

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Kapacitní řešení technologií a jejich prostorové uspořádání
v průmyslovém podniku**

Autor: **Bc. Vladimír Kostelný (S10N0027P)**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Antonínu Millerovi za poskytnuté rady a vedení při tvorbě této práce.
Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za poskytnutou podporu po celou dobu studia.

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

AUTORSKÁ PRÁVA

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kostelný	Jméno Vladimír	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Kapacitní řešení technologií a jejich prostorové uspořádání v průmyslovém podniku		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	71	TEXTOVÁ ČÁST	69	GRAFICKÁ ČÁST	2
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá analýzou výrobního systému a návrhem na zlepšení. První část je zaměřena na výpočet kapacitního vytížení pracovišť a pracovníků, na základě výpočtů je cílem stanovit opatření pro pokrytí plánovaného nárůstu výroby. Druhá část analyzuje materiálové toky ve výrobě. Výstupem je doporučení změny rozmístění strojů tak, aby došlo ke zkrácení materiálových toků a potažmo přepravního výkonu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Výroba, výrobní systém, efektivní časový fond, aktivní a pasivní logistické prvky, kapacitní vytížení výroby, layout, materiálový tok, I-D diagram

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kostelný	Name Vladimír	
FIELD OF STUDY	N2301 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	Capacitive technology solutions and their spatial arrangement in an industrial company		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	71	TEXT PART	69	GRAPHICAL PART	2
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The aim of my diploma sheet is the characterization and analysis of the production system. The first part focuses on the calculation of load capacity of workplaces and workers. Based on calculations made to cover the planned increase in production. The second part analyzes the material flow in production. The result is a recommendation change layout of machines so that there was a reduction of material flows.
KEY WORDS	Production, production system, effective time capacity, active and pasive elements of logistics, layout, material flow, ID chart

OBSAH

1	Cíl práce	12
2	Charakteristika výrobního systému	13
2.1	Výroba	13
2.2	Výrobní systém.....	13
2.3	Vlastnosti výrobních systémů.....	14
2.4	Prostorové uspořádání	18
2.5	Druhy layoutů	19
2.5.1	Technologické uspořádání.....	20
2.5.2	Předmětné uspořádání	20
2.5.3	Pevné uspořádání.....	21
2.5.4	Buňková výroba	21
2.5.5	Pružné výrobní systémy	22
3	Kapacitní výpočty	23
4	Logistika.....	26
4.1	Aktivní logistické prvky	26
4.1.1	Manipulační prostředky a zařízení	26
4.1.2	Dopravní prostředky.....	27
4.2	Pasivní logistické prvky.....	27
5	Popis současného stavu	31
5.1	Charakteristika podniku.....	31
5.2	Tvorba layoutu.....	31
5.3	Analýza výrobních dat.....	33
6	Kapacitní vytížení výroby	36
7	Analýza materiálových toků ve výrobě.....	59
7.1	Analýza současných materiálových toků	59
7.2	Prověření možnosti změny rozmístění strojů	62
8	Závěr.....	66
	Použitá literatura	67

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1 Výroba - transformace vstupů na výstupy [7]	13
Obrázek 2-2 Výrobní spektrum v kusové výrobě [7]	15
Obrázek 2-3, Výrobní program v sériové výrobě [7]	15
Obrázek 2-4, Výrobní program v hromadné výrobě [7]	16
Obrázek 2-5 P-Q diagram	16
Obrázek 2-6, 2D Zobrazení layoutu	18
Obrázek 2-7, 3D Zobrazení layoutu	18
Obrázek 2-8, Vztah typu výrobního systému a druhu layoutu [9]	19
Obrázek 2-9, Technologické uspořádání výroby [7]	20
Obrázek 2-10, Předmětné uspořádání pracovišť [7]	21
Obrázek 4-1 Mostový jeřáb [12]	26
Obrázek 4-2 Vysokozdvihový vozík	27
Obrázek 4-3 Europaleta	29
Obrázek 4-4 Rozměrový výkres europalety [13]	29
Obrázek 5-1 3D pohled na výrobní halu (současný stav)	32
Obrázek 5-2 2D pohled na výrobní halu v programu VisTable (současný stav)	32
Obrázek 5-3 Porovnání reálného pohledu s virtuálním (současný stav)	33
Obrázek 5-4 Celkový objem produkce v letech 2009 – 2015	34
Obrázek 5-5 Objem produkce jednotlivých výrobků v letech 2011 – 2015	34
Obrázek 6-1 Procentní podíl směnnosti v současném stavu	58
Obrázek 6-2 Procentní podíl směnnosti v návrhu změn	58
Obrázek 7-1 I-D diagram	61
Obrázek 7-2 I-D diagram pro rok 2011	61
Obrázek 7-3 I-D diagram pro rok 2012	62
Obrázek 7-4 I-D diagram pro rok 2012 s odstraněnými MT na velkou vzdálenost	63
Obrázek 7-5 Označená pracoviště problémových MT	64
Obrázek 7-6 Zvýraznění návrhu přesunu pracovišť	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka 5-1 Plán výroby v letech 2011 – 2015	35
Tabulka 6-1 Ukázka tabulky pro výpočet kapacity pracovišť	36
Tabulka 6-2 Počet pracovních dnů pro výpočet	36
Tabulka 6-3 Tabulka nemocnosti pracovníků podle jednotlivých středisek	37
Tabulka 6-4 Ukázka vstupních dat pro výpočet vytížení strojů	38
Tabulka 6-5 Vstupní data pro středisko 01	40
Tabulka 6-6 Vytížení pracovníků na středisku 01	40
Tabulka 6-7 Vytížení strojů na středisku 01	40
Tabulka 6-8 Vstupní data pro středisko 02	40
Tabulka 6-9 Vytížení pracovníků na středisku 02	40
Tabulka 6-10 Vytížení strojů na středisku 02	40
Tabulka 6-11 Vstupní data pro středisko 03	41
Tabulka 6-12 Vytížení pracovníků na středisku 03	41
Tabulka 6-13 Vytížení strojů na středisku 03	41
Tabulka 6-14 Vstupní data pro středisko 04	41
Tabulka 6-15 Vytížení pracovníků na středisku 04	41
Tabulka 6-16 Vytížení strojů na středisku 04	41
Tabulka 6-17 Vstupní data pro středisko 05	42
Tabulka 6-18 Vytížení pracovníků na středisku 05	42
Tabulka 6-19 Vytížení strojů na středisku 05	42
Tabulka 6-20 Vstupní data pro středisko 06	42
Tabulka 6-21 Vytížení pracovníků na středisku 06	42
Tabulka 6-22 Vytížení strojů na středisku 06	42
Tabulka 6-23 Vstupní data pro středisko 07	43
Tabulka 6-24 Vytížení pracovníků na středisku 07	43
Tabulka 6-25 Vytížení strojů na středisku 07	43
Tabulka 6-26 Vstupní data pro středisko 08	44
Tabulka 6-27 Vytížení pracovníků na středisku 08	44
Tabulka 6-28 Vytížení strojů na středisku 08	44
Tabulka 6-29 Vstupní data pro středisko 09	44
Tabulka 6-30 Vytížení pracovníků na středisku 09	44
Tabulka 6-31 Vytížení strojů na středisku 09	45
Tabulka 6-32 Vstupní data pro středisko 10	45
Tabulka 6-33 Vytížení pracovníků na středisku 10	45
Tabulka 6-34 Vytížení strojů na středisku 10	45
Tabulka 6-35 Vstupní data pro středisko 11	46
Tabulka 6-36 Vytížení pracovníků na středisku 11	46
Tabulka 6-37 Vytížení strojů na středisku 11	46
Tabulka 6-38 Vstupní data pro středisko 12	46
Tabulka 6-39 Vytížení pracovníků na středisku 12	46
Tabulka 6-40 Vytížení strojů na středisku 12	47
Tabulka 6-41 Vstupní data pro středisko 13	47
Tabulka 6-42 Vytížení pracovníků na středisku 13	47
Tabulka 6-43 Vytížení strojů na středisku 13	47
Tabulka 6-44 Vstupní data pro středisko 14	48
Tabulka 6-45 Vytížení pracovníků na středisku 14	48
Tabulka 6-46 Vytížení strojů na středisku 14	48
Tabulka 6-47 Vstupní data pro středisko 15	48
Tabulka 6-48 Vytížení pracovníků na středisku 15	48
Tabulka 6-49 Vytížení strojů na středisku 15	49

Tabulka 6-50 Vstupní data pro středisko 16	49
Tabulka 6-51 Vytížení pracovníků na středisku 16	49
Tabulka 6-52 Vytížení strojů na středisku 16	49
Tabulka 6-53 Vstupní data pro středisko 17	50
Tabulka 6-54 Vytížení pracovníků na středisku 17	50
Tabulka 6-55 Vytížení strojů na středisku 17	50
Tabulka 6-56 Vstupní data pro středisko 18	51
Tabulka 6-57 Vytížení pracovníků na středisku 18	51
Tabulka 6-58 Vytížení strojů na středisku 18	51
Tabulka 6-59 Vstupní data pro středisko 19	51
Tabulka 6-60 Vytížení pracovníků na středisku 19	51
Tabulka 6-61 Vytížení strojů na středisku 19	51
Tabulka 6-62 Vstupní data pro středisko 20	52
Tabulka 6-63 Vytížení pracovníků na středisku 20	52
Tabulka 6-64 Vytížení strojů na středisku 20	52
Tabulka 6-65 Vstupní data pro středisko 21	52
Tabulka 6-66 Vytížení pracovníků na středisku 21	52
Tabulka 6-67 Vytížení strojů na středisku 21	52
Tabulka 6-68 Vstupní data pro středisko 22	53
Tabulka 6-69 Vytížení pracovníků na středisku 22	53
Tabulka 6-70 Vytížení strojů na středisku 22	53
Tabulka 6-71 Vstupní data pro středisko 23	53
Tabulka 6-72 Vytížení pracovníků na středisku 23	53
Tabulka 6-73 Vytížení strojů na středisku 23	53
Tabulka 6-74 Vstupní data pro středisko 24	53
Tabulka 6-75 Vytížení pracovníků na středisku 24	54
Tabulka 6-76 Vytížení strojů na středisku 24	54
Tabulka 6-77 Vstupní data pro středisko 25	54
Tabulka 6-78 Vytížení pracovníků na středisku 25	54
Tabulka 6-79 Vytížení strojů na středisku 25	54
Tabulka 6-80 Vstupní data pro středisko 26	54
Tabulka 6-81 Vytížení pracovníků na středisku 26	54
Tabulka 6-82 Vytížení strojů na středisku 26	55
Tabulka 6-83 Vstupní data pro středisko 27	55
Tabulka 6-84 Vytížení pracovníků na středisku 27	55
Tabulka 6-85 Vytížení strojů na středisku 27	55
Tabulka 6-86 Vstupní data pro středisko 28	55
Tabulka 6-87 Vytížení pracovníků na středisku 28	55
Tabulka 6-88 Vytížení strojů na středisku 28	56
Tabulka 6-89 Vstupní data pro středisko 29	56
Tabulka 6-90 Vytížení pracovníků na středisku 29	56
Tabulka 6-91 Vytížení strojů na středisku 29	56
Tabulka 6-92 Souhrnná tabulka změn počtu pracovníků	57
Tabulka 7-1 Ukázka z tabulky pro analýzu materiálových toků	60

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
MJ	... manipulační jednotka
MT	... materiálový tok
VZV	... vysokozdvihový vozík

SLOVNÍK POJMŮ

Pojem	Význam
layout	... návrh prostorového uspořádání
kooperace	... přesun části výroby na externí firmu
I-D diagram	... diagram závislosti intenzity materiálového toku a vzdálenosti

ÚVOD

V dnešní době je pro podniky důležité, aby produkovaly kvalitní výrobky podle přání zákazníků, v požadované kvalitě a za přijatelnou cenu. Z důvodu zvyšujících se nákladů je důležité, aby se podniky snažily snižovat výrobní náklady. S tím souvisí vytížení výroby, které by mělo být co nejvyšší. Diplomová práce se zabývá výpočty kapacitního vytížení strojů a pracovníků ve výrobě elektromotorů a dalších součástí pohonů pro kolejová a nekolejová vozidla. Cílem je analýza současného stavu, tedy vytížení jednotlivých pracovišť a na základě výsledků stanovit doporučení, která zajistí pokrytí výroby v následujících letech 2012 - 2015, kdy je plánovaný nárůst ročního objemu výroby, zejména v roce 2012. Dále se práce zabývá analýzou materiálových toků ve výrobě. Na základě ID-diagramu je cílem určit materiálové toky, které jsou na velkou vzdálenost mezi pracovišti a s velkou intenzitou přepravy. U pracovišť, kterých se vytipované materiálové toky týkají, je zkoumána možnost přesunu pracovišť do výhodnějších pozic tak, aby se materiálové toky zkrátily.

1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je provedení kapacitních výpočtů ve výrobě a analýza materiálových toků v průmyslovém podniku.

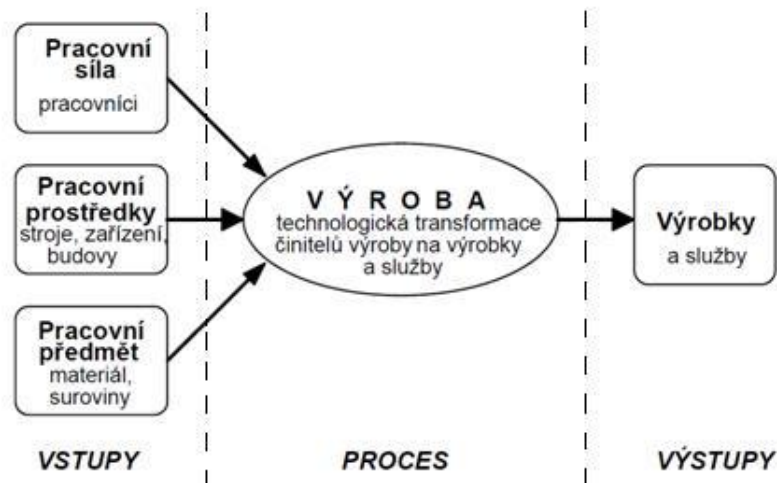
Mým úkolem je provést výpočet kapacitního vytížení strojů a pracovníků ve výrobě a na základě výsledků doporučit opatření, která zajistí pokrytí plánovaného nárůstu výroby, který je plánován zejména v roce 2012.

Dalším úkolem je na základě analýzy materiálových toků ve výrobě, prověřit možnosti změny rozmístění pracovišť, díky kterému by se snížil objem přepravního výkonu za rok 2012 a v následujících letech.

2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO SYSTÉMU

2.1 Výroba

Výroba je proces vytváření nových užitných hodnot účelným spotřebováváním základních činitelů výroby - pracovní síly, pracovních prostředků a pracovního předmětu. Výroba je realizovatelná pouze v lidské společnosti, a to ve společnosti, která již dosáhla jistého stupně svého vývoje. O výrobě hovoříme také jako o tvůrčím technickém a společenském procesu, vytvářejícím nové materiální hodnoty. Výroba je technologická transformace vstupů na výstupy (viz. Obrázek 2-1). [7]



Obrázek 2-1 Výroba - transformace vstupů na výstupy [7]

2.2 Výrobní systém

Pod výrobním systémem si můžeme představit souhrn principů, metod a postupů, které směřují k naplnění vize, hodnot a strategie firmy. Představuje nástroj pro realizaci podnikatelské strategie. Slovo produkční nebo výrobní nemusí být vždy spojeno pouze s výrobou. Výrobkem může být také služba nebo produkt, který není hmotný.

Principy výrobního systému:

- Dlouhodobá filozofie,
- Správné procesy produkují správné výsledky,
- Rozvoj lidí a partnerů,
- Neustálé řešení klíčových problémů a učení se.

Jednou ze základních charakteristik výrobního systému je flexibilita, a to na všech úrovních. Flexibilitu můžeme zařadit mezi významné konkurenční výhody. Flexibilita znamená schopnost vyrábět a montovat dané nebo budoucí spektrum výrobků v libovolném pořadí a množství. Důvodů, proč musí být výrobní systém flexibilní, je několik:

- Je příliš složité předpovídat požadavky zákazníků,
- Krátké životní cykly a kolísavé požadavky,
- Variantní výroba a malé dávky,
- Rychlost dodávky. [1]

SMĚRY ORIENTACE ÚSPĚŠNÝCH PODNIKŮ

- 1) **kvalita** - produktů, služeb, obsluhy zákazníků
- 2) **výkonnost** firmy - racionální systémy řízení s individuálním přístupem jednotlivých firem
- 3) **hospodárnost** – efektivní využití zdrojů
- 4) vytváření **pocitu sounáležitosti** pracovníků k firmě
- 5) **maximální** možné **zapojení** všech **pracovníků** do všech pracovních a zlepšovacích metod [2]

2.3 Vlastnosti výrobních systémů

Vlastností výrobních systémů je celá řada. Nejdůležitější dvě vlastnosti charakterizující systém jsou kapacita a elasticita.

Kapacita výrobního systému

Kapacita je schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému v daném časovém úseku. Schopnost je dána kvalitativními a kvantitativními komponenty.

Kvalitativní schopnost výkonu je dána druhem a jakostí výrobní jednotky (systému). Tím jsou míněny potencionální možnosti výrobní jednotky (systému) se zřetelem na provedení alternativních druhů výkonů.

Kvantitativní komponenty, pokud jsou měřeny na vstupu, jsou maximální intenzita výroby, maximální užitečný kapacitní průřez a maximální možný čas nasazení běhu ve vztahu k danému časovému prostoru, aby bylo možné učinit výpověď o rozsahu kapacity.

- Maximální intenzita výroby – nejvyšší možná rychlost výroby vyjádřená maximálním množstvím odváděné výroby. Je dán objem závislý na časové jednotce.
- Maximální užitečný kapacitní průřez – počet pracovních jednotek (systémů)
- Maximální možný čas nasazení během období – počet časových jednotek daného období u výrobní jednotky (systému).

Elasticita

Elasticitou podniku rozumíme přizpůsobivost, přestavitelnost a pohyblivost výrobní jednotky (systému) při změně pracovních úkolů. Nazýváme ji jako rychlost přizpůsobení.

