cyklu do začátku následujícího. Výrobní cyklus je čas potřebný ke zhotovení výrobku. Neboli výrobní takt je čas potřebný k výrobě 1 ks produktu. Výrobní takt závisí na výrobním procesu, je možné jej změřit nebo použít výpočet (časové období, za které se výpočet uskutečňuje děleno počet vyrobených produktů). Ve výrobním procesu můžeme určit individuální výrobní takt pro každé pracoviště. **Zákaznický takt** neboli takt time je čas nezbytný ke splnění požadavků zákazníků. Zákaznický takt se vypočte jako čas výroby za den/požadavky zákazníků za den. Srovnání těchto dvou taktů je možné vidět na Obrázek 19. [23] [24]



Obrázek 19 - Výrobní a zákaznický takt [podle 23]

Průběžná doba výroby neboli lead time viz Obrázek 20 [25] je čas potřebný ke splnění jedné zakázky od přijetí objednávky k jejímu zaplacení. Výrobní takt by měl být vždy vyšší než zákaznický, pokud dosahuje nižších hodnot než zákaznický takt, znamená to, že podnik nesplní požadavky zákazníků. [22]



Obrázek 20 - Průběžná doba výroby [25]

3.2 Metody stanovení času

Stanovení času je důležitá činnost nejen pro zjištění kapacitních propočtů linky, ale také pro odhalení plýtvání. Nejprve je nutné znát základní normy, které s měřením času souvisí a napomáhají při plánování objemu výkonů. První norma je **výkonová norma**, která je rozdělena na normu času a množství. Norma času udává, kolik je potřeba času na pracovní operaci. Norma množství určuje, kolik pracovních operací je provedeno za danou časovou jednotku. Další důležitou normou je **norma obsluhy**, která určuje počet jednotek přidělených k obsluze pracovníkovi či pracovní skupině. Spotřeba času na určitý objem výroby či složitý výrobek se nazývá **norma pracnosti**. [26]

Existuje několik metod pro stanovení času, hlavní dělním je stanovení časů měřením nebo výpočtem. Metody stanovení času výpočtem jsou metody předem stanovených časů patří sem například MTM (z anglického Methods Time Measurement) a MOST (z anglického Maynard Operation Sequence Technique) nebo výpočty podle podnikových normativů. Metody stanovení času měřením se nazývají časové studie, do kterých patří snímek pracovního dne a snímek operace. [26]

3.2.1 MTM

V této metodě má každý pohyb předem definovanou časovou hodnotu. Časová délka jedné operace je dána součtem jednotlivých pohybů prováděných při operaci. Definice dle [26, str.128] "MTM je postup, při němž se manuální postupy člení do svých základních pohybů. Ke každému základnímu se přiřazuje hodnota normovaného času, která je určována ve své výši evidovanými číselnými hodnotami a třídami ovlivňujících veličin." Mezi výhody této metody patří jednotný výkonnostní stupeň, možné využití před spuštěním výroby, identifikace úkonů vedoucích ke zbytečným pohybům. Nevýhodou metody je nutnost důkladného zaškolení analytiků (v opačném případě zkreslené výsledky), vysoká časová náročnost vypracování analýzy. Metoda používá standardizovanou jednotku TMU (Time Measurement Unit), 1 TMU odpovídá 0,036 vteřinám. Metoda MTM se rozděluje do tří kategorií dle náročnosti pohybů. Kategorie MTM 1 se využívá pro základní pohyby trvající do 30 sekund. MTM 2 pro komplexní pohyby od 30 sekund do 3 minut a MTM 3 je používána pro pracovní úkony od 3 minut do

30 minut. První kategorie obsahuje 8 pohybů ruky a prstů, 2 pohyby očí a 12 pohybů těla a dolních končetin. [26]

3.2.2 MOST

Základem pro metodu MOST jsou sekvence. Definice dle [26, str. 153] "MOST je systém měření práce soustředující se na činnosti spojené s pohybem objektů, popsané ve formě definovaných pohybových sekvencí. Pohybové sekvenci je podle konkrétní situace provedení přiřazena časová hodnota potřebná k jejímu vykonání. Při analýze práce metodou MOST se používají velká písmena a indexová čísla. Každé indexované písmeno představuje určitý druh pohybu." Metoda MOST se také dělí do více kategorií Mini, Basic a Maxi. Mini MOST popisuje nejpřesnější analýzu, využití u operací trvajících do 10 vteřin. Basic MOST se využívá u většiny operací, jelikož je aplikována na úkony trvajících 10 vteřin až 10 min. Maxi MOST se používá u operací trvajících více než 2 minuty až hodiny. [26]

3.2.3 Časová studie

Při časové studii se používají dva záznamy času – kumulované časy a dílčí časy. Kumulované časy jsou vhodné pro měření snímku pracovního dne, jedná se o časy mezi začátkem časového snímku a konečnými událostmi. Dílčí časy se využívají při snímkování operací, kdy se každý úsek měří zvlášť. Měřicí přístroj zapne v prvním momentu měření, v dalším se vypne nebo zapne mezičas. Při provádění časové studie je nejprve nutná příprava, která zahrnuje výběr vhodného pracovníka pro měření, seznámení se s měřeným pracovištěm a určení počtu náměrů. Po přípravě následuje samotné pozorování a měření. Poslední fáze je vyhodnocení a případné návrhy na změnu. **Snímek operace** je vhodný pro přímé a nepřetržité pozorování časové náročnosti jednotlivých operací, pro nastavení norem spotřeby práce a pro racionalizaci pracovního postupu. **Snímek pracovního dne** poskytuje informace o průběhu práce během směny, jeho nevýhodou je časově náročné měření a vyhodnocování. [26]

4 Představení organizace

Diplomová práce je zpracován ve společnosti Lear Corporation viz Obrázek 21 v plzeňské pobočce. Společnost se zabývá výrobou automobilových sedadlových systémů a elektrických systémů. Společnost Lear Corporation je americká nadnárodní firma se sídlem v Southfieldu ve státě Michigan, která má 257 poboček ve 39 zemích světa a zaměstnává přes 165 000 pracovníků. V roce 2017 dosahovaly tržby přibližně 20,5 miliard dolarů. V České republice se nachází dceřiná společnost pod názvem Lear Corporation Czech Republic, s.r.o. [27]

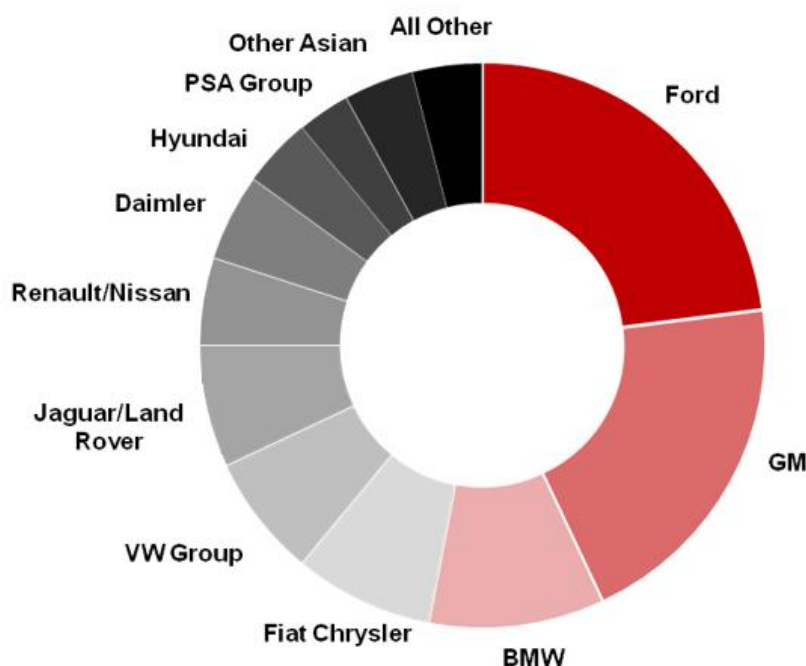


Obrázek 21: Logo společnosti [27]

4.1 Lear Corporation

Společnost Lear byla založena v roce 1917 v Detroitu ve státě Michigan pod názvem American Metal Products jako výrobce kovových výrobků, výrobce trubkových, svařovaných a lisovaných sestav pro automobilový a letecký průmysl. Od té doby se společnost vyvíjela, aby se přizpůsobila měnícím se potřebám průmyslu. [27]

V současné době společnost dodává kompletní sedací a elektrické systémy po celém světě a je umístěna na 151. místě v žebříčku Fortune 500 (tento žebříček řadí americké korporace dle jejich hrubého obrátu). Společnost Lear Corporation je obchodována na Newyorské burze pod symbolem [LEA]. Mezi největší zákazníky patří Ford, General Motors, BMW, Fiat Chrysler, Jaguar/Land Rover, VW Group (včetně Audi). Velikost prodejů v závislosti na zákaznících lze vidět na Obrázek 22. Podle regionů je největší odběr v Severní Americe se 43 % celkové produkce a dále trh Evropa&Afrika s 37 % produkce. [27]



Obrázek 22: Zákazníci [27]

4.2 Lear Corporation Czech Republic, s.r.o.

V České republice je společnost zastoupena přes dceřinou společnost Lear Corporation Czech Republic, s.r.o. se sídlem ve Vyškově, výrobní závody sedadlových systémů se nacházejí v Kolíně, Ostrově u Stříbra, finanční centrum je umístěno v Brně a technologický park je v Plzni. Pobočka ve Vyškově byla založena v roce 2004 a zabývá se výrobou e-systémů. Výrobní závod v Kolíně dodává sedačky především do Toyota Peugeot Citroën Automobile (TPCA). Závod Ostrov u Stříbra byl založen v roce 2008 a v současné době mezi největší projekty patří sedadlové systémy pro BMW řady 3 a 4, Porsche Panamera G2, Audi C7 a C8. [27]