Kvalitativní aspekt vzniká z možností obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. Zejména druhem výrobních prostředků (univerzální, víceúčelové, jednoúčelové...) a schopností možnosti různorodosti zpracování druhů materiálů.

Kvantitativní aspekty vyjadřují schopnost reagovat na změny v objemu výroby. Rozlišujeme intenzivní, časové a průřezové přizpůsobení.

- **Intenzivní** – počítá s alternativními možnostmi rychlosti provádění operací
- **Časové** – doba přerušení výroby při změně výrobního úkolu
- **Průřezové** – vychází z kapacity výrobní jednotky (systému)

Pokud mluvíme o elasticitě pracovní síly, jedná se o možnost pracovníků provádět různé úkoly. [4]

Výrobní systémy můžeme dále dělit podle různých kritérií, která jsou uvedena níže. Kritéria dělíme dle systému vstup – proces – výstup podle vztahu k programu, procesu a vstupům. Věcnou strukturu výrobního procesu můžeme třídit např. podle následujících dělení:

Podle programu:

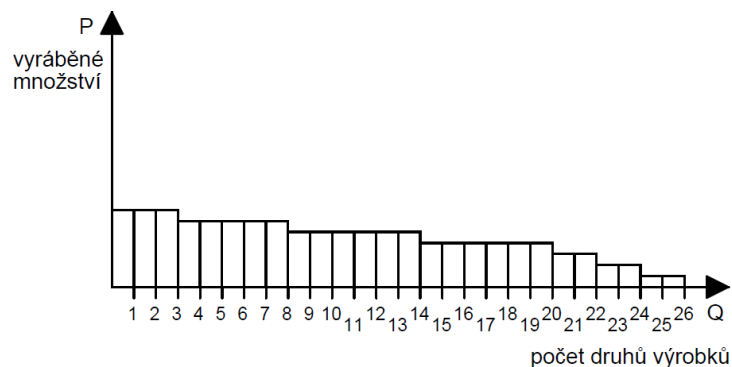
Jeden z nejdůležitějších faktorů výrobního systému je jeho opakovatelnost, ten můžeme vyjádřit pomocí typů výroby. Základní typy výroby jsou kusová, sériová a hromadná. Specifické prvky jednotlivých druhů výroby jsou uvedeny níže:

Kusová výroba

Kusová výroba se vyznačuje relativně velkým počtem druhů vyráběných výrobků a relativně malým množstvím vyráběných výrobků jednotlivých druhů (viz. Obrázek 2-2). Klade vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků. V kusové výrobě musí být výrobní zařízení univerzální a jednoduše přenastavitelné, protože vyžaduje časté přestavování pracovišť.

Typů kusové výroby je několik:

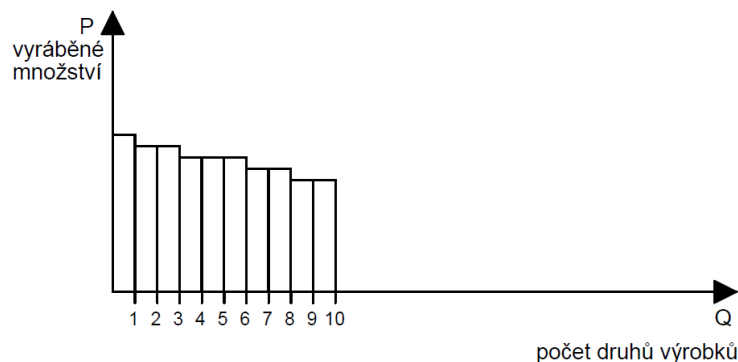
- výroba na zakázku – klasická výroba, parametry definované zákazníkem
- výroba na staveništi – výrobek je nehybný, výrobní faktory (lidé, suroviny, výrobní zařízení) se musí přemístit na místo realizace, např. stavba budov, silnice...
- výroba dle projektu – zvláštní případ, např. stavba mostů [2,7]



Obrázek 2-2 Výrobní spektrum v kusové výrobě [7]

Sériová výroba

Sériová výroba se vyznačuje menším počtem druhů výrobků a větším množstvím vyráběných výrobků (viz. Obrázek 2-3). Výrobky se vyrábějí v tzv. sériích – podle velikosti série se rozlišuje výroba: malosériová, středně sériová a velkosériová. Tento typ výroby vyžaduje zvyšující se specializaci strojů a pracovní síly. Výroba není přímo ovlivněna zákazníkem (výrobky se vyrábí na sklad, odtud si zákazník na základě objednávky odebírá (např. šrouby, hřebíky...)). [2,7]



Obrázek 2-3, Výrobní program v sériové výrobě [7]

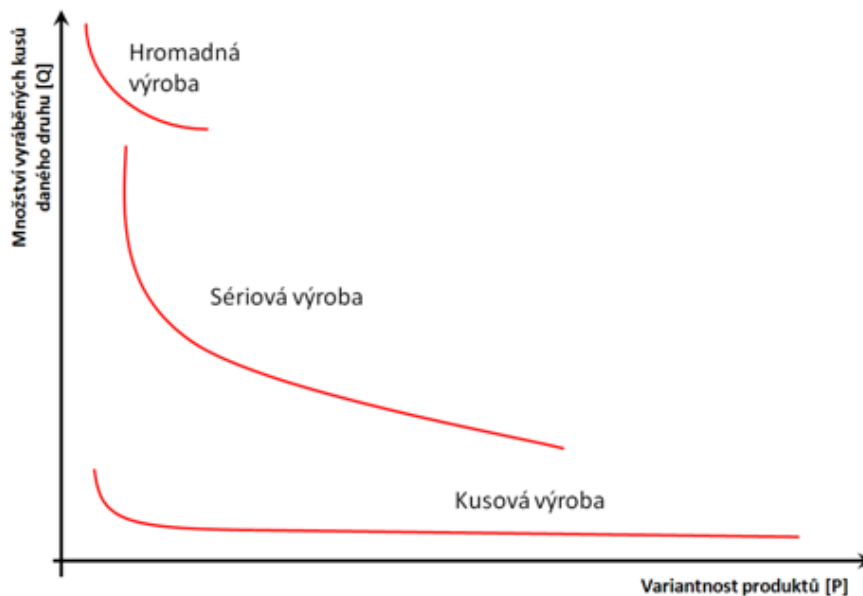
Hromadná výroba

V hromadné výrobě se jedná o masovou výrobu jednoho, nebo jen velice málo druhů výrobků ve velkém množství, tedy vysoká opakovatelnost procesů (např. díly automobilového průmyslu, výroba cementu...). Jedná se o typ výroby s nejvyšší specializací = vysoce specializované stroje a pracovníci (využití automatických linek). Z toho vyplývá, že při hromadné výrobě je předmětné uspořádání dílny. [2,7]



Obrázek 2-4, Výrobní program v hromadné výrobě [7]

Rozdělení typu výroby podle vyráběného množství je vidět na následujícím P-Q diagramu (viz. Obrázek 2-5)



Obrázek 2-5 P-Q diagram

Dělení podle výrobního programu:

Základní výroba:

- odpovídá specializaci výrobní jednotky
- je základem výrobního programu

Doplňková výroba:

- pomáhá lépe využívat kapacity nebo materiální sklady, kapacit odpadu
- výroba pro jinou firmu

Přidružená výroba:

- nesouvisí s hlavní činností (např. dopravní firma - mytí vozidel) [2]

Dělení výrobních typů podle procesu

Jedná se o organizační uspořádání strojů ve výrobě:

- Technologické
- Předmětné
- Pevné
- Buňková výroba

Vlastnosti jednotlivých uspořádání jsou podrobněji popsány níže (viz. Kapitola 2.5).

Dělení podle vztahu výrobního procesu k výrobku

Hlavní výrobní procesy - vyrábí výrobky, které jsou určeny k prodeji

Pomocné výrobní procesy - produktem jsou výrobky, které jsou důležité k zabezpečení hlavního procesu (energie, nářadí, přípravky, ...)

Obslužné výrobní procesy - umožňují realizaci hlavních a pomocných procesů (vnitropodniková doprava, skladové hospodářství, ...)

Dělení podle způsobu přeměny materiálu

Technologické procesy - dochází ke kvalitativním změnám na základě technologických operací

Netechnologické procesy - nedochází ke změně materiálu, ale jsou pro výrobu nezbytné, např. měřicí, kontrola, manipulační procesy. [2]

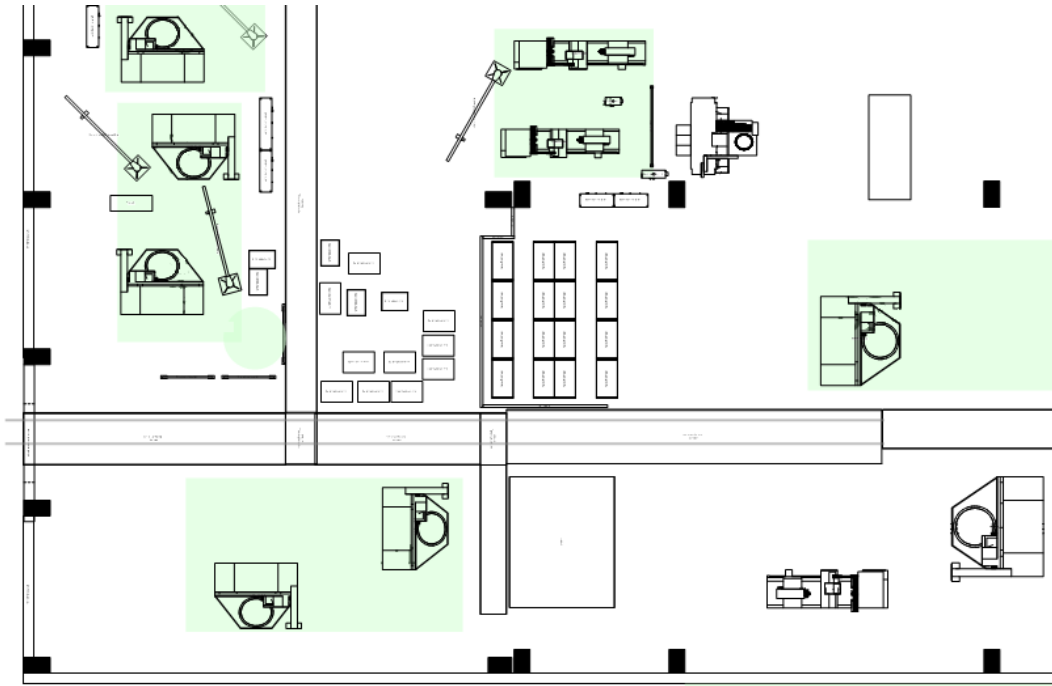
V další části bych uvedl několik zásad, které jsou důležité z dlouhodobého hlediska pro všechny podniky. Jedná se o požadavky, které vedou ke zvýšení efektivity výrobního systému.

Požadavky pro zvýšení efektivity výrobního systému:

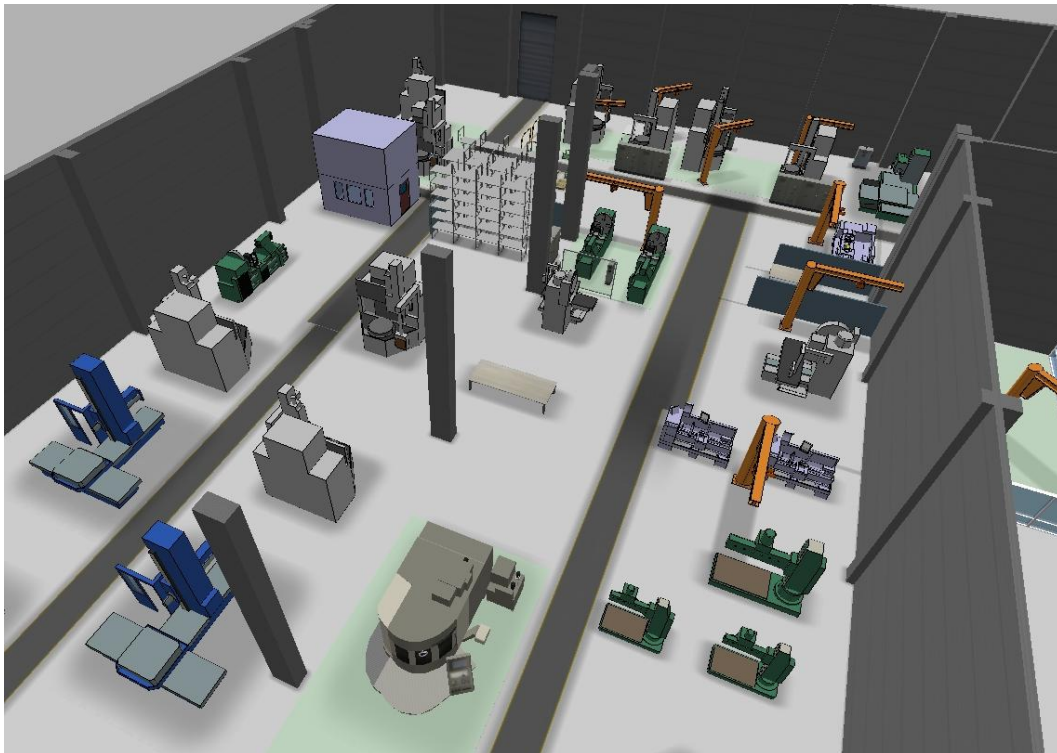
- Minimalizovat náklady na manipulaci s materiálem
- Efektivní využití veškerých prostorů
- Efektivní využití pracovního prostoru
- Eliminovat úzké uličky (průchody)
- Usnadnit komunikaci a vzájemné působení mezi pracovníky, pracovníky a jejich nadřízenými, či mezi pracovníky a zákazníky
- Redukovat časy výrobního cyklu a doby obsluhy
- Usnadnit (ulehčit, zlepšit) vstupy, výstupy a umístění materiálu, produktů a pracovníků
- Začlenit pojistné a ochranné opatření; podpora kvality produktu a servisu
- Podporovat aktivity pro řádnou údržbu
- Zřídit vizuální kontrolu nad operacemi a aktivitami [3]

2.4 Prostorové uspořádání

Pro zobrazení prostorového uspořádání výrobního systému, používáme tzv. layout. Layout znázorňuje návrh prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť (strojů, zařízení a manuálních pracovišť) a definuje dopravní cesty. Layout je možné zobrazit ve 2D zobrazení (viz. Obrázek 2-6), nebo ve 3D zobrazení (viz. Obrázek 2-7).



Obrázek 2-6, 2D Zobrazení layoutu



Obrázek 2-7, 3D Zobrazení layoutu

V kombinaci s výrobním programem respektive výrobními postupy layout určuje tvar, délku a intenzitu materiálových toků, která tvoří část logistických nákladů výrobního systému. Návrh layoutu směřuje ke dvěma následujícím prioritám: optimalizaci rozmístění výrobních oddělení, pracovních středisek a konfiguraci výrobního zařízení, kdy je hlavním kritériem produktivita. Další prioritou jsou minimální materiálové toky, jejich plynulost a předcházení jejich zbytečnému křížení. Prostory layoutu dělíme na několik částí podle jejich účelu. Nejdůležitější je plocha výrobní, která se dělí na výrobní plochy strojní, ruční práce a montážní. Do plochy strojní se počítají všechna strojní pracoviště, do ruční plochy se počítají všechna ruční pracoviště a do montážní plochy pracoviště montáže. Mezi těmito plochami jsou dopravní cesty, pomocné sklady a pomocné plochy, které dávají dohromady plochu pomocnou. Součástí většiny výrobních systémů bývají kanceláře pro mistry, plánovače, technology atd., které patří do plochy správní a samozřejmě zázemí pro zaměstnance, např. umývárny, záchody, šatna, jídelna, místnost na přestávku atd., tvořící plochu sociální. [6]

2.5 Druhy layoutů

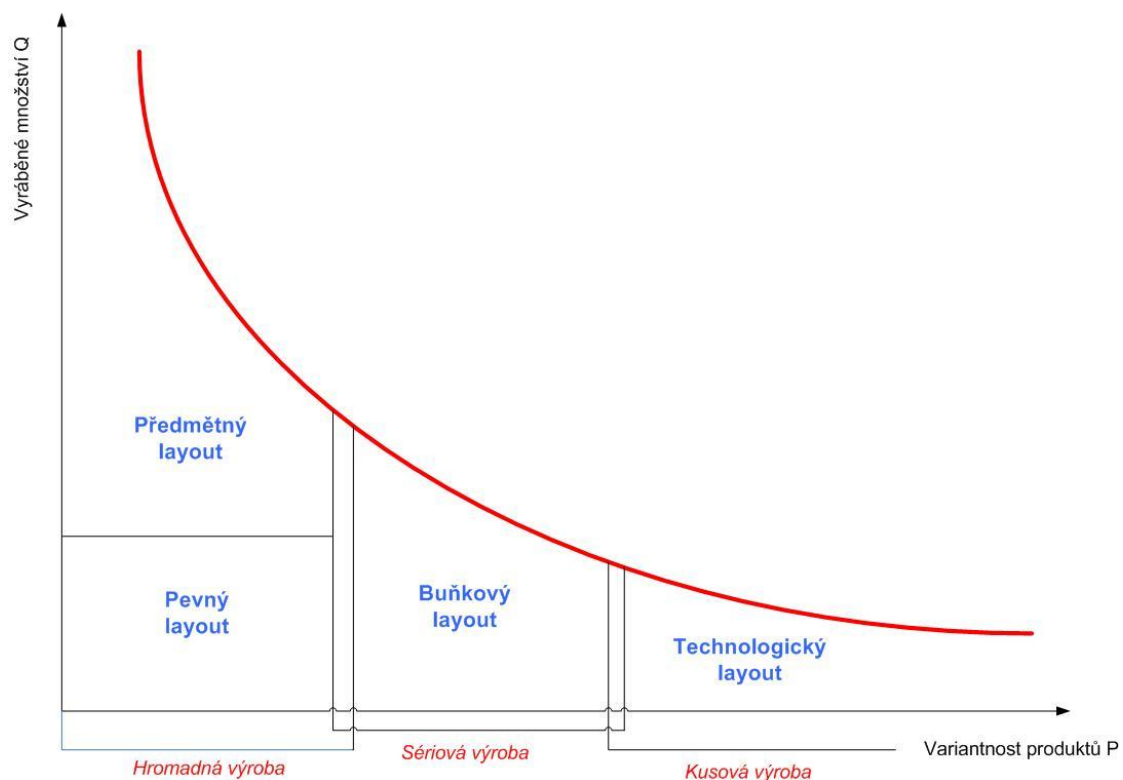
Layouty rozdělujeme na různé typy podle typu výroby v souvislosti s vyráběným množstvím (viz. Obrázek 2-8). Tvary layoutů vycházejí z potřeb jednotlivých typů výrobních systémů. Základní druhy layoutů jsou předmětné (produkční) uspořádání, technologické (procesní) uspořádání a pevné uspořádání. Tyto typy jsou krajní meze, v praxi se setkáváme spíše s jejich kombinací. Vznikají na základě podmínek trhu a konkrétních provozů.