4.3 Vývojové centrum v Plzni

Hlavní vývojové a technické centrum v České republice se nachází v Plzni, bylo založené v lednu 2012. Plzeňské centrum spolupracuje především se závodem v Ostrově u Stříbra, s německými závody v Brémách, Oberdingu a Sindelfingenu, maďarským závodem Györem a polským Tychy. Plzeňská pobočka podporuje design, vývoj pěn, potahů, plastových dílů, elektroinstalace pro automobilové sedačky a v neposlední řadě nákup a prodej. V současné době je v plzeňské pobočce přibližně 250 zaměstnanců. Mezi největší zákazníky patří Audi, BMW, Daimler a Porsche. Plzeňské centrum se stále rozvíjí a v budoucnosti chce dokázat samostatně řídit a dodávat kompletní programy sedadel. Plzeňské centrum lze rozdělit na sedadlové systémy a elektrické systémy. V pobočce se nachází oddělení technické komunikace, oddělení projektového řízení, oddělení prototypu (stavba sedaček, řízení kvality), oddělení testingu, oddělení FMEA (analýza možnosti vzniku vady v průběhu výrobního procesu), benchmarking (měření a porovnávání vybraných ukazatelů), oddělení CTO (cost technology optimization) – snižování nákladů, konstrukce (CAD) a vývoj potahů všechny tyto oddělení patří do části sedadlové systémy. V rámci e-systémů se řeší především kabelové svazky, svorky a konektory. V neposlední řadě se v plzeňské pobočce nachází oddělení nákupu. [27]

4.4 Produkty

Jak již bylo řečeno, společnost Lear Corporation se zabývá sedadlovými a elektrickými systémy. E-systémy vyrábí kompletní elektrické rozvodné systémy, které zahrnují především kabelové svazky, svorky a konektory viz Obrázek 23. Dále produkují rozvodné skříně a pasivní rozvodné skříně, které jsou navrženy tak, aby snižovaly hmotnost, složitost a celkové náklady na systém. E-systémy vyvíjí elektrické systémy, které mohou mít být bezdrátové nebo hybridní. Mezi nové technologie patří použití alternativních drátových materiálů, včetně oceli pokovované mědí a hliníkových slitin, což vede ke snížení hmotnosti a nákladově efektivnímu řešení. [27]



Obrázek 23: Kabelové svazky [27]

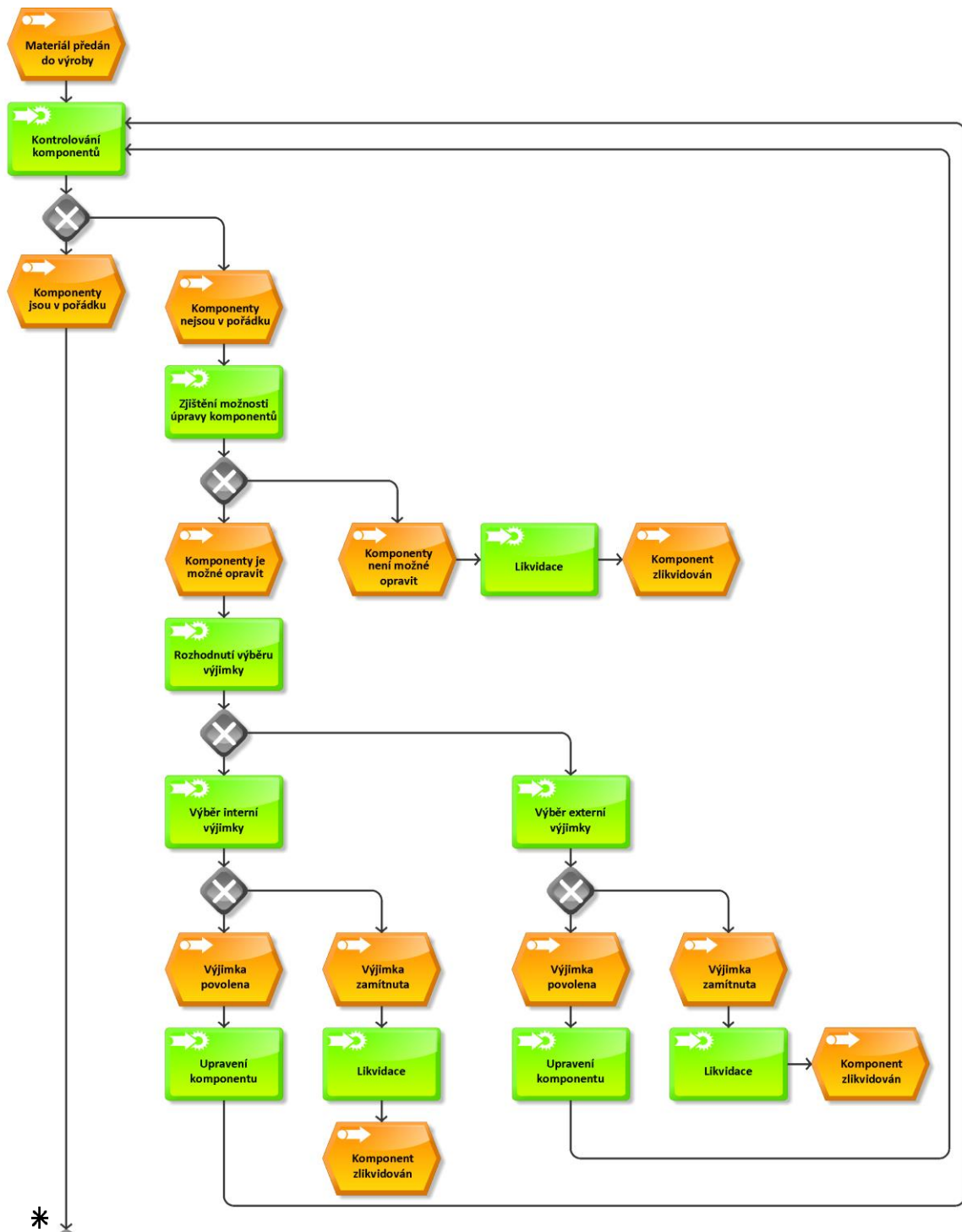
Sedadlové systémy se skládají především ze struktury, pěn a potahů viz Obrázek 24, dále obsahují plastové díly, opěrku hlavy a kabelové svazky, volitelným prvkem je airbag, topení, klimatizace nebo masáže dle přání zákazníka. Sedadlové systémy se liší ve způsobu upevnění jednotlivých dílů, použití různých druhů potahů, tvaru a tvrdosti pěn. [27]

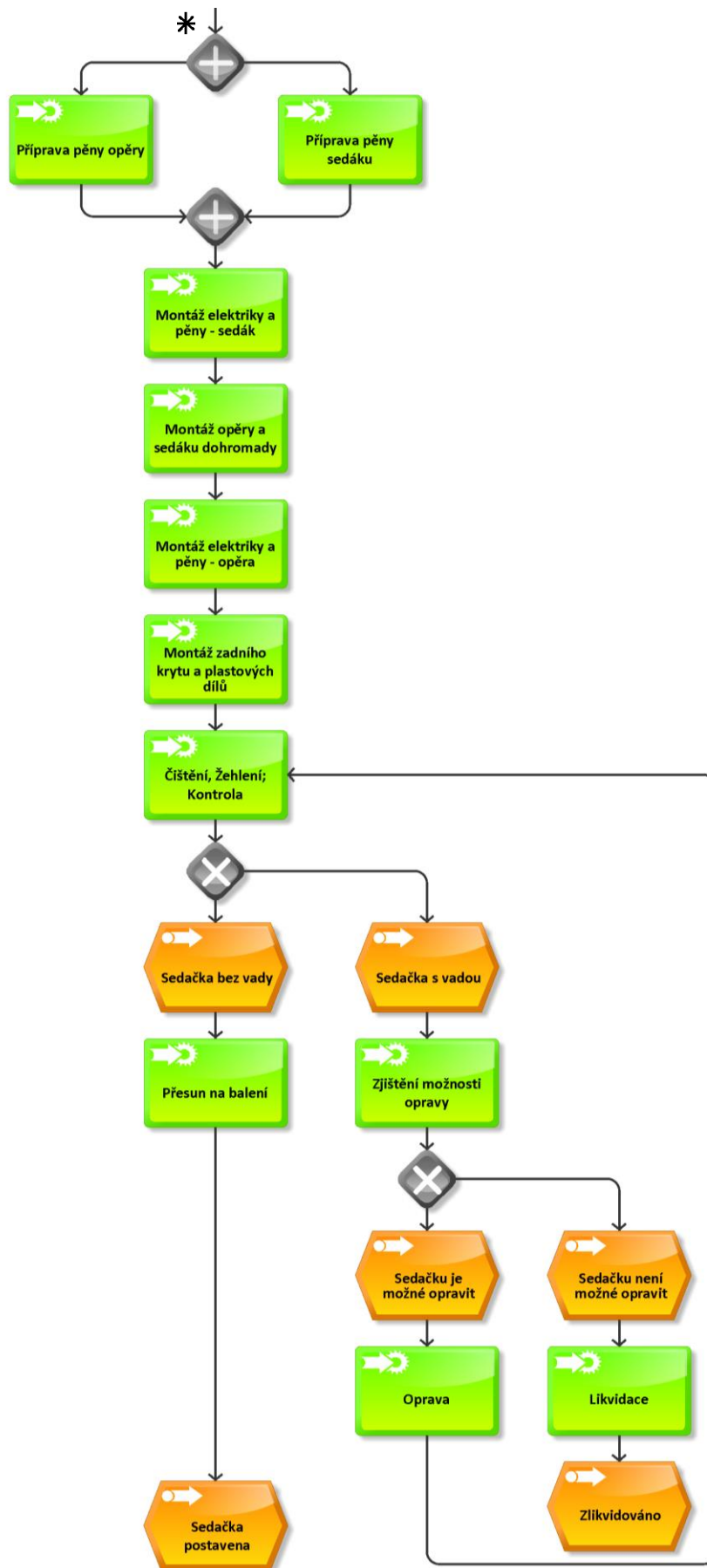


Obrázek 24: Přední sedačka [27]

5 Popis současného stavu

Oddělení prototypu v Plzni se zabývá stavbou sedaček, které nejsou prozatím v sériové výrobě a u kterých jsou jednotlivé části ve vývoji (např. pěny, potahy, plastové díly, kabely atd.). Jelikož se jedná o prototyp, každá sedačka je originál a z toho důvodu každá sedačka má svůj specifický build list (kusovník pro stavbu konkrétní sedačky). Sedačky jsou stavěny pro předem dané účely (testování shody potahu na pěnu, nepřehřívání topení, opotřebením potahu, H-point atd.), dle toho je stavba v některých krocích rozdílná. Část testů se provádějí přímo v plzeňské pobočce a jiné se posílají do dalších poboček společnosti Lear Corporation k následnému testování. Na Obrázek 25 je vidět vývojový diagram stavby sedačky a v příloze 1 je zobrazen vývojový diagram zachycující hlavní proces od přijetí materiálu až k expedici hotové sedačky.





Obrázek 25: Flow chart – Výrobní proces, [vlastní zpracování, 2018]

V současné době se při stavbě prototypových sedaček využívají montážní stoly, dále se používají přípravky pro montáž konkrétního typu sedačky. Každý typ sedačky může mít specifické požadavky na upnutí, proto je možné přípravky přenastavit dle jednotlivých požadavků. Nyní se v oddělení nachází 4 stoly, 5 přípravků na upevnění sedáku či celé sedačky viz Obrázek 26 a dále 2 přípravky na uchycení opěrky viz Obrázek 27, které se nevyužívají při výrobě všech sedaček, a linka, která není v provozu, jelikož pro ni není jasně definované využití.



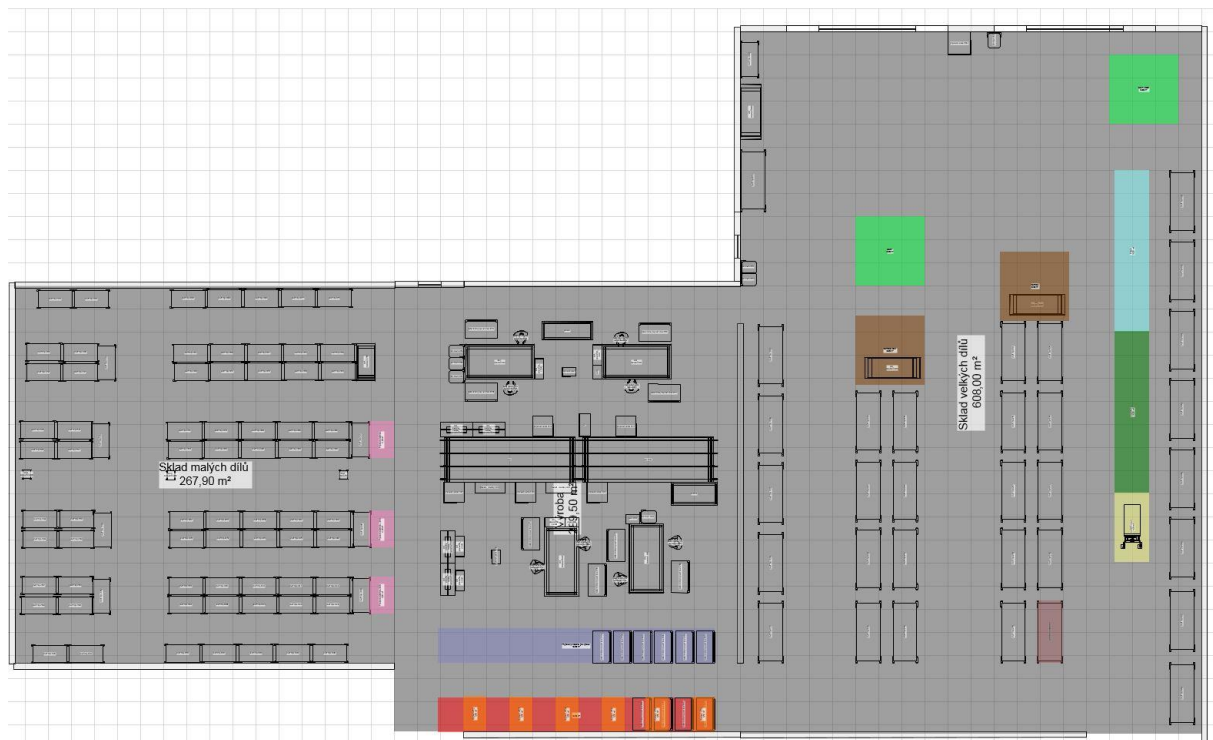
Obrázek 26: Přípravek pro sedák (celou sedačku) [27]



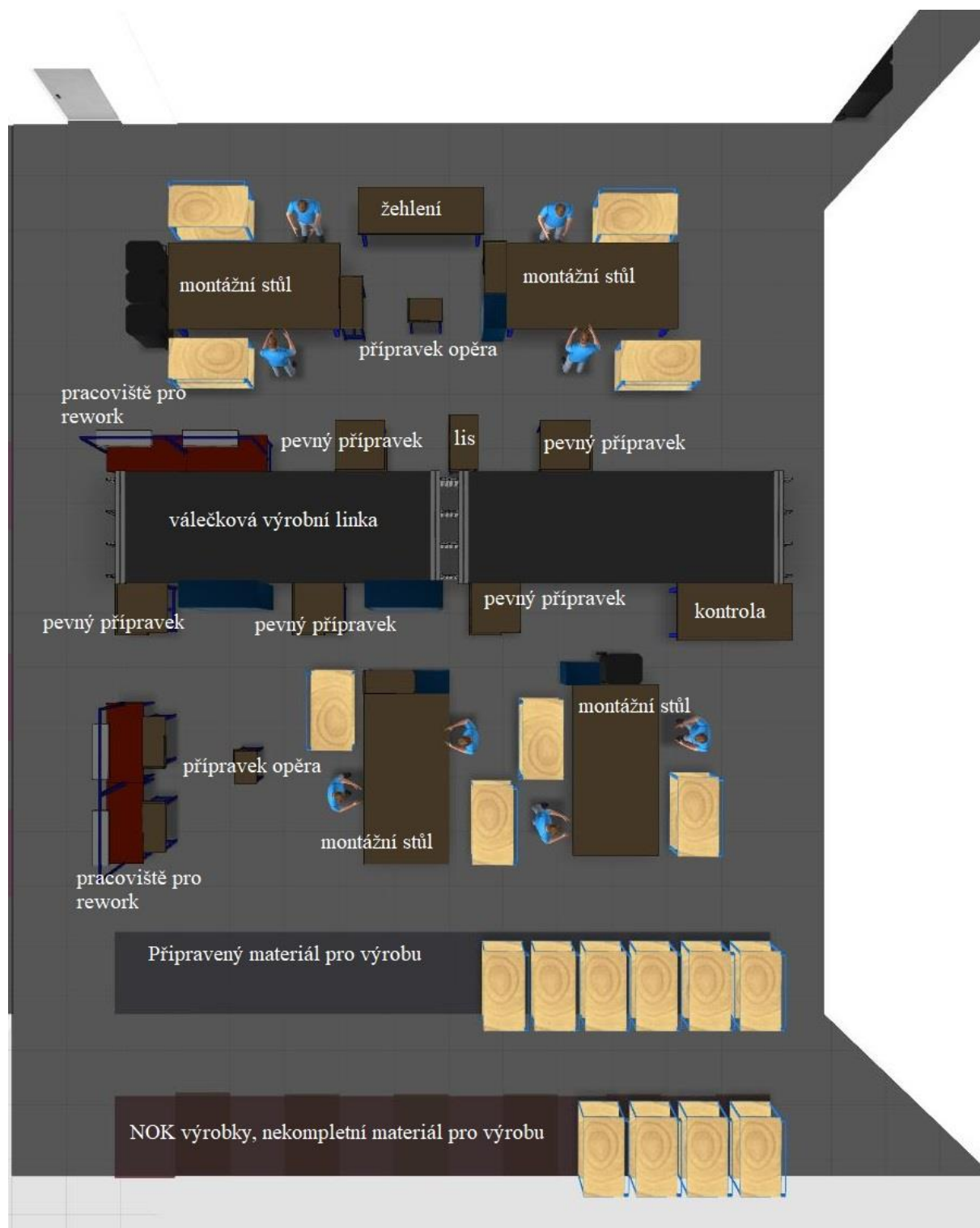
Obrázek 27: Přípravek na opěrky [27]

Díly, které přicházejí pro stavbu, jsou prototypové, mnohdy je třeba jejich úprava, jelikož mohly být použity v jiných sériích (přijdou s požadavkem na modifikaci). Vzhledem k jedinečnosti vyrobených kusů se zde využívá one-piece flow toku materiálu. Před stavbou konkrétní sedačky je vždy připraven seznam (picking list) na základě kusovníku, dle kterého se veškerý potřebný materiál připraví. Kusovník se liší dle typu vyráběné sedačky, u přední sedačky se v kusovníku může nacházet 47 až 84 dílů, u zadní sedačky kolem 30 dílů. V roce 2017 bylo vyrobeno 1159 ks sedaček s unikátními kusovníky. Zásobování materiálu pro jednotlivé sedačky je realizováno pomocí ručních vozíků. Připravený materiál se pohybuje v průběhu výroby zároveň s vyráběným výrobkem. V průběhu stavby se ověřuje smontovatelnost navrhovaných dílů a funkčnost vyrobené sedačky.