Základní typy:

- technologické (procesní) uspořádání
- předmětné (produkční) uspořádání
- pevné uspořádání

Kombinované typy:

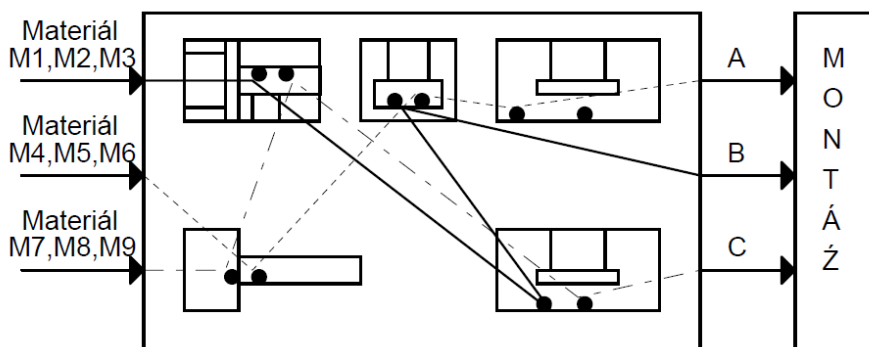
- buňková výroba
- pružné výrobní systémy



Obrázek 2-8, Vztah typu výrobního systému a druhu layoutu [9]

2.5.1 Technologické uspořádání

Technologické uspořádání výroby se vyznačuje tím, že pracoviště jsou uspořádána podle technologické příbuznosti zařízení (seskupování výrobních zařízení podle jejich technologické podobnosti). Výsledkem pak jsou výrobní úseky, které svým názvem prozrazují druh technologie, která je v nich realizována, např. obrobna, svařovna, montáž apod. Výrobek putuje postupně od jednoho pracoviště (skupiny strojů a zařízení) k druhému (viz. Obrázek 2-9). Toto uspořádání je vhodné pro širší okruh výrobků vyráběných v menších objemech, zejména v kusové výrobě (viz. kapitola 2.3)



Obrázek 2-9, Technologické uspořádání výroby [7]

Výhody:

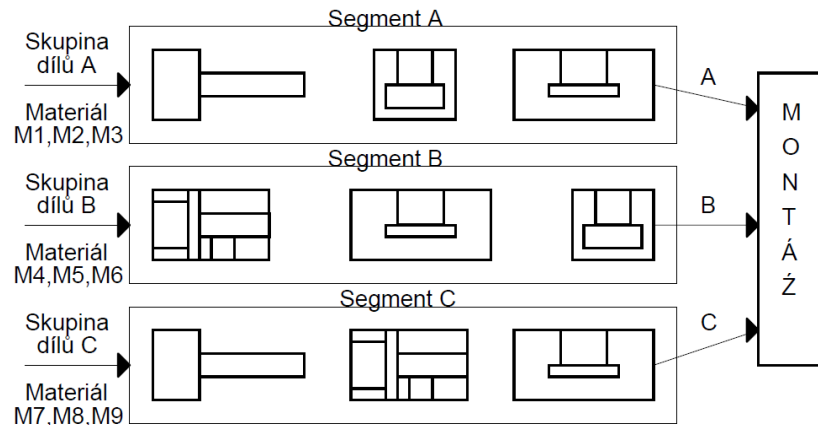
- pružnější výrobní proces (množství, změna sortimentu, čas),
- snadnější přizpůsobení pracovišť při změně výrobního programu,
- vyšší odolnost proti poruchám,
- snadnější zajištění provozuschopnosti výrobního zařízení,
- lepší využití kapacit výrobních strojů a zařízení.

Nevýhody:

- vyšší náročnost na operativní řízení výroby (vytěžování jednotlivých pracovišť s ohledem na maximální využití kapacit),
- vyšší náročnost na manipulaci s materiálem (delší materiálové toky),
- prodloužení výrobního cyklu, vyšší zásoby rozpracované výroby,
- potřeba univerzálnějších výrobních zařízení. [8, 9]

2.5.2 Předmětné uspořádání

Jedná se o seskupení technologicky odlišných pracovišť, určených k výrobě technologicky podobných výrobků. Pracoviště jsou uspořádána v souladu s technologickým postupem výrobků nebo jeho součástí. Výrobek putuje (ideálně bez prostojů) od jednoho stroje k druhému - postupně jsou za sebou prováděny všechny operace potřebné k vyrobění konkrétního výrobku. Předmětné uspořádání je vhodné pro užší okruh výrobků vyráběných ve větších objemech. Toto uspořádání je typické pro hromadnou výrobu. V předmětném uspořádání je potřeba standardizace pracovních operací. Nejčastějším příkladem je výrobní linka. Významnou součástí výrobní linky je dopravní systém, dopravující zpracovávané díly mezi pracovišti linky a tvořící podstatnou vazbu mezi pracovišti linky. Princip předmětného uspořádání je patrný z následujícího obrázku (viz. Obrázek 2-10)



Obrázek 2-10, Předmětné uspořádání pracovišť [7]

Výhody:

- snadnější a přehledné operativní řízení výroby,
- automatizace procesů,
- nízké výrobní náklady díky efektivitě provozu,
- nižší náklady na manipulaci s materiálem,
- zkrácení dopravních vzdáleností,
- nižší rozpracovanost výroby,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- možnost zaměstnání méně kvalifikovaných pracovníků.

Nevýhody:

- předmětné uspořádání je náročné na synchronizaci času trvání na jednotlivých pracovištích,
- vysoká citlivost na poruchy,
- menší pružnost výroby,
- při zapojení pracovníků do výroby vzniká problém s monotónností práce. [8, 9]

2.5.3 Pevné uspořádání

Jedná se o netypickou výrobní situaci, kdy je potřeba řízení náročné přípravy a záběhu inovace, řízení zrodu nové podnikatelské příležitosti (např. projekt nového letadla, montáž se provádí na jednom místě a jednotlivé díly se přiváží z různých míst). Cíl společného úsilí je na jednom místě a k němu směřují komponenty, energie a úsilí. Máme jasně definovaný rozpočet, pevné lhůty a přiřazení zdrojů, které jsou po celou dobu realizace sledovány. Pevné uspořádání je typické pro kusovou výrobu, např. projekt. [3,9]

2.5.4 Buňková výroba

Jedná se o uspořádání strojů do buněk, které dokážou vyrábět výrobky s podobnými výrobními požadavky. Buňka je vlastně zmenšená, samostatná a flexibilní obdoba předmětné výroby. Uspořádání v buňce je s minimálními požadavky na přepravu. Podobné výrobky v buňce cestují po stejné trase a výrobek může přeskočit operaci, která není potřebná dle technologického postupu výroby. Kombinuje v sobě výhody technologického a předmětného uspořádání, kterého lze dosáhnout za podmínek dobře fungujícího řídicího informačního systému výroby. [3,9]

2.5.5 Pružné výrobní systémy

Jedná se o automatizovanou verzi buňkové výroby, kdy je celý proces řízen automaticky pomocí počítače. Pružnost výrobního systému je chápána jako schopnost rychlého a snadného (málo času a nákladů vyžadujícího) přizpůsobení se změně výrobního programu. Pružnost je zajišťována především aplikací výpočetní a komunikační techniky v řízení jednotlivých pracovišť (CNC), dopravního systému, i výrobního systému jako celku. Kromě toho jsou v koncepci všech pracovišť, které tvoří pružný výrobní systém plně uplatněny principy mechanizace a automatizace činností. Pružné výrobní systémy jsou investičně náročné a uplatňují se v intenzivní kusové a malosériové výrobě při plném využití jejich kapacit. Při dobrém řízení mohou dosáhnout ekonomicky na výhody předmětného uspořádání a to převážně v oblasti malých, často se opakujících výrobních dávek. [3,9]

3 KAPACITNÍ VÝPOČTY

Další důležitou částí při plánování a mapování výrobního systému jsou kapacitní výpočty. Cílem kapacitních výpočtů je určit potřebu zdrojů pro zabezpečení plnění plánovaných výrobních úkolů a takto určenou potřebu porovnat s dostupnými kapacitami. Jestliže existuje nesoulad mezi potřebou a disponibilní kapacitou, musí být realizována potřebná opatření, která se mohou týkat úpravy kapacit, nebo požadavků výrobního plánu.

Rozlišujeme 2 typy kapacitních problémů:

- Nedostatek kapacit – růst nejistoty ve výrobě, neplnění výrobního plánu, prodlužování termínů dodávek výrobků zákazníkům, atd.
- Nadměrné kapacity – nízké využití strojů, růst neefektivnosti výroby, růst výrobních nákladů, klesající rentabilita atd.

Kapacitní plánování se soustřeďuje hlavně na určování potřebných kapacit pracovníků, výrobních zařízení, skladovacích prostor, apod.

V průmyslových podnicích se nejčastěji setkáváme se třemi různými „dimenzemi“ kapacit:

1. **Teoretická kapacita** (maximální kapacita), která představuje maximální výkon, který je možné dosáhnout v ideálních podmínkách.
2. **Efektivní kapacita** – představuje reálně možný výkon pro daný výrobní mix, efektivní časový fond, plánovanou údržbu, kvalitu, přestávky apod. Její hodnota nemůže být vyšší než hodnota teoretické kapacity.
3. **Aktuální kapacita** – nemůže přesáhnout hodnotu efektivní kapacity, bývá vždy menší kvůli poruchám, zmetkům, organizačním problémům apod. [10]

Efektivní časový fond stroje (pracoviště)

Jedná se o využitelný časový fond jednoho stroje (pracoviště) na plánované období, většinou za kalendářní rok. Udává se v hodinách (případně v minutách).

$$E_{fs} = (D_P - D_{op} - D_{on}) * H \text{ [hod/rok]},$$

- kde: E_{fs} *efektivní fond stroje (pracoviště)*
 D_P*počet pracovních dní za dané období*
 D_{op}*počet dní plánovaných oprav*
 D_{on}*počet dní neplánovaných oprav*
 H*počet pracovních hodin za směnu při n-směnném provozu*
⇒ 7,5 hodiny při jednosměnném provozu
⇒ 15 hodin při dvousměnném provozu [11]

Efektivní časový fond pracovníka

Jedná se o využitelný časový fond jednoho pracovníka na plánované období, většinou za kalendářní rok. Udává se v hodinách (případně v minutách).

$$E_{fp} = (D_V - D_D - D_A) * H \text{ [hod/rok]},$$

- kde: E_{fp} efektivní časový fond pracovníka
 D_Vpočet pracovních dní za dané období
 D_Dpočet dní dovolené pracovníka
 D_Apočet dní neplánované absence pracovníka (nemoc, placené volno, atd.)
 Hpočet pracovních hodin za směnu
⇒ 7,5 hodiny při jednosměnném provozu
⇒ 15 hodin při dvousměnném provozu [11]

Porovnáním skutečného vytížení strojů za dané období s efektivním časovým fondem pracovníka dostáváme procentuální vytížení stroje, případně pracovníka. Kapacitní výpočty jsou uvedeny v následujících kapitolách.

Kapacitní vytížení stroje (pracoviště)

Vyjadřuje poměr mezi skutečným časovým vytížením jednotlivých strojů (pracovišť) a efektivním časovým fondem stroje (pracoviště).

$$K_V = \sum t_o / 60 * E_{fs} \text{ [%]},$$

- kde K_V kapacitní vytížení stroje (pracoviště)
 t_o čas operace
 E_{fs} efektivní fond stroje (pracoviště)
 60přepočet na minuty [11]

Kapacitní vytížení pracovníka

Vyjadřuje poměr mezi skutečným časovým vytížením jednotlivých pracovníků a efektivním časovým fondem pracovníka.

$$K_V = \sum t_o / E_{fp} \text{ [%]},$$

- kde K_V kapacitní vytížení pracovníka
 t_o čas operace
 E_{fp} efektivní fond pracovníka [11]

Výpočty kapacitního vytížení nám ukazují, z kolika procent je konkrétní pracoviště vytíženo. Jestli má pracoviště, případně pracovník kapacitní rezervy pro případné zvýšení produkce, nebo je plně vytížen. Využití těchto výpočtů je vhodné při plánovaném zvýšení produkce, kdy na základě výpočtů zjistíme, zda má podnik dostatečnou kapacitu a zvládne daný objem vyrobit, nebo bude potřeba kapacity posílit.

Zlepšení a zefektivňování výrobního systému

Zlepšování procesů je aktivita, v rámci které dochází ke změně klíčových podnikových procesů za účelem zvýšení jejich výkonnosti a efektivnosti. Nositeli procesů zlepšování jsou všichni pracovníci podniku, každý svým dílem a schopností může podpořit pozitivní změny v procesech, které detailně znají. Dynamickým prvkem zlepšování procesů je změna. Poměrně mnoho procesů zlepšování krachuje nebo profituje právě na ní. Důvodů proč zlepšovat je mnoho, pro názornost jsou níže uvedeny některé důležité:

- Potřeba zvýšit efektivnost, výkonnost, resp. produktivitu ve výrobním procesu,
- Snaha ulehčit pracovní operace, zjednodušit je na minimální míru,
- Nutnost eliminovat procesy, které nepřidávají hodnotu,
- Hledat úspory všeho druhu,
- Zlepšení fungování informačních toků.

Zlepšování je způsob života podniku. Nedělá se ve vymezených pracovních hodinách, ale průběžně podle inspirace či potřeby udělat pozitivní změnu. Je na vedení podniku, aby vytvořilo prostor pro své zaměstnance k neustálému procesu zlepšování. [14]

4 LOGISTIKA

Důležitou součástí výrobního systému je doprava a manipulace materiálu a rozpracované výroby mezi pracovišti. Logistický systém musí být nastaven správně, protože ovlivňuje životaschopnost podniku. Pro zajištění zmiňovaných požadavků je potřebné využívat různé prostředky, které nazýváme prvky logistického systému. Logistické prvky musí zajistit překonávání vzdáleností v těchto logistických systémech. Podle toho, jak přistupují k manipulaci, můžeme dělit tyto prvky na aktivní a pasivní. [11]

4.1 Aktivní logistické prvky

Aktivní prvky logistických systémů jsou prvky, které provádějí s pasivními prvky netechnologické operace, např. balení, skladování, tvorbu a rozebírání manipulačních a přepravních jednotek. Hlavní operace spočívají ve změně místa. Jedná se tedy o technické prostředky a zařízení pro manipulaci, přepravu, skladování, balení a fixaci. Mezi aktivní prvky patří:

- manipulační prostředky a zařízení,
- dopravní prostředky,
- skladovací systémy, atd.

4.1.1 Manipulační prostředky a zařízení

Manipulační prostředky a zařízení slouží pro pohyb uvnitř podniku. U jednotlivých podniků jsou požadavky na vnitropodnikovou dopravu velmi rozdílné, proto je nabídka manipulačních prostředků a zařízení velmi rozsáhlá. Výběr těchto zařízení závisí na tom s čím, kde a kam budeme manipulovat. Můžeme je např. dělit podle typu pohybu a dále podle hlavní operace, ke které jsou určeny:

- zařízení s přetržitým pohybem
 - prostředky a zařízení pro zdvih: např. jeřáby (mostové, portálové, sloupové), (viz. Obrázek 4-1)
 - prostředky a zařízení pro pojezd: např. paletové vozíky, vozíky, apod., (viz. Obrázek 4-2)
 - prostředky a zařízení pro stohování: např. regálové zakladače, apod.
- zařízení s plynulým pohybem: např. dopravníky [11]



Obrázek 4-1 Mostový jeřáb [12]



Obrázek 4-2 Vysokozdvížený vozík

4.1.2 Dopravní prostředky

Dopravní prostředky slouží hlavně pro mezipodnikovou přepravu. Pro mezipodnikovou dopravu existuje několik základních druhů dopravních prostředků, které můžeme dělit do základních skupin:

- silniční
 - motorové: např. dodávky, nákladní automobily, apod.,
 - bezmotorové: návěsy a přívěsy.
- železniční
- vodní
 - námořní
 - říční
- letecká

Pro dopravu mezi podniky lze použít jejich kombinace (např. silniční - lodní, kolejová - silniční). Mezipodnikovou dopravu si může podnik zajišťovat sám nebo za použití třetích stran (speditérské organizace). [11]

4.2 Pasivní logistické prvky

Pod pojmem pasivní logistické prvky označujeme materiál, přepravní jednotky, obaly, odpad a informace. Jejich pohyb z místa vzniku, přes výrobu a distribuci, do místa a okamžiku jejich spotřeby, poté představuje podstatnou část hmotné stránky logistického řetězce. Pasivní prvky můžeme nazývat manipulovatelné, přepravované nebo skladovatelné kusy, jednotky nebo zásilky, jejichž úkolem je postupně překonat prostor a čas. Operace, které probíhají na zajištění těchto funkcí, nazýváme netechnologické, tzn. nemění se jimi množství ani podstata (fyzikální, chemické aj. vlastnosti) surovin, materiálu, dílů či výrobků. Samotný pohyb pasivních prvků je zajištěn pomocí aktivních prvků (manipulačních a dopravních prostředků – viz kapitola 4.1).

Rozdělení pasivních prvků:

- materiál,
- manipulační a přepravní jednotky,
- obaly,
- odpad,
- informace.