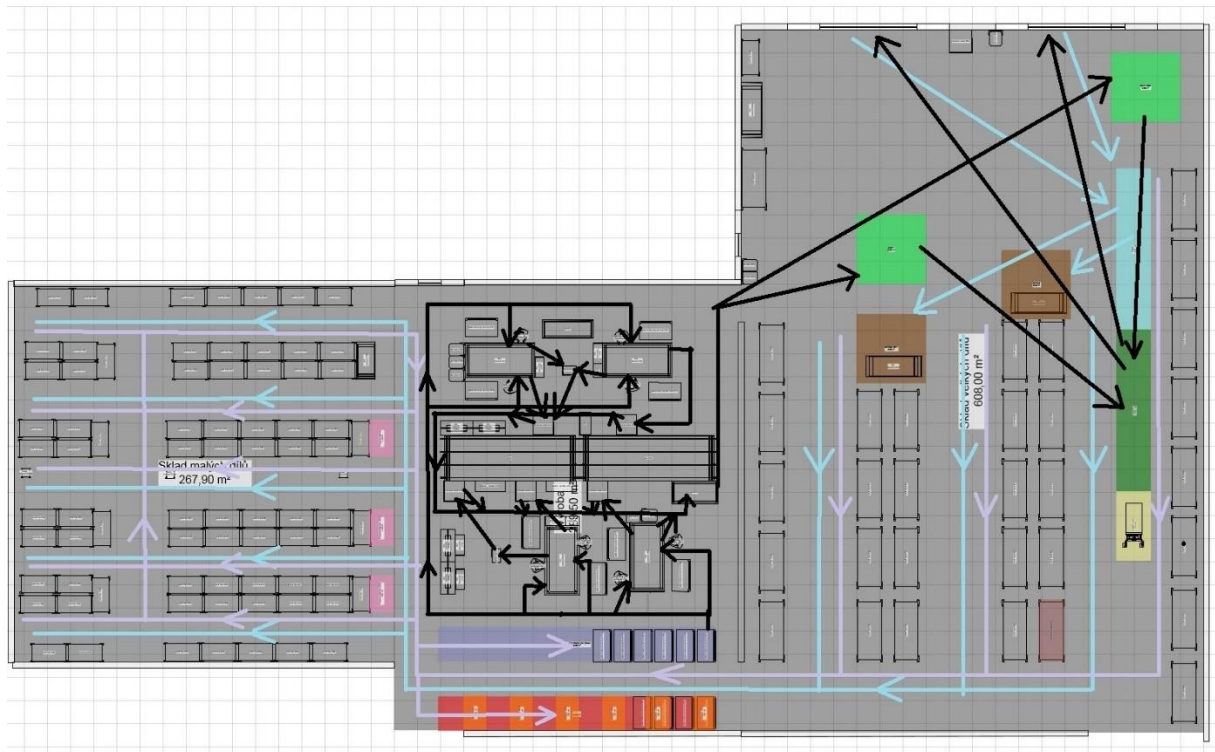
Na Obrázek 28 je zobrazen současný layout, výrobní hala se nachází mezi skladem malých dílů (kabely, plastové díly) a skladem velkých dílů (pěny, struktury). Dále se ve výrobní hale nachází lis, který se nevyužívá, stanoviště žehlení sedaček, stanoviště kontroly a místa určená pro připravený materiál pro výrobu (fialová barva) a rozpracované výrobky a nekompletní materiál pro výrobu (oranžovo-červená barva). Detail a popis výrobní haly ve 3D lze vidět na Obrázek 29. Růžová barva v layoutu označuje místo, kde se připravuje materiál pro výrobu, hnědá barva znázorňuje vstupní kontrolu, modré pole je místo příjmu materiálu, světle zelené místo je vyhrazeno pro balení hotových výrobků a v tmavě zeleném prostoru čekají výrobky na expedici, červeně vyznačený regál je zastavovací zóna. Na Obrázek 30, je znázorněn materiálový tok, modrou barvou je vyznačen příjem materiálu, fialovou příprava materiálu k výrobě a černou barvou výroba. Na Obrázek 31 je zobrazeno současné prostorové uspořádání ve 3D. Layouty jsou zpracovány v programu visTABLE® touch.



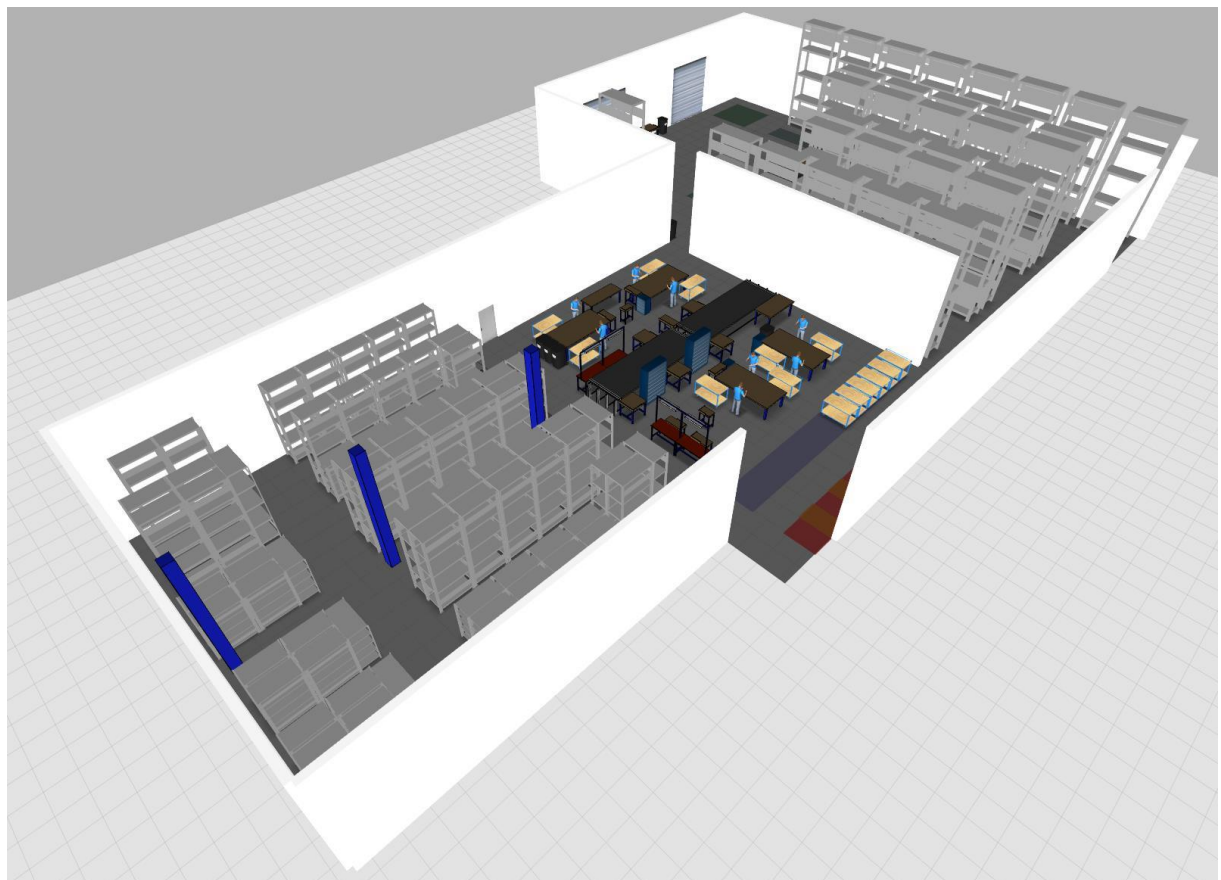
Obrázek 28: Layout současného stavu [vlastní zpracování, 2018]



Obrázek 29: Popis současné výrobní haly 3D [vlastní zpracování, 2018]



Obrázek 30: Současný materiálový tok [vlastní zpracování, 2018]

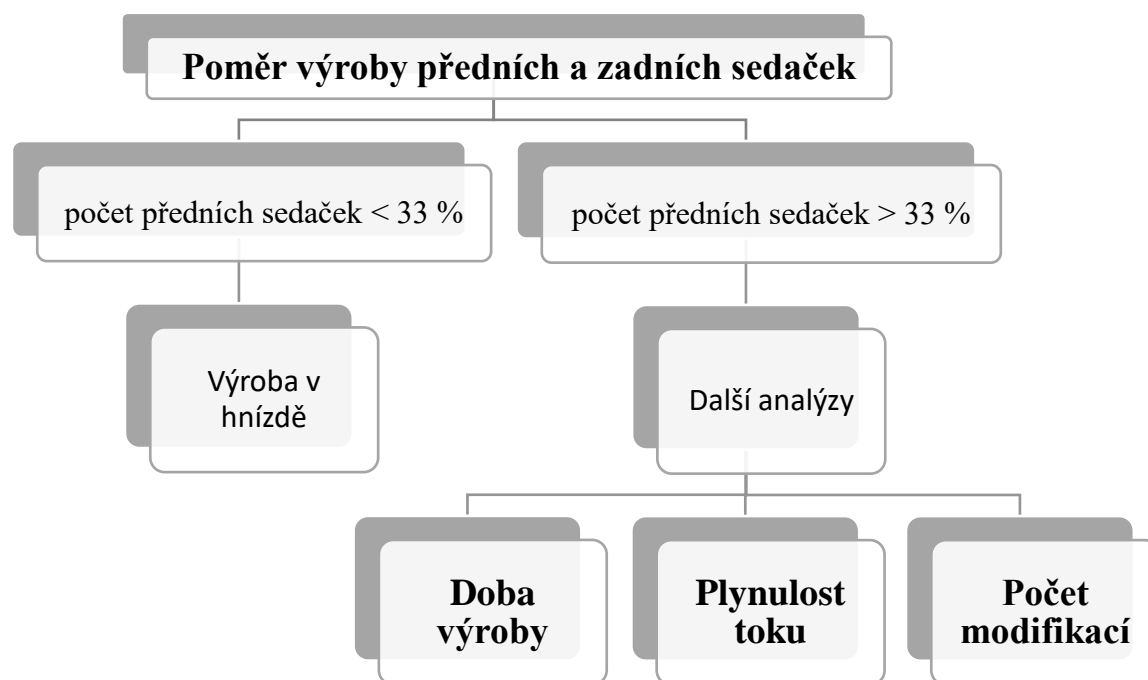


Obrázek 31: Současný layout 3D [vlastní zpracování, 2018]

6 Analýza montáže v lince vs. v hnízdě

V současné době jsou dvě možnosti uspořádání výrobního prostoru. První je možnost uspořádání pracovišť do hnízda, druhá s využitím linky. Z tohoto důvodu je nezbytné zjistit, který typ výroby je vhodnější pro výrobu prototypových sedaček.

Při uspořádání pracovišť do hnízda je možné stavět zadní i přední sedačky, ale linku lze použít pouze pro výrobu předních sedaček. Z toho důvodu je důležité nejprve zjistit poměr předních a zadních sedaček. Výroba zadní sedačky zabere cca 1/3 doby výroby sedačky přední (záleží na vybavení sedačky). Pokud poměr výroby předních sedaček klesne pod 33 %, je výhodnější používat pouze výrobu s uspořádáním do hnízda, jelikož by linka vyrobila přední sedačky rychleji, než by se vyráběly zadní sedačky a nebyla by tak plně využita. Jestliže počet předních sedaček je větší než 33 %, nelze jednoznačně rozhodnout, zda doporučit uspořádání výroby do hnízda či uspořádání s výrobní linkou, a jsou prováděny další analýzy: doba výroby ve hnízdě vs. lince, plynulost toku, počet modifikací, viz Obrázek 32.



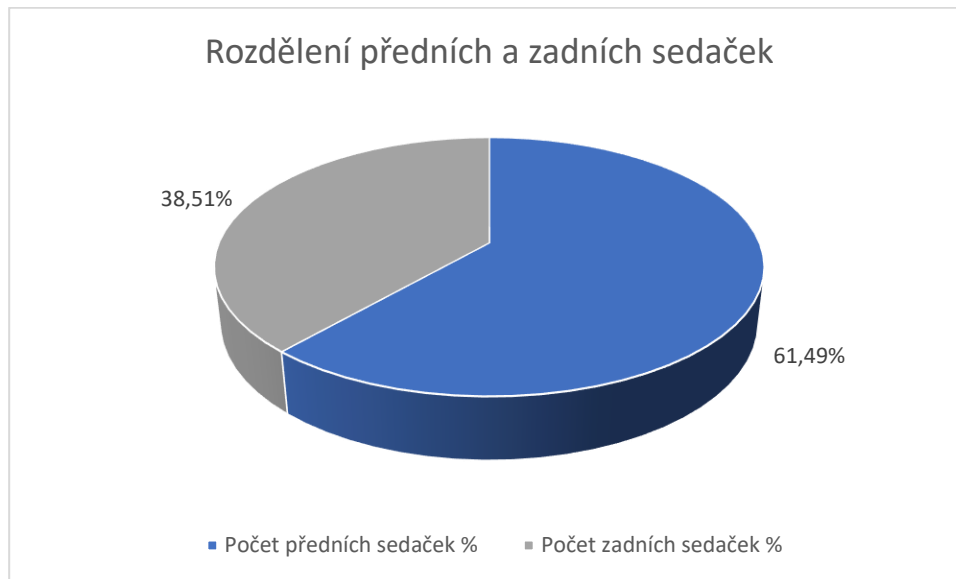
Obrázek 32: Výběr vhodné varianty [vlastní zpracování, 2018]

6.1 Rozdělení počtu sedaček

První analýza vychází z výsledků za rok 2017, kdy je zjišťováno kolik se vyrobilo kusů sedaček v závislosti na rozdělení přední a zadní sedačky a dle jednotlivých zákazníků viz Tabulka 2 a Graf 1.

	Přední sedačky	Zadní sedačky
Audi	1073	458
BMW	86	25
Daimler	0	243
Celkem (ks)	1159	726
Celkem (%)	61,49%	38,51%

Tabulka 2: Analýza vyrobených kusů rok 2017 [vlastní zpracování, 2018]



Graf 1: Možnost využití výrobní linky [vlastní zpracování, 2018]

V úvodu kapitoly je definováno, že pokud počet předních sedaček je větší než 33 %, je nutná další analýza. Výsledek analýzy ukázal, že se v oddělení prototypu v Plzni vyrobilo 61,49 % předních sedaček. Z toho důvodu budou provedeny další analýzy pro rozhodnutí mezi uspořádáním pracovišť do hnízda či uspořádání pracovišť s využitím výrobní linky.

6.2 Doba výroby sedačky

V analýze se měří nejprve doba výroby sedačky při uspořádání pracovišť do hnízda a poté je měřena výroba s využitím výrobní linky. Při obou analýzách byl vyráběn stejný typ sedačky stejným operátorem, rozdíl se nacházel pouze v materiálu potahu sedačky.

Analýza výroby při uspořádání do hnízda je zobrazena v Tabulka 3, kde jsou barevně rozlišeny skupiny operací na základě flow chartu výrobního procesu vypracovaného v předchozí kapitole. Výroba s uspořádáním pracovišť do hnízda celkem zabrala 1 h 46 min 59 s, od tohoto času jsou odečteny nestandardní operace (č.2 a č.31), po úpravě je celkový čas sedačky 1 h 31 min 39 s.

Pracoviště	Číslo operace	Popis operace	Doba trvání
A	1	Kontrola dílů (31 ks)	0:17:52
	2	Problém s dílem	0:03:31
B	3	Lepení topení - sedák	0:04:33
	4	Vyhození odpadků	0:00:28
	5	Nastřílení potahu - sedák	0:04:33
	6	Přetažení potahu - sedák	0:01:34
C	7	Lepení topení - opěra	0:05:03
	8	Vyhození odpadků	0:00:15
	9	Nastřílení potahu - opěra	0:04:41
	10	Přidání pěnového airbagu	0:00:50
	11	Přetažení potahu - opěra	0:02:10
D	12	Přesun ke stojanu	0:00:41
	13	Upnutí struktury sedáku na přípravek	0:00:22
	14	Přesun náradí	0:00:51
	15	Propojení kabelu a SBR	0:05:56
	16	Připojení kabelu topení	0:00:34
	17	Montáž pěny na strukturu - sedák	0:02:26
	18	Připojení kabelů	0:01:12
	19	Vypnutí potahu jehlou	0:00:55
E	20	Otočení přípravku na stojanu	0:00:17
	21	Montáž struktury opěry k sedáku	0:02:31
	22	Označení kontroly šroubu na moment	0:00:33
	23	Připojení kabelů na opěru	0:00:59
	24	Montáž lordosa	0:01:55
	25	Montáž malých dílů	0:01:49
	26	Montáž pěny na strukturu - opěra	0:04:15
	27	Montáž hlavovky	0:01:09
F	28	Vizuální kontrola	0:00:20
	29	Montáž zadního panelu	0:04:18
	30	Montáž plastových dílů	0:05:11
	31	Úprava plastového dílu	0:11:49
	32	Montáž plastových dílů - pokračování	0:04:03
G	33	Instalace držáku na hasící přístroj	0:01:23
	34	Čištění a kontrola	0:06:05
	35	Přesun sedačky na vozík	0:00:37
	36	Vyplnění buildlistu	0:00:36
	37	Přesun sedačky na expedici	0:00:42
			1:31:39
			(1:46:59)

Tabulka 3: Doba výroby uspořádání pracovišť do hnízda [vlastní zpracování, 2018]

Jelikož se výrobní linka běžně nepoužívá, bylo potřeba před měřením připravit jednotlivá pracoviště. Operace na jednotlivých pracovištích jsou rozdělena dle montážních celků, které jsou stejné jako u výroby při uspořádání pracovišť do hnízda. Prvním pracovištěm je montážní stůl, kde jsou připravovány pěny (skupina A, B a C), toto pracoviště je stejné pro výrobu v lince i uspořádání do hnízda. Dalšími pracovišti jsou pevné montážní přípravky, mezi kterými se

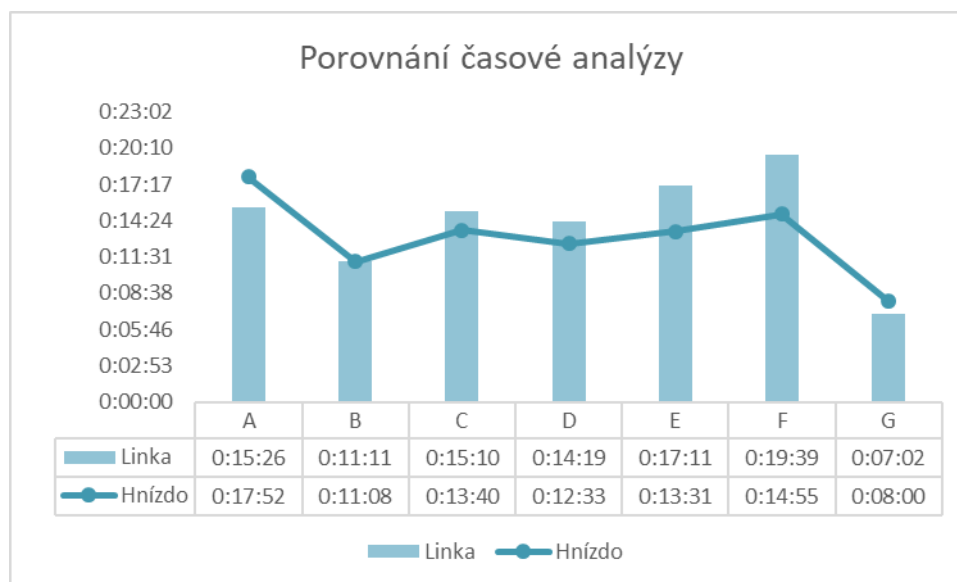
sedáčka přesouvá manuálně po válečkovém dopravníku (linka). Jednotlivá stanoviště nejsou vybalancovaná. Výsledek měření je zobrazen v Tabulka 4.