1) Materiál

Při plánování manipulace je nutné mít dokonalou znalost o materiálu, se kterým se bude manipulovat, a především o jeho charakteristických vlastnostech, množství a tvaru. Před samotnou manipulací je nutné si odpovědět na několik základních otázek. Jedná se především o fakt "co?" bude manipulováno, přičemž tato otázka musí být vyřešena jako první. Na tuto otázku pak navazují další otázky "kolik, jak, čím, kde a kdy". Na základě odpovědí na tyto otázky můžeme materiály dělit a vytvářet manipulační skupiny. Základní rozdělení je dle skupenství na pevný, kapalný a plyný. Materiál můžeme podrobněji dělit na:

- pevný
 - jednotlivé kusy - např. tyč, trubka, plech apod.,
 - manipulační jednotky - např. přepravka, bedna, paleta apod.,
 - volně ložený materiál - sypaný materiál.
- kapalný
 - manipulační jednotky - např. sud, láhev apod.,
 - volně ložený materiál - kapaliny tekoucí potrubím.
- plyný
 - manipulační jednotky - např. tlaková láhev apod.,
 - volně ložený materiál - plyny proudící potrubím. [11]

2) Manipulační a přepravní jednotky

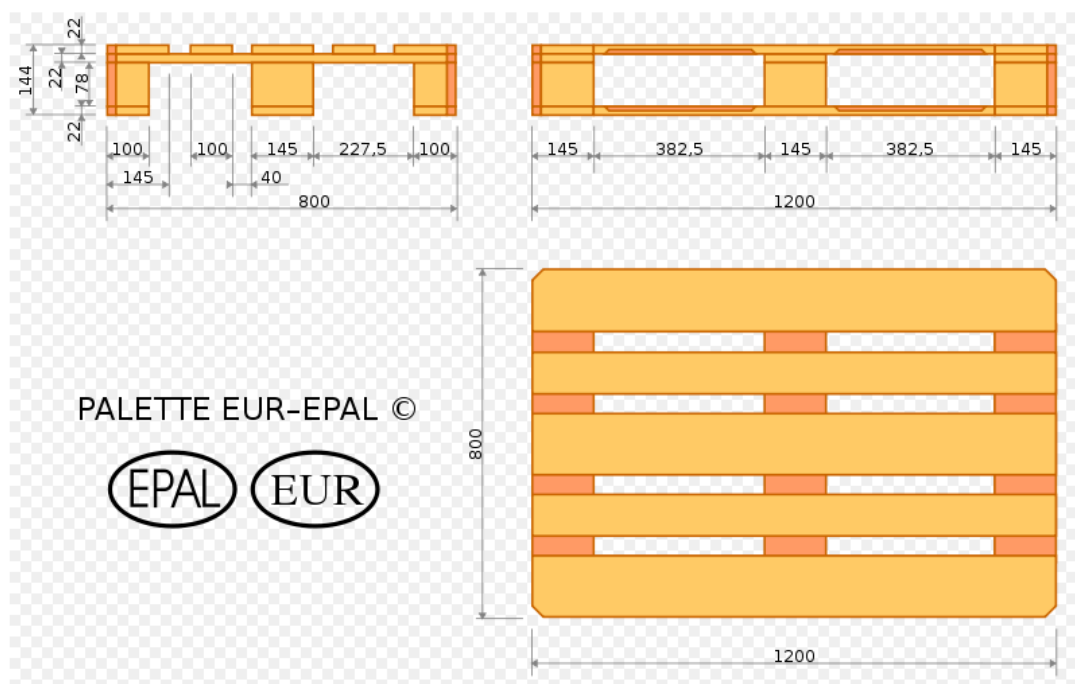
Materiálový tok ve výrobním systému je složitý proces. Je nutné manipulovat s různými materiály a rozpracovanými výrobky, které jsou různých rozměrů a hmotností. Z těchto důvodů je nutné stanovit správné manipulační a přepravní jednotky. MJ je množství materiálu, kterým lze manipulovat a zachází se s ním jako s jedním kusem. MJ jsou používány v rámci výrobního procesu, aby byl zefektivněn proces přesunu materiálu mezi pracovišti. Přepravní jednotka je množství materiálu, které lze přepravovat bez dalších úprav. O přepravních jednotkách pak mluvíme při mezi podnikové přepravě. Manipulační a přepravní jednotky se mohou přepravovat pomocí přepravních prostředků (např. kontejner, paleta, atd.). Výhodou většiny přepravních prostředků je jejich rozměrová unifikace vycházející z normy ISO, která je celosvětově uznávána a tím usnadňuje celý logistický řetězec.

Základní přepravní prostředky jsou:

- **ukládací bedny** - určené pro skladování a mezioperační manipulaci.
- **přepravky** - slouží k rozvozu materiálu, skladování a mezioperační manipulaci.
- **palety** - určeny pro mezioperační manipulaci, skladové operace, ložné operace a mezi objektovou a vnější přepravu téměř v celém rozsahu logistického řetězce. Jejich hlavní výhody jsou značné celosvětové rozšíření, standardizace (půdorysný rozměr 800x1200 mm), vhodnost k vidlicové manipulaci (pomocí vysokozdvíhových a nízkozdvíhových vozíků, regálových zakladačů, atd.), stohovatelnost. Rozlišujeme základní druhy:
 - prosté (viz. Obrázek 4-3, Obrázek 4-4),
 - sloupkové,
 - ohradové (gitterbox),
 - speciální,
 - další různé nástavby podle účelu.



Obrázek 4-3 Europaleta



Obrázek 4-4 Rozměrový výkres europalety [13]

- **přepraveníky** - jsou určeny pro kapalný nebo sypký materiál a slouží pro mezioperační manipulaci, skladování nebo meziobjektovou manipulaci uvnitř závodu.
- **kontejnery** - slouží pro vnější přepravu při možnosti využití více druhů dopravy (námořní, železniční), nebo při tzv. kombinované dopravě, která využívá výhod silniční a železniční dopravy. S paletami jsou důležitým racionalizačním činitelem v logistických systémech.
- **výměnné nástavby** - podobně jako kontejnery jsou zcela nebo zčásti uzavřené prostory určené k přepravě silničními nákladními vozy. [11]

3) **Obaly**

Dalším pasivním prvkem logistických systémů jsou obaly. Obal má především funkci informativní. Obsahuje základní informace o obsahu, odesílateli, příjemci, informace o způsobu manipulace a skladování a další údaje důležité pro zákazníka. Obal zároveň napomáhá prodeji a propagaci firmy. Obaly mají několik funkcí:

- ochranná funkce,
- manipulační funkce,
- informační funkce,
- prodejní a grafická funkce,
- ekologická funkce. [11]

4) **Odpad**

Při výrobě kromě výrobků vznikají jako vedlejší a většinou nežádoucí produkt také odpady. Manipulace s nimi je obdobná jako manipulace s materiálem. Z důvodu neustále se zpřísnující legislativy a zvyšujících se nákladů na nakládání s odpady roste snaha objem odpadů minimalizovat. Zároveň mohou být odpady i příležitostí pro firmy jako další zdroj příjmů. [11]

5 POPIS SOUČASNÉHO STAVU

Diplomová práce se zabývá řešením kapacitních výpočtů technologií a jejich prostorového uspořádání v průmyslovém podniku, který se zabývá výrobou elektromotorů a dalších součástí pohonů pro kolejová a nekolejová vozidla. Společnost má více než stoletou tradici, proto má dlouhodobé zkušenosti s výrobou a patří mezi přední světové výrobce v oboru.

5.1 Charakteristika podniku

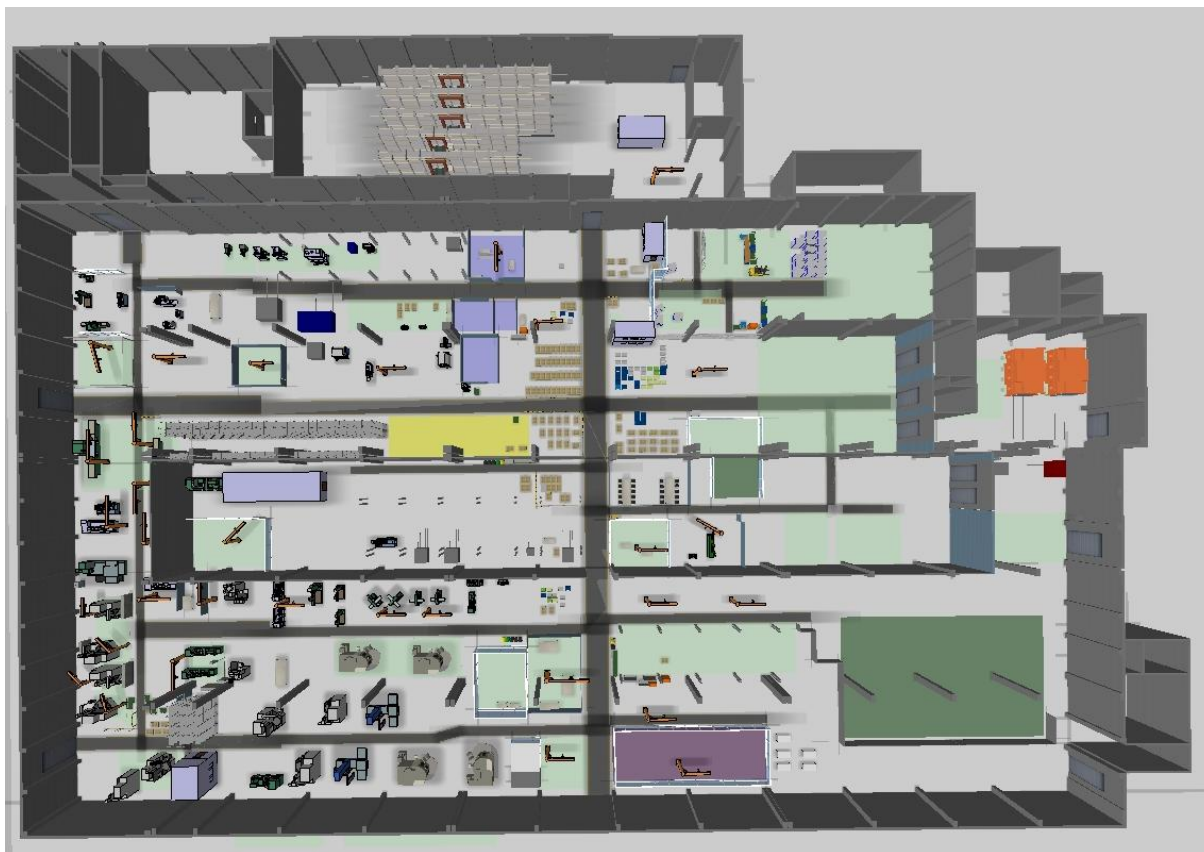
Podnik se zabývá výrobou elektromotorů a dalších elektrických komponent. Jedná se o sériovou výrobu, vyrábějící 13 druhů výrobků. Součástí výrobního programu jsou také opravy a repase 4 typů elektromotorů. Výrobní hala je uspořádána podle technologického uspořádání, kdy jsou jednotlivá pracoviště uspořádána podle druhů strojů, například brusky, karusely, montáž atd. Logistika ve výrobním závodě je realizována převážně mostovými jeřáby, které jsou v každé lodi dva. Na některých pracovištích je k dispozici pro místní přesun sloupový jeřáb. Mezi loděmi je doprava realizována pomocí elektrických, nebo ručních kolejových vozíků. Elektrický vozík je také na hlavní uličce, propojující všechny lodě. Pouze na vstupu materiálu ze skladu do výroby a v prostoru expedice jsou použity vysokozdvizné vozíky. Materiál je přepravován pomocí manipulačních jednotek. Manipulační jednotky jsou palety, nebo bedny a rozměrově větší díly jsou přepravovány samostatně.

5.2 Tvorba layoutu

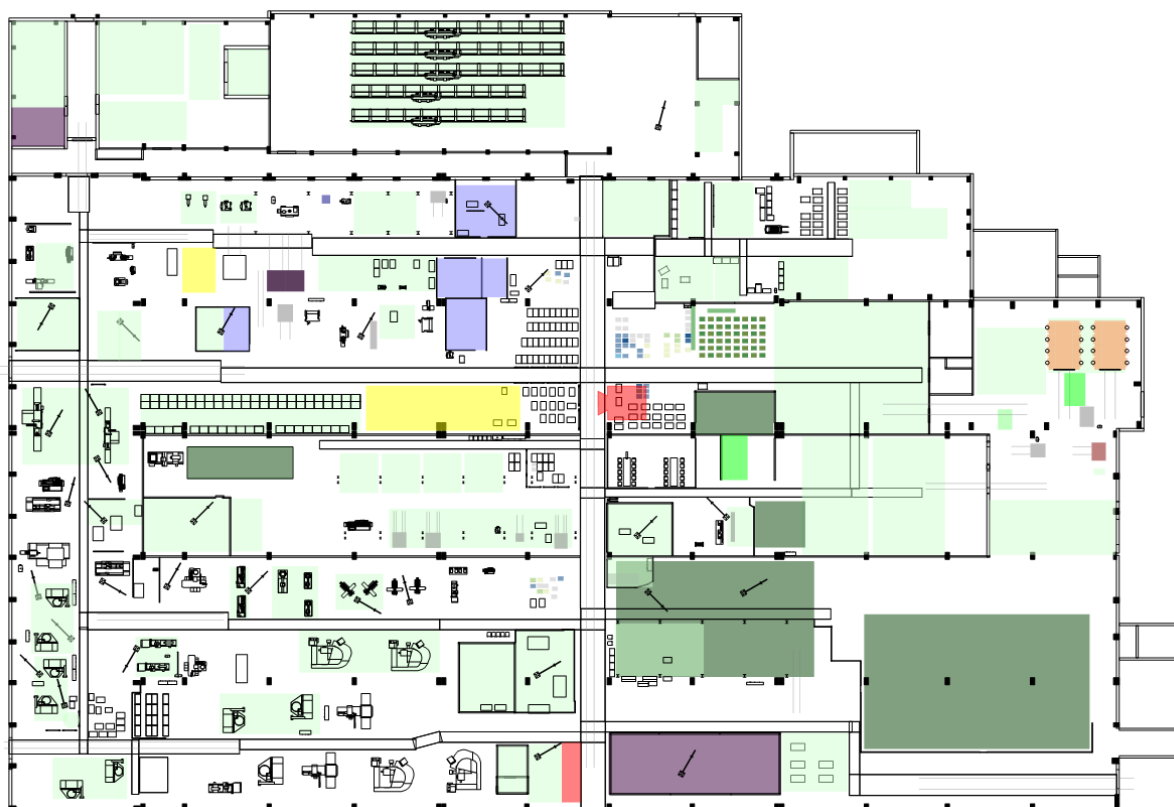
Před začátkem řešení kapacitních výpočtů bylo nutné seznámit se důkladně se zkoumaným výrobním systémem. Toto seznámení zahrnovalo pohovory s vedoucími výroby, technologie, atd. Na základě pohovorů byla vytvořena rámcová představa o chodu výroby a potenciálních problémech, na které by bylo dobré se při další analýze výrobního systému zaměřit.

Poté bylo nutné zpracování současného layoutu výroby s přesným znázorněním jednotlivých strojů (pracovišť), skladovacích prostor a dalších prvků ve výrobě. Tvorba layoutu vycházela z dodané výkresové dokumentace. U dodaného výkresu byly ověřeny hlavní rozměry hal a šíře uliček, které byly totožné se skutečností.

Tvorba layoutu probíhala pomocí softwaru VisTable. Pracoviště byla tvořena za pomocí objektů nacházejících se ve standardní nabídce knihoven programu tak, aby se podobala skutečnosti. Na základě všech podkladů byl vytvořen skutečný layout současného stavu, který byl následně použit pro další analyzování výrobního systému. Ukázka layoutu je zobrazena na následujících obrázcích (viz. Obrázek 5-1 a Obrázek 5-2). Na posledním obrázku je porovnání 3D modelu se skutečností (viz. Obrázek 5-3). Celý layout je znázorněn v příloze na konci této práce.



Obrázek 5-1 3D pohled na výrobní halu (současný stav)



Obrázek 5-2 2D pohled na výrobní halu v programu VisTable (současný stav)

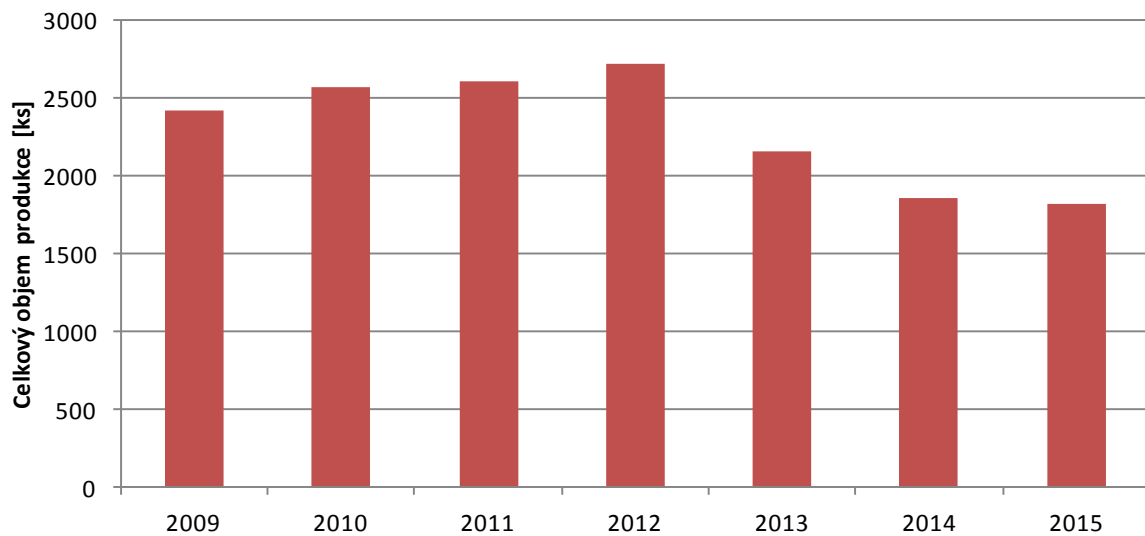


Obrázek 5-3 Porovnání reálného pohledu s virtuálním (současný stav)

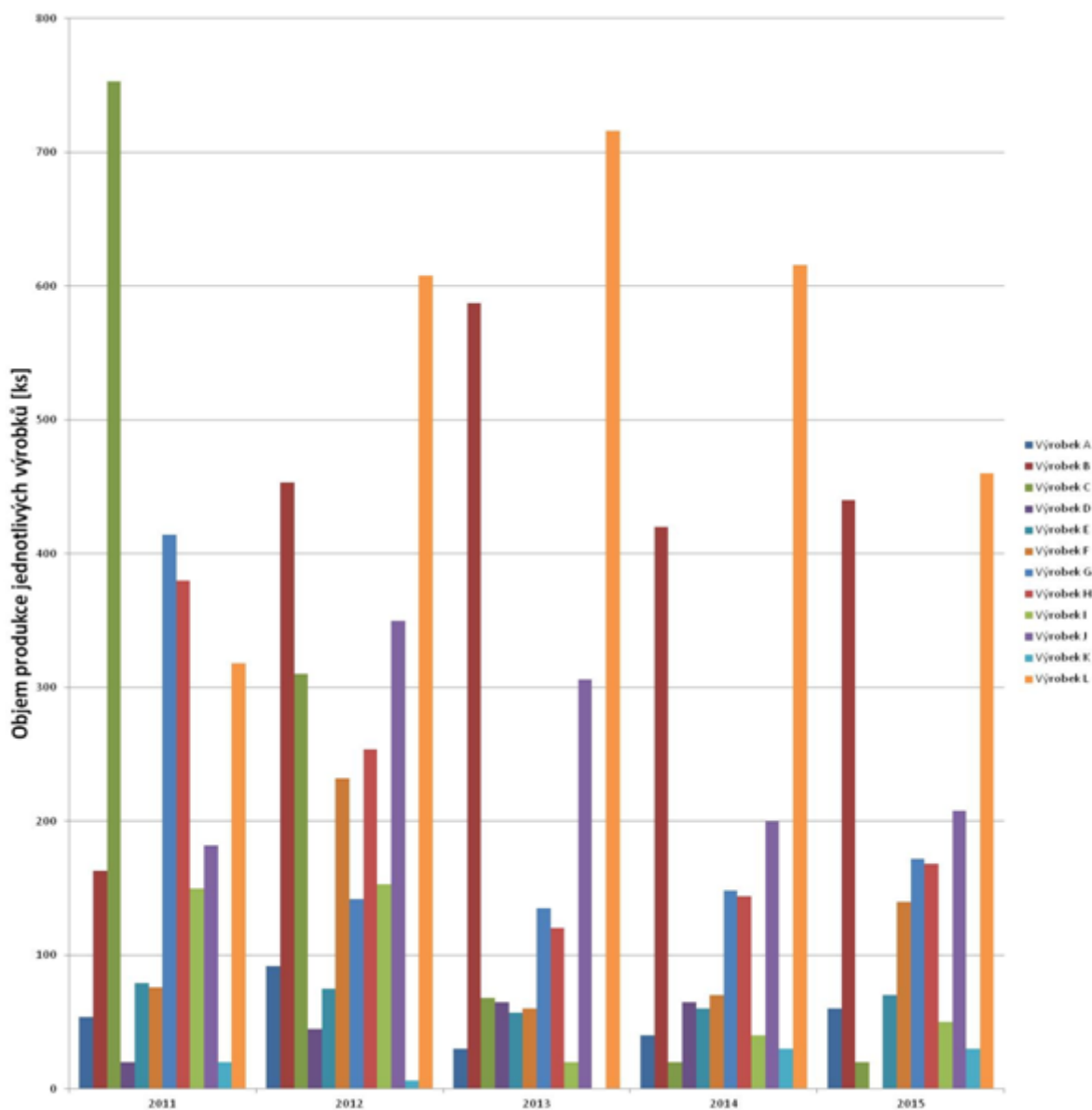
5.3 Analýza výrobních dat

Při optimalizaci layoutu (např. zkrácení materiálových toků) a kapacitních propočtech je vhodné vycházet z budoucího plánu produkce. Návrh nového uspořádání by pak měl respektovat plán budoucího odbytu a také strukturu výrobního programu. Ve skutečnosti je však velice obtížné optimalizovat layout tak, aby byl vyhovující pro všechny typy výrobků. Z tohoto důvodu bylo na základě konzultací s pracovníky společnosti vybráno celkem 13 představitelů výrobků, kteří reflektují současnou výrobu a také určují vývojový trend do budoucna. Představitelé byli vybráni pracovníky společnosti na základě podobnosti a způsobu výroby jednotlivých výrobků.

Na následujícím grafu (viz. [Obrázek 5-4](#)) je znázorněn celkový objem produkce v letech 2009 – 2015. Z grafu je vidět, že v dlouhodobém horizontu je postupný nárůst objemu výroby. V letech 2013 – 2015 je pokles celkového objemu výroby, který je způsoben tím, že v současné době ještě nejsou uzavřeny všechny kontrakty pro toto období. V grafu (viz. [Obrázek 5-5](#)) je znázorněna produkce jednotlivých výrobků ve sledovaném období, tedy v letech 2011 – 2015. Z tohoto grafu je patrné zvyšování objemu výroby Výrobku B, Výrobku F a Výrobku L a pokles objemu ostatních výrobků. Objemy všech výrobků jsou vidět v souhrnné tabulce (viz. [Tabulka 5-1](#)). Po uzavření kontraktů se celkový objem produkce v následujících letech může zvýšit a přiblížit k současnému objemu produkce.



Obrázek 5-4 Celkový objem produkce v letech 2009 – 2015



Obrázek 5-5 Objem produkce jednotlivých výrobků v letech 2011 – 2015

Součástí výrobního programu jsou také opravy dříve vyrobených motorů, na kterých je prováděna pouze část výrobního postupu, jedná se zejména o demontáž a montáž. Z tohoto důvodu byl počet představitelů ze 13-ti dodatečně rozšířen o podskupiny na celkový počet 17. Rozšíření počtu představitelů bylo nutné provést, neboť opravy a repasování také ovlivňují analýzu materiálových toků i kapacitní propočty technologií. Výsledná tabulka byla použita při analýze a výpočtu objemu materiálových toků. V následující tabulce (viz. Tabulka 5-1) je ukázán přehled výrobků a jejich plánovaný objem výroby v letech 2011-2015. Žlutě jsou zvýrazněny roky 2011 a 2012, pro které bude dělána optimalizace rozmístění strojů.

Představitel	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
	dávka	dávka	dávka	dávka	dávka	objem	objem	objem	objem	objem
Výrodek A	11	11	7	5	5	54	92	30	40	60
Výrodek B	4	7	6	6	6	163	414,4	561,6	420	440
Výrodek C	12	6	6	6	6	402	62	40	20	20
Výrodek CM	8	8	4	0	0	321	248	28	0	0
Výrodek D	6	6	6	6	0	20	45	65	65	0
Výrodek E	7	10	10	10	10	79	75	57	60	70
Výrodek F	11	12	7	7	7	76	232	60	70	140
Výrodek G	10	5	5	5	5	414	142	135	148	172
Výrodek H	10	8	8	6	5	86	110	120	144	168
Výrodek HM	6	6	0	0	0	294	144	0	0	0
Výrodek I	11	12	5	5	5	54	57	20	40	50
Výrodek IM	4	4	0	0	0	96	96	0	0	0
Výrodek J	4	5	4	5	5	113	282,4	294	192	200
Výrodek JM	4	3	4	4	4	72	70	16	12	12
Výrodek K	4	4	0	4	4	20	6	0	30	30
Výrodek L	21	16	16	16	16	318	608	716	616	460
Výrodek M	1	1	1	1	1	12	12	12	12	12

Poznámky:

pouze demontáž a montáž

Tabulka 5-1 Plán výroby v letech 2011 – 2015

Součástí výpočtů je také zohlednění velikosti výrobní dávky, která není u všech výrobků stejná. Pro výpočet velikosti dávky jednotlivých představitelů a jejich podskupin byl využit vážený průměr, který oproti klasickému aritmetickému průměru zohledňuje velikost produkce daného výrobku.

6 KAPACITNÍ VYTÍŽENÍ VÝROBY

Cílem této části diplomové práce je určit kapacitní vytížení jednotlivých středisek (strojů) a pracovníků. Hodnocení kapacity vytížení strojů a pracovníků vycházelo z celkového ročního efektivního pracovního fondu stroje (střediska), nebo pracovníka a z konkrétního vytížení strojů (střediska) a pracovníků podle času připadajícího na jednotlivé operace (viz Tabulka 6-1). Hodnoty byly zjištěny z technologických postupů.

Středisko	Stroj	Čas nastavení	Čas výroby	Čas obsluhy výroby	Kusů	Představitel	2011				
							Objem	Dávka	Čas nastavení	Čas výroby	Čas obsluhy vyr.
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	96	Výrobek F	76	11	0	656,64	656,64
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	48	Výrobek F	76	11	0	656,64	656,64
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	96	Výrobek F	76	11	0	656,64	656,64
Středisko 01	01001	0	0,27	0,27	1	Výrobek F	76	11	0	20,52	20,52
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	1	Výrobek F	76	11	0	13,68	13,68
Středisko 01	01001	0	0,198	0,2	1	Výrobek B	163	4	0	32,274	32,6
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	1	Výrobek B	163	4	0	14,67	14,67
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	1	Výrobek B	163	4	0	14,67	14,67
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	1	Výrobek B	163	4	0	29,34	29,34
Středisko 01	01001	0	0,198	0,2	1	Výrobek B	163	4	0	32,274	32,6
Středisko 01	01001	0	1,44	1,44	1	Výrobek B	163	4	0	234,72	234,72
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	48	Výrobek E	79	7	0	682,56	682,56
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	144	Výrobek E	79	7	0	1023,84	1023,84
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	48	Výrobek E	79	7	0	341,28	341,28
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	8	Výrobek G	414	10	0	298,08	298,08
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	54	Výrobek G	414	10	0	2012,04	2012,04
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	54	Výrobek G	414	10	0	4024,08	4024,08
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	108	Výrobek G	414	10	0	4024,08	4024,08
Středisko 01	01001	0	0,09	0,09	54	Výrobek G	414	10	0	2012,04	2012,04
Středisko 01	01001	0	0,18	0,18	18	Výrobek G	414	10	0	1341,36	1341,36

Tabulka 6-1 Ukázka tabulky pro výpočet kapacity pracovišť

Pro výpočet pracovních fondů byly využity standardně používané hodnoty (počet pracovních dní, atd. – viz. Tabulka 6-2) a data poskytnutá firmou:

- Nemocnost a návštěvy u lékaře pro jednotlivá střediska. (viz. Tabulka 6-3)
- Vytížení strojů – efektivní časy. (viz. Tabulka 6-4)

počet pracovních dnů v roce 2011	253 dní
dovolená zaměstnance v roce 2011	25 dní
pracovní doba	7,5 hodiny
celozávodní dovolená	14 dní

Tabulka 6-2 Počet pracovních dnů pro výpočet

Středisko	Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	Počet zaměstnanců
Středisko 01	14	18	1
Středisko 02	55	372	13
Středisko 03	67	263	15
Středisko 04	17	114	4
Středisko 05	21	109	2
Středisko 06	221	405	9
Středisko 07	10	91	4
Středisko 08	53	83	3
Středisko 09	27	36	2
Středisko 10	176	257	9
Středisko 11	259	785	44
Středisko 12	83	47	9
Středisko 13	10	6	1
Středisko 14	22	56	2
Středisko 15	11	28	1
Středisko 16	144	366	13
Středisko 17	123	471	20
Středisko 18	4	77	3
Středisko 19	3	52	2
Středisko 20	4	77	3
Středisko 21	5	102	4
Středisko 22	5	14	1
Středisko 23	5	14	1
Středisko 24	5	14	1
Středisko 25	45	157	12
Středisko 26	15	40	3
Středisko 27	40	54	3
Středisko 28	662	887	50
Středisko 29	67	89	5

Tabulka 6-3 Tabulka nemocnosti pracovníků podle jednotlivých středisek

Středisko	Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovních dnů
Středisko 01	01001	3,75	1	1	239
Středisko 01	01002	3,75	1	1	239
Středisko 02	02001	7,5	1	1	239
Středisko 02	02002	7,5	1	1	239
Středisko 02	02003	7,5	1	1	239
Středisko 02	02004	7,5	1	1	239
Středisko 03	03001	7,5	4	1	239
Středisko 04	04001	7,5	1	2	239
Středisko 05	05001	7,17	1	1	239
Středisko 05	05002	7,17	1	1	239
Středisko 05	05003	7,17	1	1	239
Středisko 06	06001	7,17	1	1	239
Středisko 06	06002	7,17	1	1	239
Středisko 06	06003	7,17	1	1	239
Středisko 06	06004	7,17	1	1	239
Středisko 06	06005	7,17	1	1	239
Středisko 07	07001	7,25	1	1	239
Středisko 07	07002	7,25	1	1	239
Středisko 07	07003	7,25	1	1	239
Středisko 07	07004	7,25	1	1	239
Středisko 07	07005	7,25	1	1	239
Středisko 07	07006	7,25	1	1	239
Středisko 07	07007	7,25	1	1	239
Středisko 07	07008	7,25	1	1	239
Středisko 08	08001	3,75	1	1	239
Středisko 08	08002	3,75	1	1	239
Středisko 09	09001	1,2	1	1	239
Středisko 09	09002	1,2	1	1	239
Středisko 09	09003	1,2	1	1	239
Středisko 09	09004	1,2	1	1	239

Tabulka 6-4 Ukázka vstupních dat pro výpočet vytížení strojů

Celá problematika byla hodnocena ve dvou částech a to vytížení pracovníků a vytížení strojů (středisek).

Pro výpočet *efektivního časového fondu pracovníka* byl použit následující vzorec, kde byly rozvedeny neplánované absence pracovníka a zohledněn současný počet pracovníků na pracovišti:

$$E_{fp} = ((D_V - D_D) * H * P - D_{AN} * H - D_{AU}) * 60 \text{ [min/rok]},$$

kde E_{fp} efektivní časový fond pracovníka
 D_Vpočet pracovních dní za dané období (253 dní)
 D_Dpočet dní dovolené pracovníka (25 dní)
 D_{AN}počet dní nemoci všech pracovníků ve středisku (ve dnech)
 D_{AU}počet dní úplat všech pracovníků ve středisku (v hodinách)
 Hpočet pracovních hodin za směnu (7,5 hodiny)
 Ppočet pracovníků ve středisku
60....přepočítání na minuty

Pro výpočet *efektivního časového fondu stroje (pracoviště)* byl použit následující vzorec, kde byla zohledněna celozávodní dovolená a nahrazeny plánované i neplánované odstávky efektivní pracovní dobou:

$$E_{fs} = (D_P - D_{ZD}) * E_{pd} * 60 \text{ [min/rok]},$$

kde: E_{fs} efektivní fond stroje (pracoviště)
 D_Ppočet pracovních dnů za dané období (253 dní)
 D_{ZD}počet dní celozávodní dovolené
 E_{pd} ..efektivní pracovní doba (zahrnuty odstávky plánované i neplánované)
60....přepočítání na minuty

Vyhodnocená střediska jsou seřazena vzestupně podle jejich označení. Výsledky jsou zobrazeny přehledně v tabulkách a obsahují komentář s doporučením změn na pracovištích.

Hodnoty vytížení vždy vycházejí ze současného stavu a jsou barevně rozděleny do tří kategorií:

- Vytížení více než 150% (červená barva), toto středisko je potřeba posílit.
- Vytížení 50 – 150% (zelená barva), lze pokrýt se současnými prostředky.
- Vytížení méně než 50% (modrá barva), velmi nízké vytížení.

Vytížení 100% = 1 směna

Vysvětlivky:

X Stroj je obsluhován pracovníkem z jiného stroje v rámci střediska

TK Pracovníci technické kontroly

Poznámka: pokud je u počtu pracovníků předchozí značka počítá se s číslem 1.

Středisko 01 - Sklad

Středisko 01 - Sklad		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
14	18	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
01001	3,75	239
01002	3,75	239

Tabulka 6-5 Vstupní data pro středisko 01

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 01	1	142,37%	103,56%	59,45%	46,60%	52,36%	142,37%	2

Tabulka 6-6 Vytížení pracovníků na středisku 01

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť					Navrhované změny			
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 01	01001	1	1	1	165,50%	107,15%	51,41%	43,35%	50,49%	165,50%	1	1	2
Středisko 01	01002	1	1	x	23,87%	45,90%	47,21%	37,19%	40,26%	47,21%	1	1	

Tabulka 6-7 Vytížení strojů na středisku 01

Vyhodnocení: U tohoto střediska doporučuji navýšit počet pracovníků na 2. Využití střediska vychází vyšší, neboť je v současné době počítáno, že pracovník na každém stroji pracuje polovinu směny (3,75 hod.). V případě, že nemohou na tomto středisku pracovat 2 pracovníci najednou, doporučuji navýšit směnnost na 2.

Středisko 02 – Mezioperační kontrola

Středisko 02 – Mezioperační kontrola		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
55	372	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
02001	7,5	239
02002	7,5	239
02003	7,5	239
02004	7,5	239

Tabulka 6-8 Vstupní data pro středisko 02

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 02	13	32,25%	43,32%	42,88%	36,42%	37,41%	43,32%	6

Tabulka 6-9 Vytížení pracovníků na středisku 02

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť					Navrhované změny			
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 02	02003	1	1	TK	368,33%	485,91%	471,41%	405,47%	419,79%	485,91%	1	1	5
Středisko 02	02004	1	1	TK	12,24%	24,15%	30,57%	24,09%	22,34%	30,57%	1	1	1
Středisko 02	02002	1	1	TK	2,84%	7,09%	7,38%	4,82%	5,02%	7,38%	1	1	
Středisko 02	02001	1	1	TK	1,89%	4,73%	4,92%	3,21%	3,35%	4,92%	1	1	

Tabulka 6-10 Vytížení strojů na středisku 02

Vyhodnocení: Výpočtem vyšlo, že pracovníci kontroly nejsou plně využiti, doporučuji snížit počet pracovníků přibližně na polovinu. Při rozdělování pracovníků na jednotlivá pracoviště věnovat zvýšenou pozornost stroji 02-02003, které má vytížení nejvyšší.

Středisko 03 – Zkušebna

Středisko 03 – Zkušebna		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
67	263	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
03001	7,5	239

Tabulka 6-11 Vstupní data pro středisko 03

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 03	15	42,66%	49,44%	41,44%	35,88%	37,78%	49,44%	8

Tabulka 6-12 Vytížení pracovníků na středisku 03

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků

Tabulka 6-13 Vytížení strojů na středisku 03

Vyhodnocení: Výpočtem vyšlo, že pracovníci zkušebny nejsou plně využiti, doporučuji snížit počet přibližně na polovinu.