Číslo operace	Popis operace	Doba trvání
1	Kontrola dílů (31 ks)	0:15:26
2	Lepení topení - sedák	0:05:01
3	Nastřílení potahu - sedák	0:04:30
4	Přetažení potahu - sedák	0:01:40
5	Lepení topení - opěra	0:05:48
6	Nastřílení potahu - opěra	0:04:32
7	Přidání pěnového airbagu	0:00:31
8	Přetažení potahu - opěra	0:02:19
9	Vyhození odpadků + přesun	0:02:00
10	Upnutí struktury sedáku na přípravek	0:00:15
11	Propojení kabelu a SBR	0:05:54
12	Připojení kabelu topení	0:00:39
13	Montáž pěny na strukturu - sedák	0:02:33
14	Připojení kabelů	0:01:34
15	Vypnutí potahu jehlou	0:01:00
16	Přesun přípravku s otočením	0:01:43
17	Přesun vozíku	0:00:41
18	Přesun nářadí	0:00:51
19	Montáž struktury opěry k sedáku	0:02:02
20	Označení kontroly šroubu na moment	0:00:58
21	Připojení kabelů na opěru	0:00:58
22	Montáž lordosa	0:01:38
23	Montáž malých dílů	0:01:09
24	Montáž pěny na strukturu - opěra	0:07:03
25	Montáž hlavovky	0:00:45
26	Vizuální kontrola	0:00:21
27	Přesun přípravku na vozík	0:01:26
28	Montáž zadního panelu	0:03:39
29	Montáž plastových dílů	0:05:53
30	Úprava plastového dílu	0:15:11
31	Montáž plastových dílů - pokračování	0:08:02
32	Instalace držáku na hasící přístroj	0:01:12
33	Přesun sedačky na kontrolu	0:00:53
34	Žehlení a kontrola	0:04:29
35	Přesun sedačky na vozík	0:00:38
36	Přesun přípravku na první stanoviště	0:00:20
37	Vyplnění buildlistu	0:00:36
38	Přesun sedačky na expedici	0:00:59
		1:39:58
		(1:55:09)

Tabulka 4: Doba výroby v lince [vlastní zpracování, 2018]

Výroba v lince trvala celkem 1h 55 min 9 s, opět se během výroby vyskytla nestandardní operace (č.30), po úpravě celkový čas výroby v lince činí 1h 39 min 58 s.

Na Graf 2 je zobrazeno porovnání skupin operací při uspořádání pracovišť do hnízda a s výrobní linkou. Časové rozdíly mezi skupinami jsou způsobené především pohybem po lince a přesunem materiálu. Celkový časový rozdíl mezi výrobou s uspořádáním do hnízda a výrobou v lince je 8 min a 19 s ve prospěch uspořádání pracovišť do hnízda. Při výrobě 1159 ks předních sedaček je výroba s uspořádáním do hnízda rychlejší o 160 h 39 min.

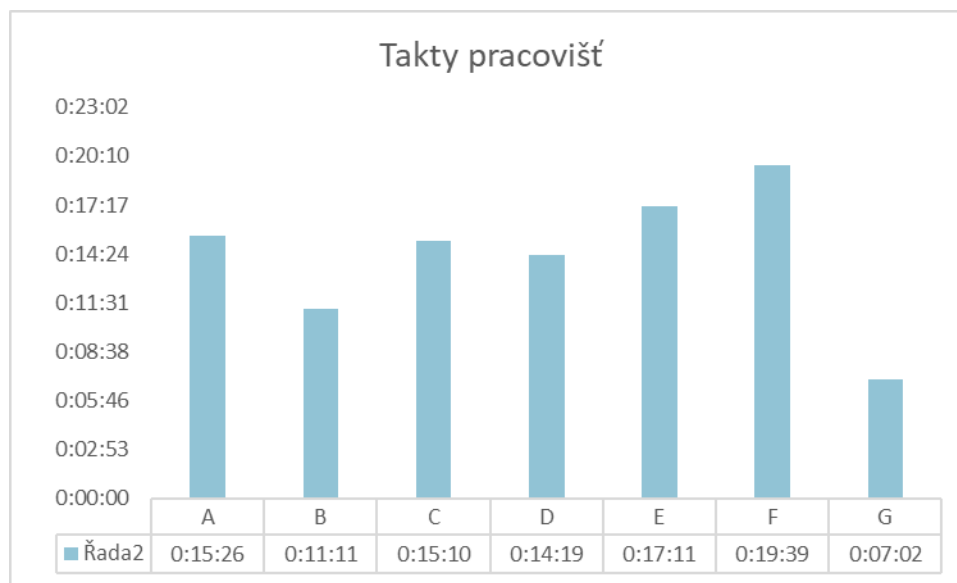


Graf 2: Doba výroby – porovnání [vlastní zpracování, 2018]

6.3 Analýza plynulosti toku linky

Plynulost toku je rozdílná při výrobě s uspořádáním pracovišť do hnízda a výrobě v lince. Uspořádání pracovišť do hnízda má plynulou výrobu, operátor není ovlivněn dobou výroby jiného operátora. V případě linky jsou jednotlivá pracoviště ovlivňována časem předchozího a následného pracoviště. Pro plynulost toku výroby je tedy nutné zajistit vybalancování jednotlivých pracovišť.

Analýzou bylo zjištěno, viz Graf 3, že v současné době linka není dostatečně vybalancována. Pro vybalancování linky by bylo nutné racionalizovat výrobní postup, zlepšit ergonomii pracoviště, navrhnout nový materiálový tok, aplikovat automatizaci (linka s automatickým pohonem), atd.



Graf 3: Časy pracovišť na lince [vlastní zpracování, 2018]

V současné době je výrobní takt linky 19 min 39 s podle času nejdelšího pracoviště. Rozdíl mezi nejdelší a nejkratší operací (pracoviště F a G) v lince je 12 min 37 s. Výrobní takt pracovišť s uspořádáním do hnízda je 1 h 31 min 39 s. Tyto informace vztáhneme vzhledem k nákladům na operátora, kdy na pracovišti s uspořádáním do hnízda pracuje 1 operátor a při výrobě v lince je potřeba 7 operátorů, výsledek je zobrazen v Tabulka 5.

	Náklady na operátora (Kč/h)	Počet operátorů	Čas výroby (h) 1 sedačky	Náklady na operátora při výrobě (1 ks)	Počet sedaček	Náklady na operátora při výrobě (1159 ks)
Hnízdo	335	1	1,5275	512 Kč	1159	593 408 Kč
Linka	335	7	0,3275	768 Kč	1159	890 112 Kč
Rozdíl				-256 Kč		-296 704 Kč

Tabulka 5: Náklady na operátora – výroba [vlastní zpracování, 2018]

Výroba jedné sedačky při uspořádání pracovišť do hnízda je levnější o 256 Kč. Při výrobě 1159 ks sedaček úspora činí 296 704 Kč.

6.4 Přehled počtu modifikací

Nutnost modifikace komponentu patří do nestandardních operací výroby, každá modifikace prodlužuje dobu výroby sedačky. V této kapitole se zjišťuje, u kolika sedaček byla potřeba modifikace komponentů. Některé komponenty přichází do výroby již s požadavkem na modifikaci, která je prováděna před vstupem do výrobního procesu. U jiných komponentů se může neshoda projevit až při výrobě, v tomto případě se dodržuje pravidlo SCW (stop, call, wait). Což znamená zastavení výroby sedačky, zavolání odpovědného pracovníka a sdělení výskytu neshody zodpovědnému pracovníkovi a čekání na rozhodnutí, jak s výrobkem postupovat dál. Jestli je možné díl modifikovat nebo jestli se bude reklamovat dodavateli. Je-li modifikace schválená, provádí ji výrobní pracovník hned po jejím schválení. Není-li modifikace schválena (nelze modifikovat), sedačka je přesunuta do zóny pro NOK výrobky, dále je s ní nakládáno dle procesu nakládání s neshodným výrobkem. Délka trvání modifikace dílů se liší v závislosti na její složitosti.

Při výrobě celkového počtu sedaček 1159 ks za rok 2017 bylo nutné provést 835 modifikací, což činí 72 %. Tyto modifikace trvaly celkem 280 h. Modifikace komponentu při výrobě s uspořádáním pracovišť do hnízda zastaví výrobu pouze jedné sedačky, v případě linky jsou ovlivněny všechny vyráběné sedačky na jednotlivých pracovištích. V případě výroby v lince je ovlivněno 7 sedaček. V průměru modifikace činí 20 min a 7 s, přibližně o tento čas se v případě modifikace prodlouží výroba sedačky v lince.

V Tabulka 6 jsou uvedeny náklady na pracovníky v případě modifikace jedné sedačky při výrobě s uspořádáním pracovišť do hnízda a při výrobě v lince.

	Náklady na operátora (Kč/h)	Počet operátorů ovlivněných modifikací	Čas modifikace (h)	Náklady na operátora při modifikaci (Kč) 1 (ks)	Počet sedaček (ks)	Náklady na operátora při modifikaci (Kč) 1159 (ks)
Hnízdo	335	1	0,335	112 Kč	835	93 786 Kč
Linka	335	7	0,335	786 Kč	835	656 499 Kč
Rozdíl				-674 Kč		-562 713 Kč

Tabulka 6: Náklady na operátora – modifikace [vlastní zpracování, 2018]

Z tabulky vyplývá, že při uspořádání pracovišť do hnízda a nákladech na operátora 335 Kč/h modifikace činí 112 Kč. Jestliže se provádí modifikace během výroby v lince, jsou ovlivněni všichni operátoři a cena modifikace je 786 Kč. Tudíž výroba s uspořádáním pracovišť do hnízda ušetří 674 Kč. V roce 2017 by rozdíl při výrobě 1159 ks sedaček dosahoval 562 713 Kč.