Středisko 04 - Mezioperační kontrola

Středisko 04 - Mezioperační kontrola		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
17	114	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
04001	7,5	239

Tabulka 6-14 Vstupní data pro středisko 04

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 04	4	24,76%	41,35%	47,43%	37,59%	38,83%	47,43%	2

Tabulka 6-15 Vytížení pracovníků na středisku 04

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků

Tabulka 6-16 Vytížení strojů na středisku 04

Vyhodnocení: Výpočtem vyšlo, že pracovníci kontroly nejsou plně využiti, doporučuji snížit počet pracovníků na polovinu.

Středisko 05 - Brusky

Středisko 05 - Brusky		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
21	109	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
05001	7,17	239
05002	7,17	239
05003	7,17	239

Tabulka 6-17 Vstupní data pro středisko 05

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 05	2	128,16%	196,76%	200,04%	173,06%	194,92%	200,04%	5

Tabulka 6-18 Vytížení pracovníků na středisku 05

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 05	05003	1	1	1	161,49%	267,23%	256,08%	211,14%	243,17%	267,23%	1	3	3
Středisko 05	05001	1	1	1	60,39%	81,65%	97,95%	87,42%	93,71%	97,95%	1	1	1
Středisko 05	05002	1	1	x	5,31%	1,59%	0,00%	7,97%	7,97%	7,97%	1	1	1

Tabulka 6-19 Vytížení strojů na středisku 05

Vyhodnocení: Výpočtem vyšlo navýšení počtu pracovníků z 2 na 5. Doporučuji navýšení pouze na 4 pracovníky. Stroje 05-05001 a 05-05002 budou i nadále obsluhovány 1 pracovníkem. Na stroji 05-05003 doporučuji navýšit počet pracovníků z 1 na 3 a zároveň navýšit směnnost z 1 na 3, aby byl pokryt nárůst objemu výroby.

Středisko 06 - Soustruhy

Středisko 06 - Soustruhy		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
221	405	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
06001	7,17	239
06002	7,17	239
06003	7,17	239
06004	7,17	239
06005	7,17	239

Tabulka 6-20 Vstupní data pro středisko 06

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 06	9	79,18%	112,79%	117,00%	100,63%	101,96%	117,00%	11

Tabulka 6-21 Vytížení pracovníků na středisku 06

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 06	06001	1	1	1	159,87%	219,67%	218,84%	180,44%	191,12%	219,67%	1	3	3
Středisko 06	06002	1	1	1	57,35%	126,97%	140,27%	110,74%	96,00%	140,27%	1	2	2
Středisko 06	06003	1	1	3	57,91%	107,34%	123,27%	104,82%	98,67%	123,27%	1	1	4
Středisko 06	06004	1	1	3	49,36%	42,69%	30,11%	34,73%	43,62%	49,36%	1	1	1
Středisko 06	06005	1	1	1	22,75%	16,71%	16,07%	10,16%	10,54%	22,75%	1	1	2

Tabulka 6-22 Vytížení strojů na středisku 06

Vyhodnocení: Dle výpočtu na tomto středisku dojde k nárůstu potřeby počtu pracovníků z 9 na 11. Doporučuji změnit rozložení pracovníků na jednotlivých strojích (viz. Tabulka 6-22). Na stroji 06-06001 navýšit směnnost a počet pracovníků na 3. U stroje 06-06002 navýšit směnnost a počet pracovníků na 2. U stroje 06-06003 navýšit počet pracovníků na 4. U stroje 06-06004 snížit počet pracovníků na 2 s tím, že budou k dispozici také pro stroj 06-06005, u kterého je využití stroje cca 20%.

Středisko 07 - Vrtačky, frézky

Středisko 07 - Vrtačky, frézky		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
10	91	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
07001	7,25	239
07002	7,25	239
07003	7,25	239
07004	7,25	239
07005	7,25	239
07006	7,25	239
07007	7,25	239
07008	7,25	239

Tabulka 6-23 Vstupní data pro středisko 07

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 07	4	224,88%	186,56%	129,87%	111,05%	118,78%	224,88%	9

Tabulka 6-24 Vytížení pracovníků na středisku 07

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť					Navrhované změny			
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 07	07005	1	1	1	416,63%	241,84%	99,69%	69,97%	60,02%	416,63%	1	4	4
Středisko 07	07006	1	1	1	146,78%	156,93%	147,45%	125,34%	126,69%	156,93%	1	2	2
Středisko 07	07002	1	1	0,5	156,13%	152,94%	122,99%	112,39%	121,56%	156,13%	1	2	2
Středisko 07	07007	1	1	0,5	93,92%	140,81%	76,82%	94,60%	127,01%	140,81%	1	2	2
Středisko 07	07008	1	1	0,3	49,62%	99,42%	101,47%	83,73%	86,55%	101,47%	1	1	1
Středisko 07	07004	1	1	0,1	9,35%	23,36%	24,32%	15,88%	16,54%	24,32%	1	1	1
Středisko 07	07003	1	1	1	9,50%	6,89%	2,73%	1,73%	2,19%	9,50%	1	1	1
Středisko 07	07001	1	1	0,1	6,13%	6,47%	2,27%	4,54%	5,67%	6,47%	1	1	1

Tabulka 6-25 Vytížení strojů na středisku 07

Vyhodnocení: Dle výpočtů doporučuji navýšit počet pracovníků na tomto středisku ze 4 na 9. U stroje 07-07005 navýšit směnnost a počet pracovníků na 4 – pokud by bylo využití obdobné, jako v roce 2011, doporučuji uvažovat o možnostech využití podobných technologií, aby bylo sníženo vytížení tohoto střediska. Poté by stačil 3. směnný provoz. Čtvrtou směnu by bylo možné využít pouze na případné přesčasy. U stroje 07-07006 doporučuji navýšit směnnost a počet pracovníků na 2. Stroje 07-07002 a 07-07007 jsou obsluhovány jedním pracovníkem, zde doporučuji zvýšit směnnost na 2 směny s 1 pracovníkem/směna. Zbylé stroje 07-07008, 07-07004, 07-07003 a 07-07001 jsou obsluhovány 1 pracovníkem – pro tyto stroje doporučuji ponechat stávající stav.

Středisko 08 - Seřizovači

Středisko 08 - Seřizovači		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
53	83	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
08001	3,75	239
08002	3,75	239

Tabulka 6-26 Vstupní data pro středisko 08

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Max	Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015		
Středisko 08	3	37,46%	31,04%	21,97%	17,71%	18,96%	37,46%	2

Tabulka 6-27 Vytížení pracovníků na středisku 08

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 08	08002	1	1	1	187,77%	145,39%	97,03%	81,22%	87,30%	187,77%	1	1	1
Středisko 08	08001	1	1	1	5,19%	12,97%	13,50%	8,82%	9,19%	13,50%	1	1	1

Tabulka 6-28 Vytížení strojů na středisku 08

Vyhodnocení: U tohoto střediska výpočtem vyšlo doporučení snížit počet pracovníků na 1. U střediska 08 je počítáno s poloviční délkou směny. Doporučuji zde navýšit na celou délku směny (7,5 hod./směna) a pracovník bude zároveň pracovat i na stroji 08-08001 (využití cca 5-14% z poloviční směny a 2,5-7% z celé směny).

Ve výpočtu není uvažováno, že je potřeba:

- Seřizovač NC karuselů 1 pracovník
- Výroba a údržba přípravků 1 pracovník

⇒ Nutnost ponechat 2 pracovníky.

Středisko 09 - Cívkárna A

Středisko 09 - Cívkárna A		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
27	36	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
09001	1,2	239
09002	1,2	239
09003	1,2	239
09004	1,2	239
09005	1,2	239
09006	1,2	239

Tabulka 6-29 Vstupní data pro středisko 09

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Max	Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015		
Středisko 09	2	4,10%	9,17%	13,20%	13,20%	0,00%	13,20%	1

Tabulka 6-30 Vytížení pracovníků na středisku 09

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 09	09001	1	1	1	21,44%	48,25%	69,69%	69,69%	0,00%	69,69%	1	1	1
Středisko 09	09003	1	1	1	10,88%	24,48%	35,36%	35,36%	0,00%	35,36%	1	1	
Středisko 09	09004	1	1	x	7,85%	17,65%	25,50%	25,50%	0,00%	25,50%	1	1	
Středisko 09	09006	1	1	x	2,56%	5,75%	8,31%	8,31%	0,00%	8,31%	1	1	
Středisko 09	09005	1	1	x	2,54%	5,72%	8,26%	8,26%	0,00%	8,26%	1	1	
Středisko 09	09002	1	1	x	0,31%	0,71%	1,02%	1,02%	0,00%	1,02%	1	1	

Tabulka 6-31 Vytížení strojů na středisku 09

Vyhodnocení: Na středisku 09 je velmi nízké využití pracovníků – doporučuji snížit počet pracovníků na 1. Při výpočtu využití pracovišť, je počítáno, že na každém stroji je pracovní doba 1,2 hodiny. Ani tato pracovní doba není plně využita, proto zvládne obsluhu všech pracovišť pouze 1 pracovník.

Středisko 10 – Speciální motory

Středisko 10 - Speciální motory		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
176	257	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
10001	7,25	239
10002	7,25	239
10003	7,25	239
10004	7,25	239
10005	7,25	239

Tabulka 6-32 Vstupní data pro středisko 10

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 10	9	51,39%	103,25%	121,71%	104,84%	78,23%	121,71%	11

Tabulka 6-33 Vytížení pracovníků na středisku 10

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 10	10005	1	1	x	79,17%	170,85%	201,19%	173,10%	129,26%	201,19%	1	1	3
Středisko 10	10003	1	1	2	81,95%	160,55%	189,07%	162,66%	121,47%	189,07%	1	1	4
Středisko 10	10004	1	1	4	31,02%	63,09%	74,29%	63,92%	47,73%	74,29%	1	1	3
Středisko 10	10001	1	1	2	14,76%	32,52%	38,29%	32,94%	24,60%	38,29%	1	1	1
Středisko 10	10002	1	1	1	0,96%	2,12%	2,50%	2,15%	1,60%	2,50%	1	1	

Tabulka 6-34 Vytížení strojů na středisku 10

Vyhodnocení: Dle výpočtů doporučuji navýšit počet pracovníků na středisku na 11 pracovníků. Doporučuji změnit rozložení pracovníků na jednotlivých pracovištích (viz. Tabulka 6-34). U stroje 10-10005 navýšit počet stálých pracovníků na 2-3. U stroje 10-10003 zvýšit počet pracovníků z 2 na 4. U stroje 10-10004 snížit počet pracovníků ze 4 na 3. U stroje 10-10001 snížit počet pracovníků z 2 na 1. U stroje 10-10002 zrušit stálého pracovníka a nechat docházet pracovníka z jiného pracoviště v rámci střediska 10.

Středisko 11 – Navijárna

Středisko 11 – Navijárna		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
259	785	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
11001	7,07	239
11002	7,07	239
11003	7,07	239
11004	7,07	239

Tabulka 6-35 Vstupní data pro středisko 11

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 11	44	109,30%	116,35%	99,61%	82,03%	92,40%	116,35%	52

Tabulka 6-36 Vytížení pracovníků na středisku 11

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 11	11004	1	1	20	86,77%	92,92%	78,78%	65,27%	73,73%	92,92%	1	1	25
Středisko 11	11002	1	1	14	83,96%	89,19%	77,89%	62,87%	70,01%	89,19%	1	1	15
Středisko 11	11003	1	1	8	73,80%	77,28%	65,88%	53,71%	60,27%	77,28%	1	1	10
Středisko 11	11001	1	1	2	2,59%	2,46%	1,87%	1,97%	2,30%	2,59%	1	1	

Tabulka 6-37 Vytížení strojů na středisku 11

Vyhodnocení: Dle výpočtu doporučuji na tomto středisku navýšit počet pracovníků ze 44 na 50. Rozložení pracovníků na jednotlivých strojích zůstane dle současného rozložení, kromě stroje 11-11001, kde není nutné mít stále pracovníky.

Středisko 12 - Impregnace

Středisko 12 - Impregnace		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
83	47	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
12001	7,37	239
12002	7,37	239
12003	7,37	239
12004	7,37	239
12005	7,37	239
12006	7,37	239
12007	7,37	239
12008	7,37	239
12009	7,37	239

Tabulka 6-38 Vstupní data pro středisko 12

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 12	9	54,28%	78,90%	83,06%	74,20%	80,88%	83,06%	8

Tabulka 6-39 Vytížení pracovníků na středisku 12

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 12	12008	1	4	x	90,55%	214,34%	284,84%	215,21%	226,36%	284,84%	1	4	x
Středisko 12	12004	1	4	1	105,93%	116,50%	83,64%	79,90%	101,87%	116,50%	1	4	1
Středisko 12	12007	1	4	x	66,61%	93,22%	80,98%	69,42%	80,43%	93,22%	1	4	x
Středisko 12	12009	1	4	x	32,08%	80,16%	83,45%	54,50%	56,77%	83,45%	1	4	x
Středisko 12	12005	1	4	1	59,53%	26,49%	5,44%	80,36%	82,38%	82,38%	1	4	1
Středisko 12	12003	1	4	x	25,16%	50,23%	66,85%	50,94%	53,52%	66,85%	1	4	x
Středisko 12	12002	1	4	x	44,12%	24,62%	21,26%	19,29%	21,66%	44,12%	1	4	x
Středisko 12	12006	1	1	1	20,84%	32,37%	38,38%	28,54%	29,98%	38,38%	1	1	1
Středisko 12	12001	1	4	x	7,87%	20,00%	27,10%	20,27%	21,23%	27,10%	1	4	x

Tabulka 6-40 Vytížení strojů na středisku 12

Vyhodnocení: Dle výpočtu doporučuji zachovat počet pracovníků na současnou úroveň. Pracovníci musí být schopni obsluhovat veškeré stroje (směna po dvou lidech).

Středisko 13 - Čištění

Středisko 13 - Čištění		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
10	6	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
13001	1,1	239
13002	1,1	239
13003	1,1	239
13004	6,8	239

Tabulka 6-41 Vstupní data pro středisko 13

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 13	1	151,86%	213,77%	216,03%	182,54%	201,15%	216,03%	3

Tabulka 6-42 Vytížení pracovníků na středisku 13

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 13	13001	1	1	1	610,02%	926,44%	935,05%	797,78%	897,33%	935,05%	1	1	2
Středisko 13	13004	1	1	x	52,90%	63,59%	64,28%	52,87%	55,27%	64,28%	1	1	
Středisko 13	13003	1	1	x	1,27%	1,62%	1,77%	2,13%	2,48%	2,48%	1	1	
Středisko 13	13002	1	1	x	0,18%	0,20%	0,07%	0,14%	0,17%	0,20%	1	1	

Tabulka 6-43 Vytížení strojů na středisku 13

Vyhodnocení: Doporučuji navýšit počet pracovníků na středisku na počet 2. Tito pracovníci budou přiřazeni ke stroji 13-13001. Na tomto stroji je nutné zvýšit délku směny ze současné délky 1,1 hod. na 7,5 hod. Na ostatní stroje v rámci střediska budou tito pracovníci docházet.

Středisko 14 – Montáž 1

Středisko 14 – Montáž 1		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
22	56	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
14001	7,12	239
14002	7,12	239
14003	7,12	239
14004	7,12	239
14005	7,12	239
14006	7,12	239
14007	7,12	239
14008	7,12	239
14009	7,12	239

Tabulka 6-44 Vstupní data pro středisko 14

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 14	2	188,33%	216,51%	183,28%	150,01%	161,65%	216,51%	5

Tabulka 6-45 Vytížení pracovníků na středisku 14

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 14	14005	1	1	1	155,68%	75,18%	35,50%	50,09%	56,75%	155,68%	1	1	3
Středisko 14	14006	1	1	1	107,89%	142,15%	88,76%	61,49%	64,82%	142,15%	1	1	
Středisko 14	14002	1	1	x	34,14%	80,16%	97,25%	76,34%	82,15%	97,25%	1	1	2
Středisko 14	14008	1	1	x	22,13%	56,25%	76,24%	57,01%	59,73%	76,24%	1	1	
Středisko 14	14007	1	1	x	19,41%	39,67%	38,64%	27,42%	29,27%	39,67%	1	1	
Středisko 14	14009	1	1	x	3,17%	0,95%	0,00%	4,76%	4,76%	4,76%	1	1	
Středisko 14	14001	1	1	x	2,41%	3,21%	0,93%	1,23%	1,85%	3,21%	1	1	
Středisko 14	14004	1	1	x	0,63%	0,19%	0,00%	0,95%	0,95%	0,95%	1	1	
Středisko 14	14003	1	1	x	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1	1	

Tabulka 6-46 Vytížení strojů na středisku 14

Vyhodnocení: Dle výpočtu je potřeba navýšit počet pracovníků na středisku z 2 na 5. U stroje 14-14005 a 14-14006 navýšit počet pracovníků z 2 na 3. Pro zbylé stroje musí být k dispozici 2 pracovníci (se stálým přiřazením ke strojům 14-14002 a 14-14008).

Středisko 15 – Montáž 2

Středisko 15 – Montáž 2		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
11	28	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
15001	7,5	239
15002	7,5	239
15003	7,5	239

Tabulka 6-47 Vstupní data pro středisko 15

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 15	1	21,19%	19,59%	11,55%	31,73%	34,74%	34,74%	1

Tabulka 6-48 Vytížení pracovníků na středisku 15

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 15	15003	1	1	1	8,37%	2,51%	0,00%	12,56%	12,56%	12,56%	1	1	1
Středisko 15	15001	1	1	x	4,19%	9,55%	5,52%	5,83%	7,54%	9,55%	1	1	x
Středisko 15	15002	1	1	x	3,16%	3,20%	3,21%	5,14%	5,78%	5,78%	1	1	x

Tabulka 6-49 Vytížení strojů na středisku 15

Vyhodnocení: Doporučuji zachovat současný počet pracovníků a rozložení na strojích. Jelikož je zde nízké vytížení pracovníků, doporučuji docházení pracovníka ze střediska 16 – Montáž 3, případně sloučit toto středisko s jiným střediskem montáže.