6.5 Výběr vhodného typu výroby

Z analýzy počtu vyráběných sedaček vyplývá, že předních sedaček se vyrobilo 61,49 % z celkového počtu. Za předpokladu, že v budoucnosti se bude opět vyrábět více než 33 % předních sedaček, není možné jednoznačně rozhodnout mezi uspořádáním pracovišť do hnízda či uspořádání s výrobní linkou. K dosažení správného rozhodnutí byla provedena časová analýza, která ukázala, že výroba s uspořádáním pracovišť do hnízda je časově výhodnější, rozdíl se nachází v přesunu výrobku a materiálu. V následné analýze plynulosti toku výroby bylo zjištěno, že při výrobě na lince je velká nevybalancovanost jednotlivých stanovišť, tudíž by výroba nebyla efektivní. Samozřejmě existuje možnost vybalancování linky, ale výroba je dále ovlivněna neplánovanými modifikacemi. Dle analýzy počtu modifikací by plynulost toku byla narušena v 72 % výroby. Dalším důležitým faktorem ovlivňující plynulost toku výroby je výroba sedaček s různým vybavením. Výroba manuální sedačky trvá kratší dobu než výroba elektrické sedačky s masáží a klimatizací. Při použití výrobní linky není možné dostatečně vybalancovat vzniklé časové rozdíly.

Na základě provedených analýz vychází nejlépe prostorové uspořádání s pracovištěm do hnízda. V Tabulka 7 jsou uvedena další důležitá kritéria, které je nutné zohlednit. Prvním kritériem je velikost zastavěné plochy využitá pro výrobu, plocha by měla být co největší. Dalším kritériem je počet zaměstnanců a kapacita. Kapacitou je rozuměno, kolik je možné vyrobit sedaček za směnu, dále jsou uvedeny ostatní náklady.

	Současný layout	Layout s linkou	Layout pouze s hnízdy
m²	66,6	70,7	75,3
lidí	8	8	8 (až 10)
kapacita (počet sedaček za směnu)	36,66	24,49	40,17
ostatní náklady	konstantní	konstantní	konstantní

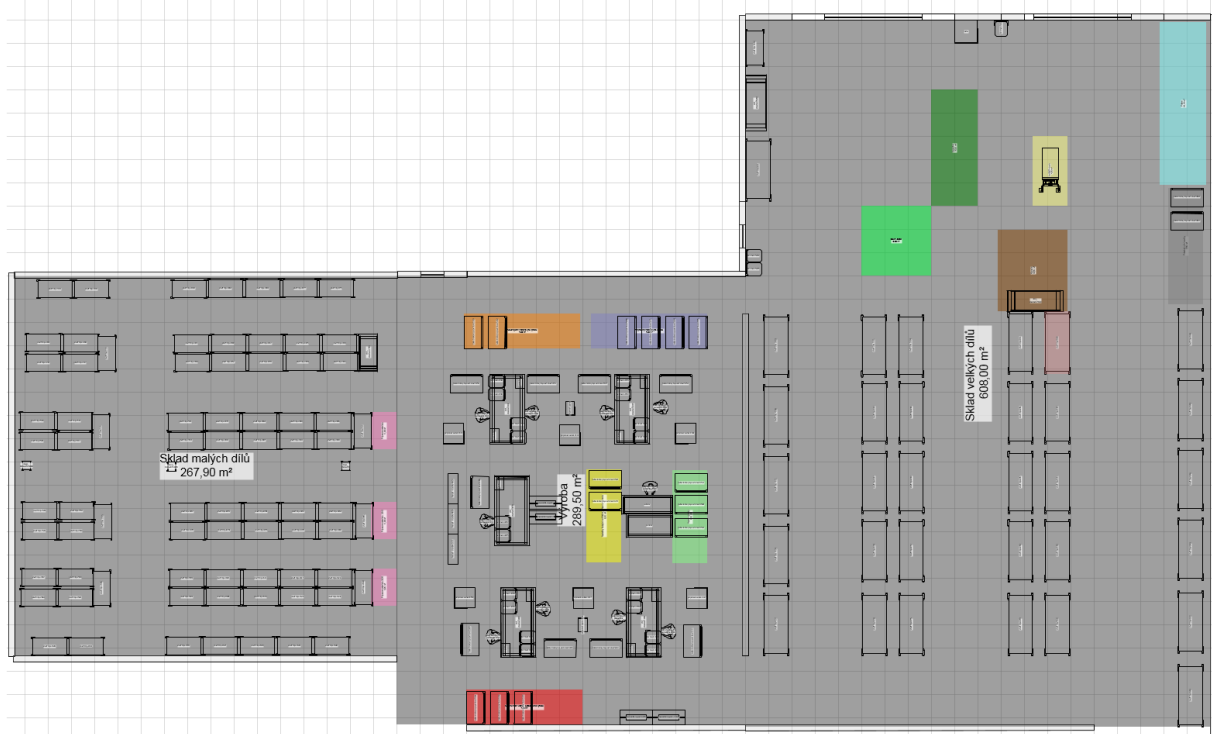
Tabulka 7: Hodnocení layoutu [vlastní zpracování, 2018]

Největší využívaná plocha k výrobě je v layoutu pouze s pracovišti do hnízda. Množství lidí je ve všech layoutech stejné, avšak v layoutu pouze s hnízdy je prostor pro navýšení. Kapacita vyrobených sedaček je nejvyšší v layoutu pouze s hnízdy, kde je maximální možná kapacita 40 sedaček za směnu. Kapacita byla počítána pro 7 pracovníků, jeden pracovník byl ponechán na výrobu zadních sedaček, k výpočtu byly použity naměřené časy z předchozí kapitoly. Rozdíl ostatních nákladů je zanedbatelný, proto uvažujeme, že jsou konstantní.

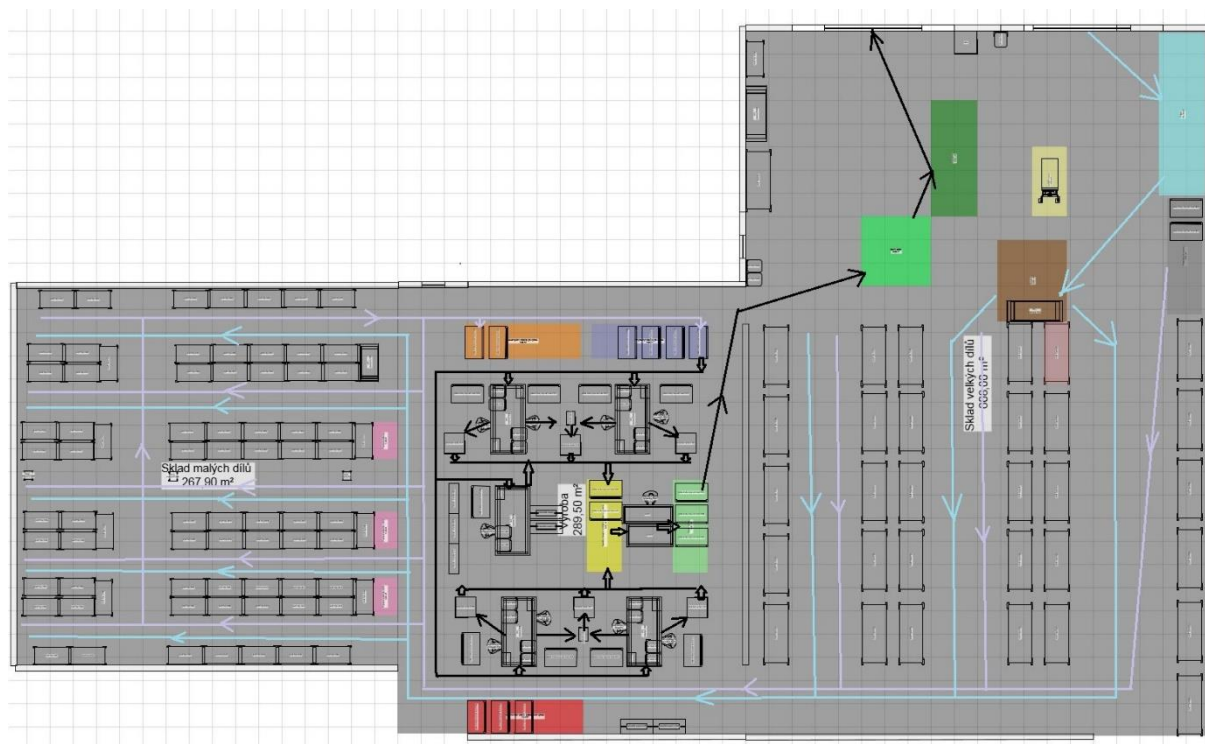
Dle výše uvedených kritérií a provedených analýz vychází s nejlepším výsledkem varianta s pracovišti pouze do hnízda, která je uvedena v následující kapitole.