Středisko 16 – Montáž 3

Středisko 16 – Montáž 3		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
144	366	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
16001	7,5	239
16002	7,5	239
16003	7,5	239
16004	7,5	239
16005	7,5	239
16006	7,5	239
16007	7,5	239
16008	7,5	239
16009	7,5	239
16010	7,5	239
16011	7,5	239
16012	7,5	239
16013	7,5	239

Tabulka 6-50 Vstupní data pro středisko 16

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 16	13	79,16%	110,67%	102,38%	83,23%	92,63%	110,67%	15

Tabulka 6-51 Vytížení pracovníků na středisku 16

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 16	16009	1	1	6	58,11%	98,28%	88,40%	70,95%	80,26%	98,28%	1	1	6
Středisko 16	16010	1	1	1	85,81%	86,62%	76,50%	58,42%	62,72%	86,62%	1	1	1
Středisko 16	16004	1	1	3	69,34%	85,49%	76,31%	62,37%	70,45%	85,49%	1	1	3
Středisko 16	16012	1	1	3	36,75%	62,01%	62,18%	52,90%	54,74%	62,18%	1	1	2
Středisko 16	16013	1	1	x	9,55%	24,27%	32,90%	24,60%	25,77%	32,90%	1	1	2
Středisko 16	16008	1	1	x	25,85%	10,97%	8,96%	10,17%	12,19%	25,85%	1	1	
Středisko 16	16005	1	1	x	5,22%	12,06%	12,06%	8,21%	8,66%	12,06%	1	1	
Středisko 16	16002	1	1	x	7,90%	4,53%	1,64%	1,31%	1,51%	7,90%	1	1	
Středisko 16	16006	1	1	x	7,45%	7,22%	5,80%	4,80%	5,34%	7,45%	1	1	
Středisko 16	16001	1	1	x	3,06%	4,59%	5,08%	5,27%	5,99%	5,99%	1	1	
Středisko 16	16011	1	1	x	0,69%	0,22%	0,02%	1,04%	1,04%	1,04%	1	1	
Středisko 16	16007	1	1	x	0,80%	0,65%	0,36%	0,43%	0,57%	0,80%	1	1	
Středisko 16	16003	1	1	x	0,68%	0,72%	0,25%	0,50%	0,63%	0,72%	1	1	

Tabulka 6-52 Vytížení strojů na středisku 16

Vyhodnocení: Doporučuji navýšit počet pracovníků ze 13 na 14. Počet pracovníků zachovat dle současného stavu u strojů 16-16009, 16010 a 16004. U stroje 16-16012 snížit počet pracovníků na 2. Pro obsluhu zbývajících méně využívaných strojů střediska 16 by měli být k dispozici 1-2 pracovníci.

Středisko 17 – Skládání

Středisko 17 – Skládání		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
123	471	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
17001	7,12	239
17002	7,12	239
17003	7,12	239
17004	7,12	239
17005	7,12	239
17006	7,12	239
17007	7,12	239
17008	7,12	239
17009	7,12	239
17010	7,12	239
17011	7,12	239
17012	7,12	239
17013	7,12	239

Tabulka 6-53 Vstupní data pro středisko 17

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 17	20	117,56%	145,34%	146,22%	121,82%	130,11%	146,22%	30

Tabulka 6-54 Vytížení pracovníků na středisku 17

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 17	17011	5	1	x	282,75%	405,43%	455,77%	368,69%	397,17%	455,77%	5	4	x
Středisko 17	17004	1	1	5	164,19%	212,69%	212,04%	181,93%	188,55%	212,69%	1	2-3	10
Středisko 17	17008	1	1	4	141,82%	154,31%	149,48%	127,31%	140,93%	154,31%	1	2-3	6
Středisko 17	17010	1	1	1	91,69%	135,90%	137,97%	102,77%	112,71%	137,97%	1	1	2
Středisko 17	17012	1	1	2	59,76%	112,18%	132,69%	104,81%	113,67%	132,69%	1	1	3
Středisko 17	17005	1	1	x	87,02%	77,66%	66,65%	55,12%	63,00%	87,02%	1	1	1
Středisko 17	17009	1	1	1	19,19%	42,28%	49,79%	42,84%	31,99%	49,79%	1	1	x
Středisko 17	17002	1	1	x	15,05%	33,51%	44,55%	36,49%	38,08%	44,55%	1	1	x
Středisko 17	17007	1	1	6	42,30%	31,37%	21,52%	18,13%	19,36%	42,30%	1	1	3
Středisko 17	17003	1	1	x	13,89%	31,55%	42,08%	33,98%	35,48%	42,08%	1	1	x
Středisko 17	17001	1	1	x	40,70%	39,51%	18,58%	21,07%	31,14%	40,70%	1	1	x
Středisko 17	17013	1	1	1	20,27%	31,64%	32,92%	27,50%	30,38%	32,92%	1	1	x
Středisko 17	17006	1	1	x	1,69%	2,17%	2,36%	2,83%	3,31%	3,31%	1	1	x

Tabulka 6-55 Vytížení strojů na středisku 17

Vyhodnocení: Doporučuji navýšit počet pracovníků z 20 na 25. S ohledem na to, že stroj 17-17011 nevyžaduje stálou obsluhu, ale např. jednou za hodinu, doporučuji nechat docházet pracovníky od jiného stroje. U stroje 17-17004 navýšit na 10 pracovníků (2 směny: 5+5 pracovníků, nebo 3 směny: 4+3+3 pracovníci). U stroje 17-17008 navýšit na 6 pracovníků (2 směny: 3+3 pracovníci, nebo 3 směny: 2+2+2 pracovníci). U stroje 17-17010 navýšit na 2 pracovníky. U stroje 17-17012 navýšit na 3 pracovníky. U stroje 17-17007 snížit na 3 pracovníky. Pro zbylé stroje vyčlenit 1 pracovníka a počítat s využitím pracovníků z ostatních strojů.

Středisko 18 – Karusel A

Středisko 18 – Karusel A		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
4	77	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
18001	5	201

Tabulka 6-56 Vstupní data pro středisko 18

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 18	3	49,47%	33,14%	19,95%	31,06%	37,37%	49,47%	2

Tabulka 6-57 Vytížení pracovníků na středisku 18

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 18	18001	2	3	3	75,01%	49,00%	28,15%	44,77%	53,67%	75,01%	2	2	2

Tabulka 6-58 Vytížení strojů na středisku 18

Vyhodnocení: Dle výpočtu doporučuji snížit počet pracovníků a směn na 2. Oba stroje jsou obsluhováni 1 pracovníkem, proto lze počítat vyšší využití stroje. V následujících letech se vytížení střediska snižuje, proto lze využít jako alternativa pro jiná přetížená střediska.

Středisko 19 – Karusel A

Středisko 19 – Karusel A		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
3	52	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
19001	5,01	201

Tabulka 6-59 Vstupní data pro středisko 19

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 19	2	114,66%	248,79%	310,92%	262,17%	232,46%	310,92%	7

Tabulka 6-60 Vytížení pracovníků na středisku 19

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 19	19001	2	2	2	180,73%	399,90%	497,56%	418,56%	369,29%	497,56%	2	4	7

Tabulka 6-61 Vytížení strojů na středisku 19

Vyhodnocení: Dle výpočtu je potřeba navýšit počet pracovníků na 7. Pokud bude každý stroj obsluhován jedním pracovníkem, lze docílit vyššího využití pracovní doby (v současné době 5,01 h). Pracovníci budou rozloženi ve 4 směnném provozu. Nutno ve společnosti dopočítat ekonomické přínosy zavedení jedno strojové obsluhy.

Stroje na středisku 18 a 19 jsou zaměnitelné, zvážit možnost technologické zaměnitelnosti a převod práce mezi stroji bez nákupu nového stroje. Na středisku 18 je vytížení velmi malé.

Středisko 20 – Karusel B

Středisko 20 – Karusel B		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
4	77	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
20001	7,5	201

Tabulka 6-62 Vstupní data pro středisko 20

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 20	3	80,50%	178,31%	239,55%	183,50%	192,65%	239,55%	8

Tabulka 6-63 Vytížení pracovníků na středisku 20

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 20	20001	1	3	3	80,93%	185,62%	246,78%	189,11%	198,21%	246,78%	2	4	8

Tabulka 6-64 Vytížení strojů na středisku 20

Vyhodnocení: U tohoto střediska je nutné hledat jeho náhradu nebo rozšířit počet strojů na 2 a současně zvýšit počet směn na 4 a počet pracovníků na 8.

Středisko 21 – Karusel C

Středisko 21 – Karusel C		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
5	102	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
21001	5,27	239
21002	5,27	239
21003	7,5	239

Tabulka 6-65 Vstupní data pro středisko 21

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 21	4	68,16%	130,98%	161,65%	133,25%	138,61%	161,65%	7

Tabulka 6-66 Vytížení pracovníků na středisku 21

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 21	21001	1	3	2	85,36%	207,63%	263,30%	197,37%	206,29%	263,30%	1	4	5
Středisko 21	21002	1	3	1	56,86%	83,15%	78,20%	91,28%	93,41%	93,41%	1	4	5
Středisko 21	21003	1	3	2	38,82%	58,19%	74,31%	67,15%	69,75%	74,31%	1	3	2

Tabulka 6-67 Vytížení strojů na středisku 21

Vyhodnocení: Dle výpočtu je potřeba na středisku 21 navýšit počet pracovníků ze 4 na 7. U strojů 21-21001 a 21-21002 navýšit směnnost na 4 a zvýšit počet pracovníků na 5. U stroje 21-21003 zachovat současný stav.

Stroje na střediscích 20 a 21 jsou zaměnitelné, zvážit možnost technologické zaměnitelnosti a převod práce mezi stroji bez nákupu nového stroje.

Středisko 22 - Horizontka A

Středisko 22 - Horizontka A		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
5	14	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
22001	7,5	239

Tabulka 6-68 Vstupní data pro středisko 22

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 22	1	31,88%	67,19%	90,33%	74,21%	77,48%	90,33%	1

Tabulka 6-69 Vytížení pracovníků na středisku 22

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků

Tabulka 6-70 Vytížení strojů na středisku 22

Vyhodnocení: U tohoto střediska zachovat současný počet pracovníků, ale navýšit pracovní dobu na celou délku směny. (V současné době stroj pracuje jen polovinu směny).

Středisko 23 - Horizontka B

Středisko 23 - Horizontka B		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
5	14	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
23001	6,53	225

Tabulka 6-71 Vstupní data pro středisko 23

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 23	1	40,03%	83,41%	85,34%	66,07%	68,33%	85,34%	1

Tabulka 6-72 Vytížení pracovníků na středisku 23

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků

Tabulka 6-73 Vytížení strojů na středisku 23

Vyhodnocení: Podobu tohoto střediska doporučuji zachovat dle současného stavu. Je možnost využít volnou kapacitu jako alternativu pro jiná přetížená střediska.

Středisko 24 – Frézky

Středisko 24 – Frézky		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
5	14	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
24001	6,93	225

Tabulka 6-74 Vstupní data pro středisko 24

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 24	1	102,34%	107,50%	73,94%	56,76%	63,28%	107,50%	2

Tabulka 6-75 Vytížení pracovníků na středisku 24

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 24	24001	1	1	1	95,50%	105,36%	73,08%	56,01%	62,17%	105,36%	1	1	1

Tabulka 6-76 Vytížení strojů na středisku 24

Vyhodnocení: Podobu tohoto střediska zachovat dle současného stavu – případně počítat s občasnými přesčasy.

Středisko 25 - CNC centra

Středisko 25 - CNC centra		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
45	157	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
25001	6,94	225
25002	6,94	225

Tabulka 6-77 Vstupní data pro středisko 25

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 25	12	32,19%	65,81%	68,39%	55,20%	55,02%	68,39%	9

Tabulka 6-78 Vytížení pracovníků na středisku 25

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 25	25001	1	3	3	130,72%	269,76%	278,27%	224,81%	223,11%	278,27%	1	4	9
Středisko 25	25002	3	3	9	58,84%	39,28%	42,15%	32,90%	35,45%	58,84%	3	4	

Tabulka 6-79 Vytížení strojů na středisku 25

Vyhodnocení: Dle výpočtů snížit počet pracovníků na středisku na 9. Jelikož se jedná o totožné stroje, doporučuji provést rozdělení práce tak, aby všechny 4 stroje byly nasazeny na 3 směnách. Pracovníci budou vždy 3 na směně.

Středisko 26 - Horizontka

Středisko 26 - Horizontka		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
15	40	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
26001	6,71	225

Tabulka 6-80 Vstupní data pro středisko 26

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků						Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko
		2011	2012	2013	2014	2015	Max	
Středisko 26	3	74,00%	175,14%	237,81%	182,47%	191,03%	237,81%	8

Tabulka 6-81 Vytížení pracovníků na středisku 26

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 26	26001	1	3	3	74,90%	183,33%	247,16%	189,59%	198,39%	247,16%	2	4	8

Tabulka 6-82 Vytížení strojů na středisku 26

Vyhodnocení: U tohoto střediska je nutné hledat jeho náhradu nebo rozšířit počet strojů na 2 a současně zvýšit počet směn na 4 a počet pracovníků na 8.

Stroje ve střediscích 25 a 26 jsou zaměnitelné, doporučuji zvážit možnost technologické zaměnitelnosti a převod práce mezi stroji bez nákupu nového stroje.

Středisko 27 - Cívkárna příprava

Středisko 27 - Cívkárna příprava		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
40	54	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
27001	7,3	239

Tabulka 6-83 Vstupní data pro středisko 27

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 27	3	177,42%	142,99%	108,77%	97,89%	117,09%	177,42%	6

Tabulka 6-84 Vytížení pracovníků na středisku 27

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 27	27001	2	2	3	75,97%	55,78%	35,95%	35,61%	41,91%	75,97%	2	2	5

Tabulka 6-85 Vytížení strojů na středisku 27

Vyhodnocení: Doporučuji navýšit počet pracovníků na 5.

Středisko 28 - Cívkárna ruční

Středisko 28 - Cívkárna ruční		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
662	887	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
28001	7,5	239
28002	7,5	239
28003	7,5	239
28004	7,5	239
28005	7,5	239

Tabulka 6-86 Vstupní data pro středisko 28

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 28	50	110,03%	93,80%	65,85%	57,73%	66,53%	110,03%	56

Tabulka 6-87 Vytížení pracovníků na středisku 28

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 28	28005	1	1	1	143,34%	134,30%	83,05%	76,99%	92,38%	143,34%	1	1	55
Středisko 28	28001	3	2	5	99,19%	89,14%	64,36%	57,34%	60,29%	99,19%	3	2	
Středisko 28	28002	1	0,3	0,5	34,88%	33,56%	24,30%	21,06%	23,10%	34,88%	1	0,3	
Středisko 28	28004	1	1	40	12,32%	13,46%	11,60%	9,24%	10,32%	13,46%	1	1	
Středisko 28	28003	1	1	3	1,46%	4,47%	1,16%	1,35%	2,70%	4,47%	1	1	

Tabulka 6-88 Vytížení strojů na středisku 28

Vyhodnocení: Podobu tohoto střediska zachovat dle současného stavu se změnou rozmístění pracovníků na jednotlivých strojích.

Středisko 29 - Cívkárna ruční B

Středisko 29 - Cívkárna ruční B		
Nemocnost [dny]	Úplaty [hod]	
67	89	
Stroj	Efektivní čas/stroj/směna	Počet pracovních dnů
29001	7,5	239

Tabulka 6-89 Vstupní data pro středisko 29

Středisko	Současný počet pracovníků	Vytížení pracovníků					Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	
		2011	2012	2013	2014	2015		Max
Středisko 29	5	99,58%	90,02%	53,85%	39,68%	45,19%	99,58%	5

Tabulka 6-90 Vytížení pracovníků na středisku 29

Středisko	Stroj	Současný stav			Využití strojů/pracovišť						Navrhované změny		
		Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků	2011	2012	2013	2014	2015	Max	Počet strojů	Počet směn	Počet pracovníků
Středisko 29	29001-2	3	2	5	79,38%	72,20%	41,44%	31,22%	35,60%	79,38%	3	2	5

Tabulka 6-91 Vytížení strojů na středisku 29

Vyhodnocení: Podobu tohoto střediska zachovat dle současného stavu.

Výpočtem vyšly jako problémová následující střediska (ve vyhodnocení označená červenou barvou):

- Středisko 05 – Brusky
- Středisko 07 – Frézky, vrtačky
- Středisko 17 – Skládání
- Středisko 19 – Karusel A
- Středisko 20 – Karusel B
- Středisko 26 – Horizontka

Na tato střediska je potřeba dbát zvýšenou pozornost.

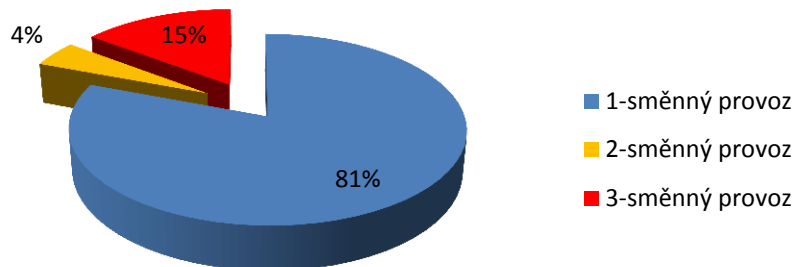
Změny počtu pracovníků v jednotlivých střediscích jsou vidět v souhrnné tabulce (viz. Tabulka 6-92). V tabulce je vidět současný počet pracovníků 240, pro pokrytí plánovaného nárůstu produkce je doporučeno navýšit počet pracovníků na 271.