7 Návrh budoucího prostorového uspořádání

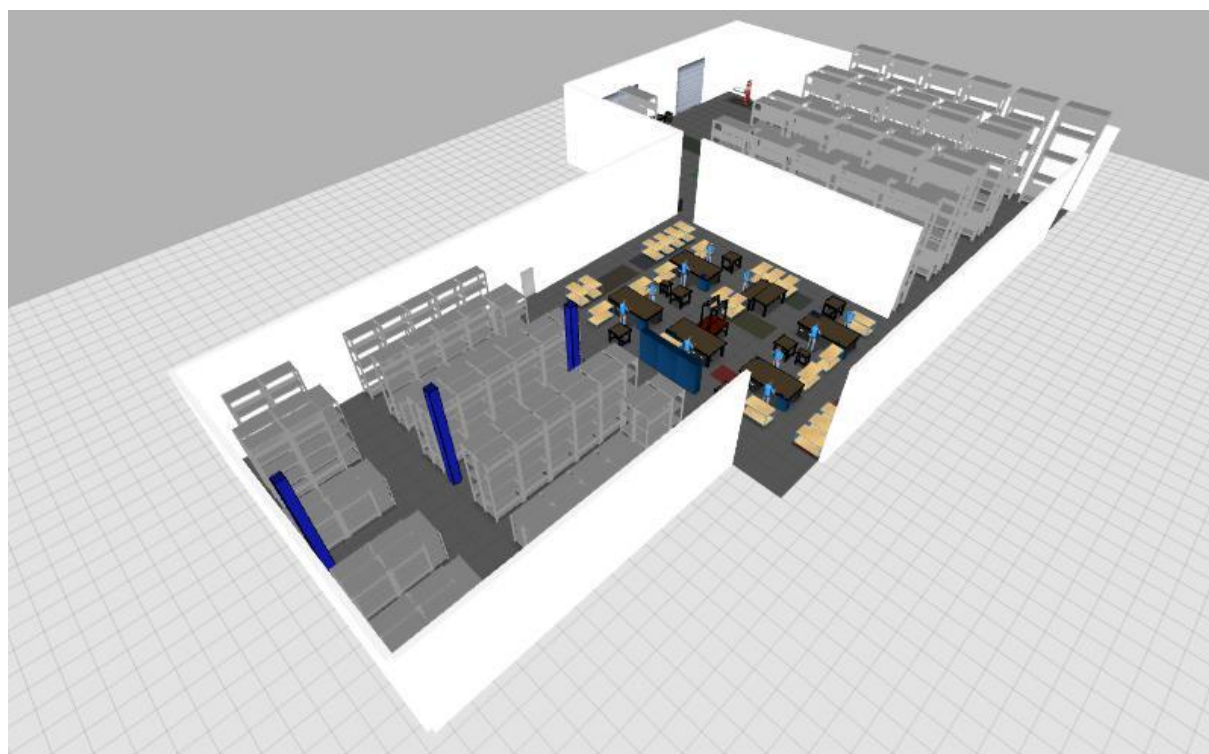
V novém layoutu se vyskytuje pět montážních stolů, jeden je pouze pro výrobu zadních sedaček, ostatní stoly jsou navrženy pro výrobu předních sedaček, ale samozřejmě je možné na nich vyrábět i sedačky zadní. Počet přípravků pro uchycení struktury sedáku se zvýšil o jeden, v návrhu zůstaly dva přípravky pro opěry, ale jsou nyní přístupné ze čtyř pracovišť. U stolů navrhovaných pro přední sedačky jsou plánováni 2 operátoři, oproti tomu stůl pro zadní sedačky je plánován pro jednoho operátora. Čištění, žehlení a kontrola sedaček je přesunuta na samostatné pracoviště. Pracoviště pro úpravu dílů je umístěno před stolem určených pro výrobu zadních sedaček a další se nachází vedle zóny pro NOK výrobky. U každého stolu se nachází ponk s nejčastěji využívaným náradím. Malé univerzální díly (šroubky, matky, atd.) jsou umístěny uprostřed haly blíže ke skladu malých dílů. V návrhu uspořádání, viz Obrázek 33, modré pole znázorňuje prostor pro příjem materiálu, hnědá zóna je vstupní kontrola materiálu, ve fialově vyznačeném prostoru se nachází připravený materiál pro výrobu a v oranžovém prostoru je umístěn materiál, který není kompletně připraven pro výrobu. Ve žlutě označené zóně čekají sedačky na kontrolu, hotové výrobky se nacházejí ve světle zeleném prostoru, ty se odsud přesouvají na balení do zelené zóny a dále postupují na expedici do tmavě zeleného prostoru. V šedivé zóně umístěné pod příjmem materiálu se skladují prázdné ruční vozíky. Červený prostor je vyhrazen pro NOK výrobky. V návrhu jsou zobrazeny ruční vozíky s připraveným materiálem u jednotlivých stanovišť. Prostor pro vysokozdvizný vozík je umístěn mezi příjmem materiálu a expedicí. Zastavovací zóna (červený regál) pro NOK materiál je přemístěna za stanoviště vstupní kontroly. Materiálový tok je znázorněn na Obrázek 34, modrou barvou je znázorněn příjem materiálu, fialovou příprava materiálu a černou výroba a expedice. Na posledním Obrázek 35 je uvedena 3D vizualizace prostorového uspořádání.



Obrázek 33: Návrh budoucího uspořádání [vlastní zpracování, 2018]



Obrázek 34: Návrh budoucího layoutu s materiálovým tokem [vlastní zpracování, 2018]



Obrázek 35: Návrh nového layoutu ve 3D [vlastní zpracování, 2018]

Závěr

Cílem diplomové práce byl návrh uspořádání výrobního prostoru v oddělení prototypu. K dosažení cíle byla práce rozčleněna do několika kapitol. První kapitola charakterizovala výrobní systém, představila základní definice, vysvětlila pojmy jako efektivnost, produktivita, racionalizace a optimalizace, popsala druhy výroby a výrobních linek. Druhá kapitola se zabývala zásobami, jejich řízením, manipulačními jednotkami, balením zboží, systémy pro řízení pohybu materiálu a způsob zavážení a zásobování linek. Další kapitola vymezila pojmy jako technologický postup, taktování a uvedla metody stanovení času. Zmíněné kapitoly představují teoretickou část práce, která vychází z přednášek a vědomostí získaných při studiu a odborné literatury, jejíž seznam je uveden v seznamu literatury.

Čtvrtá kapitola obsahuje informace o společnosti Lear Corporation, ve které byla práce zpracována. Poté následuje kapitola seznamující čtenáře se současným stavem výrobního prostoru v oddělení prototypu v Plzni. V diplomové práci se rozhoduje mezi výrobou za pomoci linky a výrobou při uspořádání pracovišť do hnízda, proto práce posuzovala výhody a nevýhody výroby sedaček na lince a výroby při uspořádání do hnízda cestou analýz porovnávajících časovou náročnost, stabilitu a ovlivnitelnost výroby modifikacemi komponentů. Z výsledků daných analýz vyplynulo, že pro daný druh výroby, tj. prototypové, je výhodnější výroba uspořádaná do hnízda.

Výstupem práce je návrh budoucího uspořádání výrobního prostoru, který je vytvořen v programu visTABLE® touch, čímž by měl být naplněn cíl diplomové práce.

Seznam literatury

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [2] Přednášky z předmětu KPV/MRV – Metodika řízení výroby, Plzeň: FST, ZČU 2015
- [3] Přednášky z předmětu KTO/PRVS – Projektování výrobních systémů, Plzeň: FST, ZČU 2015
- [4] KLEINOVÁ, Jana. Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 8070433647.
- [5] Edutica. Zvyšte svoji efektivitu. Několikanásobně. [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.edutica.cz/clanky/zvyste-svoji-efektivitu-nekolikanasobne>
- [6] ATS aplikované technické systémy s.r.o. Štíhlá výroba & Six Sigma – Školení ATS. [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: http://www.ats-global.com/stihla-vyroba-six-sigma-skoleni-ats_5_czcs
- [7] Systemonline. Racionalizace a optimalizace výrobních procesů. [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/racionalizace-a-optimalizace-vyrobnich-procesu.htm>
- [8] MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. Projektování výrobní základny – teoretická část. 1. vyd. [CD-ROM]. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-30-9.
- [9] SKALICKÝ, Jiří, Milan JERMÁŘ a Jaroslav SVOBODA. Projektový management a potřebné kompetence. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010, 406 s. ISBN 978-80-7043-975-3.
- [10] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert (Grada). ISBN 8071699551.
- [11] BD Dictionary. Assembly line. [online]. [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/assembly-line.html>.
- [12] Ford.cz. Rozvoj sériové výroby. [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.ford.cz/AboutFord/Corporateinformation/Heritage/TheEvolutionofMassProduction>
- [13] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. Základy montáže: učební text. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2012, ISBN 978-80-248-2773-5. [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Zaklady_montaze.pdf

- [14] cie-group. Možnosti uspořádání linky. [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/moznosti-usporadani-linky/>.
- [15] HORVÁTH, Gejza. Logistika výrobních procesů a systémů. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7082-625-8.
- [16] ŠIMON, M., TRNKOVÁ L., Logistika – Teoretická část. 1. vyd. [CD-ROM]. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4.
- [17] SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.
- [18] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3.
- [19] cie-group. Tok jednoho kusu (one piece flow). [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/tok-jednoho-kusu/>.
- [20] MAYNARD, H. Maynard's Industrial Engineering Handbook fifth edition. New York: McGraw-Hill Education, 2001. ISBN 978-0070411029.
- [21] RYBÁŘOVÁ, Zuzana. Analýza zásob a návrh způsobu zásobování výroby. Plzeň, 2016. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [22] SCHINDLEROVÁ, Vladimíra. Týmová cvičení předmětu Projektování výrobních procesů – Návody do cvičení [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2779-7.pdf>
- [23] Toggl. Takt Time vs Cycle Time vs Lead Time. [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://toggl.com/takt-time-cycle-time-lead-time>
- [24] AGARWAL, Chinar, Nikita BOKADIA a Vinit WALINJKAR. Takt Time. [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/ChinarAgarwal/takt-time-14910838>
- [25] Stefan Roock. Kanban: Definition of Lead Time and Cycle Time. [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://stefanroock.wordpress.com/2010/03/02/kanban-definition-of-lead-time-and-cycle-time/>
- [26] BUREŠ, Marek. Tvorba a optimalizace pracoviště. 1. vyd. [CD-ROM]. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3
- [27] Lear Corporation: Automotive Seating & Electrical Systems [online]. Southfield: Lear Corporation, ©2018 [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <http://www.lear.com/>

PŘÍLOHA č. 1

Hlavní proces