Středisko	Současný počet pracovníků	Vypočítané maximální množství pracovníků na středisko	Doporučený počet pracovníků
Středisko 01	1	2	2
Středisko 02	13	6	6
Středisko 03	15	8	8
Středisko 04	4	2	2
Středisko 05	2	5	4
Středisko 06	9	11	11
Středisko 07	4	9	9
Středisko 08	3	2	1
Středisko 09	2	1	2
Středisko 10	9	11	11
Středisko 11	44	52	50
Středisko 12	9	8	9
Středisko 13	1	3	2
Středisko 14	2	5	5
Středisko 15	1	1	1
Středisko 16	13	15	14
Středisko 17	20	30	25
Středisko 18	3	2	2
Středisko 19	2	7	7
Středisko 20	3	8	8
Středisko 21	4	7	7
Středisko 22	1	1	1
Středisko 23	1	1	1
Středisko 24	1	2	1
Středisko 25	12	9	9
Středisko 26	3	8	8
Středisko 27	3	6	5
Středisko 28	50	56	55
Středisko 29	5	5	5
Celkem:	240		271

Tabulka 6-92 Souhrnná tabulka změn počtu pracovníků

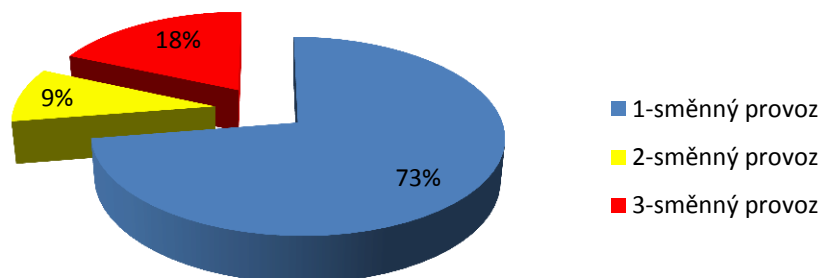
Na následujících grafech je uvedeno procentuální vyjádření počtu pracovišť s 1-směnným až 3-směnným provozem (viz. Obrázek 6-1) v současném uspořádání výroby. Pro porovnání je v grafu (viz. Obrázek 6-2) změna poměru směn v návrhu pro pokrytí plánovaného objemu produkce.

%-ní podíl směnnosti pracovišť - současný stav



Obrázek 6-1 Procentní podíl směnnosti v současném stavu

%-ní podíl směnnosti pracovišť - návrh



Obrázek 6-2 Procentní podíl směnnosti v návrhu změn

Shrnutí: Cílem této části diplomové práce bylo zjistit kapacitní vytížení jednotlivých strojů a pracovníků. Po analýze a vyhodnocení bylo zjištěno, že většinu překročení kapacit lze vyřešit navýšením počtu pracovníků a navýšením směnnosti. Významnější problémy se vyskytly u střediska 20 – Karusel B a střediska 26 - Horizontka, kde je možnost převést část práce na podobný stroj – ze střediska 20 – Karusel B na středisko 21 – Karusel C a ze střediska 26 - Horizontka na středisko 25 – CNC centra. Poté nebude nutné pořizovat z kapacitních důvodů další stroje. Celkový počet pracovníků se zvýší z 240 na 271.

7 ANALÝZA MATERIÁLOVÝCH TOKŮ VE VÝROBĚ

Další stěžejní částí diplomové práce je analýza materiálových toků ve výrobě. Tato kapitola navazuje na předchozí část kapacitních výpočtů. Zabývá se zakreslením materiálových toků do výkresu výrobní haly a jejich následnou analýzou, která se snaží případnou změnou uspořádání výroby o jejich zkrácení. Veškeré zde popsané analýzy vycházejí z analýzy technologických kusovníků a výrobních postupů, výkresu současného stavu uspořádání výroby a pozorování ve výrobním systému.

7.1 Analýza současných materiálových toků

Při pozorování výrobního procesu jako celku z hlediska jeho dynamiky v prostoru, je jeho základním projevem pohyb. Odmyslíme-li si pohyby při vlastních technologických operacích, zůstane nám neméně důležitá a obvykle větší část pohybu netechnologického. Tento pohyb nazýváme materiálový tok, který probíhá v prostoru a času. Parametry určující materiálový tok jsou počátek, konec, směr, intenzita a frekvence. Jeho charakter a délka jsou určeny prostorovým uspořádáním. Pomocí těchto parametrů lze materiálové toky měřit, hodnotit a optimalizovat. [15]

Zásady pro vhodný materiálový tok:

- přímé a nejkratší dopravní cesty bez zbytečného křížení a zbytečných pohybů,
- vyloučení zbytečných manipulací,
- rytmičnost, nepřetržitost a plynulost materiálových toků,
- vytvoření vhodných pracovních podmínek.

Jednotky objemu materiálového toku jsou nejčastěji uváděny v:

- $t \cdot m$ – tunometry vyjadřují přepravní výkon, kde základní jednotkou je hmotnost přepravované jednotky,
- $ks \cdot m$ – kusometry vyjadřující přepravní výkon, kde základní jednotkou je počet kusů,
- $paleta \cdot m$ – paletometry vyjadřující přepravní výkon, kde základní jednotkou je počet přepravovaných palet,
- $MJ \cdot m$ – manipulační jednotka – v této práci jsou používány různé druhy MJ, proto je používáno obecné označení manipulační jednotka [15]

Pro analýzu materiálových toků bylo nejprve zapotřebí identifikovat počátky a konce jednotlivých MT. K tomuto účelu bylo využito již dříve zpracovaných dat pracovních postupů. Dále bylo nezbytné sledovat souběžné materiálové toky pro všechny vybrané představitele. Ve skutečnosti nastávají situace, kdy je pro stejný začátek a konec materiálového toku manipulováno s díly pro několik představitelů. Pak je nutné hodnoty jednotlivých toků sloučit. Materiálový tok je definován intenzitou. Pro hodnocení intenzity jednotlivých materiálových toků bylo vycházeno z předpokládaného objemu produkce v následujících letech, z množství daného dílu v celkové sestavě a z velikosti přepravované dávky. Dále byly do souhrnné tabulky pro analýzu materiálových toků, jejíž ukázka je níže (viz. Tabulka 7-1), zaznamenávány následující informace:

- výchozí pracoviště,
- koncové pracoviště,
- druh manipulace – použity následující druhy:
 - VZV – manipulace vysokozdvížným vozíkem, paletovým ručním vozíkem, atd.,
 - Koleje – manipulace pomocí jeřábu a kolejových vozíků,
 - Jeřáb – manipulace pouze portálovým jeřábem,

- označení představitele výrobku,
- druh manipulační jednotky – použity následující druhy:
 - B-bedna,
 - D-dávka,
 - R-přípravek na rotory,
 - SA-sada,
 - SM-samostatně,
- počet kusů v sestavě,
- manipulační vzdálenost.

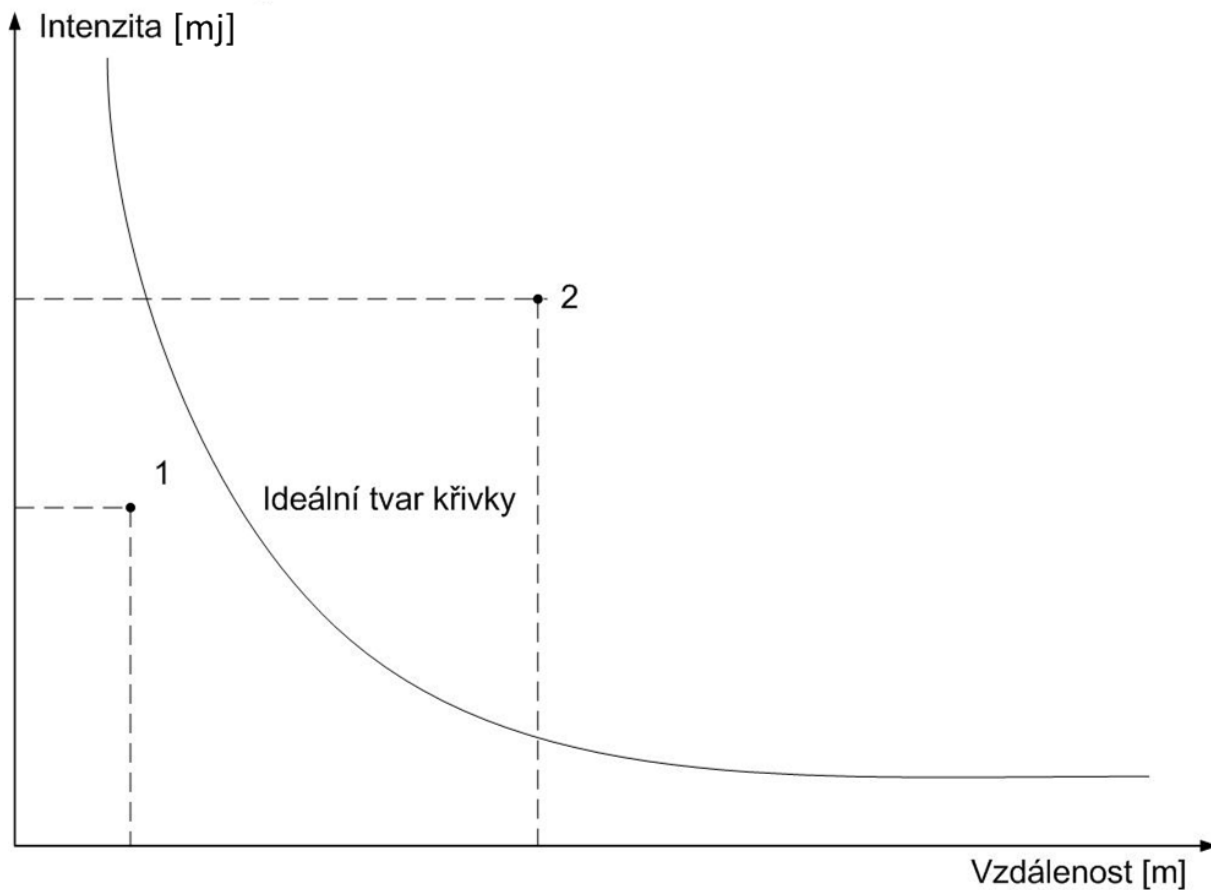
V tabulce materiálových toků je na základě plánovaného objemu produkce pro roky 2011-2015 a výrobní dávky vypočítána intenzita přepravy pro všechny roky ze sledovaného období. Intenzita přepravy je následně sumarizována pro všechny představitele na daném materiálovém toku a po vynásobení manipulačních vzdáleností tabulka obsahuje také celkový přepravní výkon pro daný materiálový tok.

Celá tabulka s názvem „*materialove_toky_Kostelny.xlsx*“ je součástí elektronické přílohy diplomové práce.

Vychodí pracoviště	Koncové pracoviště	Manipulace	Představitel	Manipulační jednotka	Kusů	Vzdálenost [m]	2011						
							Objem	Dávka	Intenzita[ks/rok]	ΣIntenzita[ks/rok]	Přepravní výkon[mj * m]	Plocha přepravy[m ²]	ΣPlocha přepravy[m ²]
Pracoviste01	Pracoviste09	VZV	Výrobek D	SA	2	176,45	20	6	20	140	24703	19,2	134,4
			Výrobek D	SA	1		20	6	20			19,2	
			Výrobek D	SA	2		20	6	20			19,2	
			Výrobek D	SA	4		20	6	20			19,2	
			Výrobek D	SA	2		20	6	20			19,2	
			Výrobek D	SA	2		20	6	20			19,2	
			Výrobek D	SA	2		20	6	20			19,2	
Pracoviste01	Pr11-11001	VZV	Výrobek C	SA	1	149,61	432	12	432	6122	915912,42	414,72	5877,12
			Výrobek C	SA	1		432	12	432			414,72	
			Výrobek C	SA	2		432	12	432			414,72	
			Výrobek C	SA	1		432	12	432			414,72	
			Výrobek C	SA	1		432	12	432			414,72	
			Výrobek I	SA	10		54	11	54			51,84	
			Výrobek B	SA	1		163	4	163			156,48	
			Výrobek K	SA	18		20	4	20			19,2	
			Výrobek K	SA	1		20	4	20			19,2	
			Výrobek K	SA	2		20	4	20			19,2	
			Výrobek G	SA	18		414	10	414			397,44	
			Výrobek G	SA	5		414	10	414			397,44	
			Výrobek J	SA	20		110	4	110			105,6	
			Výrobek J	SA	1		110	4	110			105,6	
			Výrobek J	SA	5		110	4	110			105,6	
			Výrobek CM	SA	1		321	8	321			308,16	
			Výrobek CM	SA	2		321	8	321			308,16	
			Výrobek CM	SA	1		321	8	321			308,16	
			Výrobek CM	SA	1		321	8	321			308,16	
			Výrobek F	SA	1		76	11	76			72,96	
			Výrobek G	SA	54		414	10	414			397,44	
			Výrobek C	SA	1		432	12	432			414,72	
			Výrobek CM	SA	1		321	8	321			308,16	

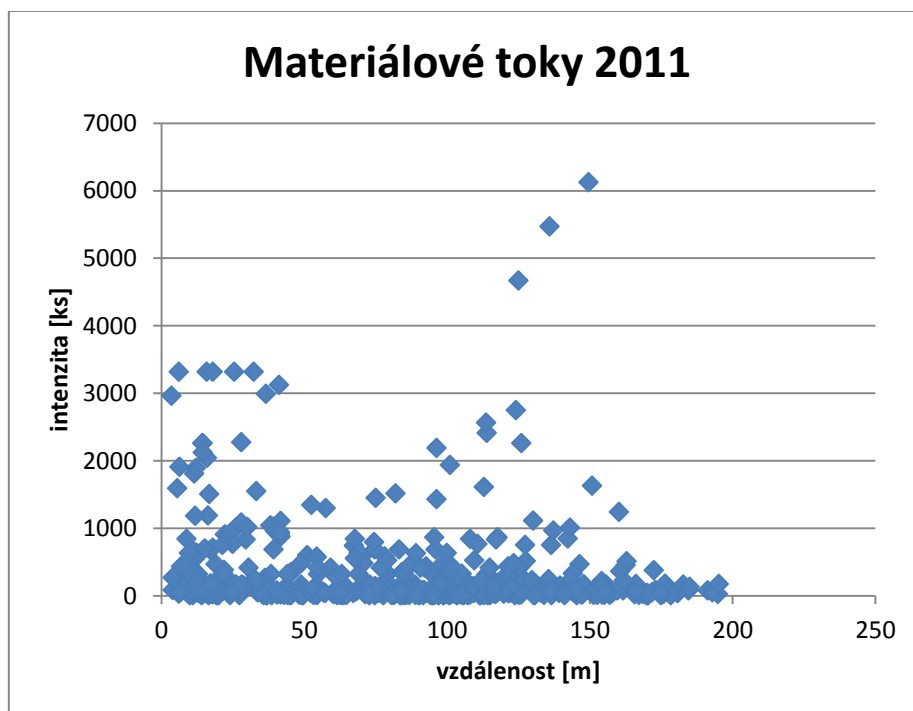
Tabulka 7-1 Ukázka z tabulky pro analýzu materiálových toků

Pro vyhodnocení materiálových toků je nejvhodnější grafické znázornění pomocí I-D diagramu. V I-D diagramu (diagram závislosti vzdálenosti a intenzity toku) se na vodorovnou osu vynášejí vzdálenost navazujících pracovišť, na svislou osu pak intenzita toku. Každý pohyb materiálu má určitou vzdálenost a intenzitu, může být tedy v diagramu znázorněn bodem (viz. Obrázek 7-1) a lze určit, zda jsou materiálové toky navrženy optimálně. Pokud je materiálový tok s nízkou hodnotou intenzity přepravován na krátkou vzdálenost (viz. Obrázek 7-1, bod 1) a naopak pokud je materiálový tok s vysokou intenzitou přepravován na dlouhou vzdálenost, jsou materiálové toky příliš vysoké. Řešení je přiblížení bodů k ideálnímu tvaru křivky. Ideálnímu tvaru diagramu se přiblížíme pomocí přeplánování prostorového uspořádání, kdy pracoviště, mezi kterými probíhá vysoká intenzita přeprav, přiblížíme k sobě, a naopak pracoviště s nízkou intenzitou přeprav postavíme na větší vzdálenost od sebe.



Obrázek 7-1 I-D diagram

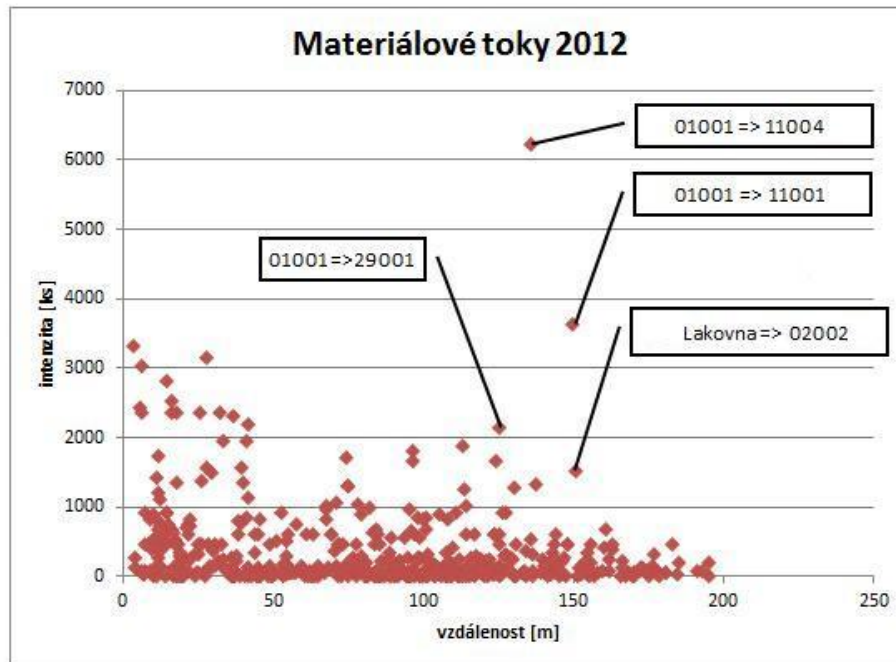
Na následujícím grafu (viz. Obrázek 7-2) je zobrazen I-D diagram s materiálovými toky ve výrobním systému v roce 2011.



Obrázek 7-2 I-D diagram pro rok 2011

7.2 Prověření možnosti změny rozmístění strojů

Na obrázku (viz. Obrázek 7-3) je zobrazen I-D diagram pro rok 2012. I-D diagramy roku 2011 a 2012 mají podobný tvar, proto bude probíhat optimalizace I-D diagramu pro rok 2012. Jsou na něm znázorněny všechny materiálové toky představitelů výrobků ve výrobě. Nejprve je nutné identifikovat toky s největší intenzitou, přepravované na velkou vzdálenost mezi pracovišti. Tyto materiálové toky mají největší potenciál na úsporu manipulace.

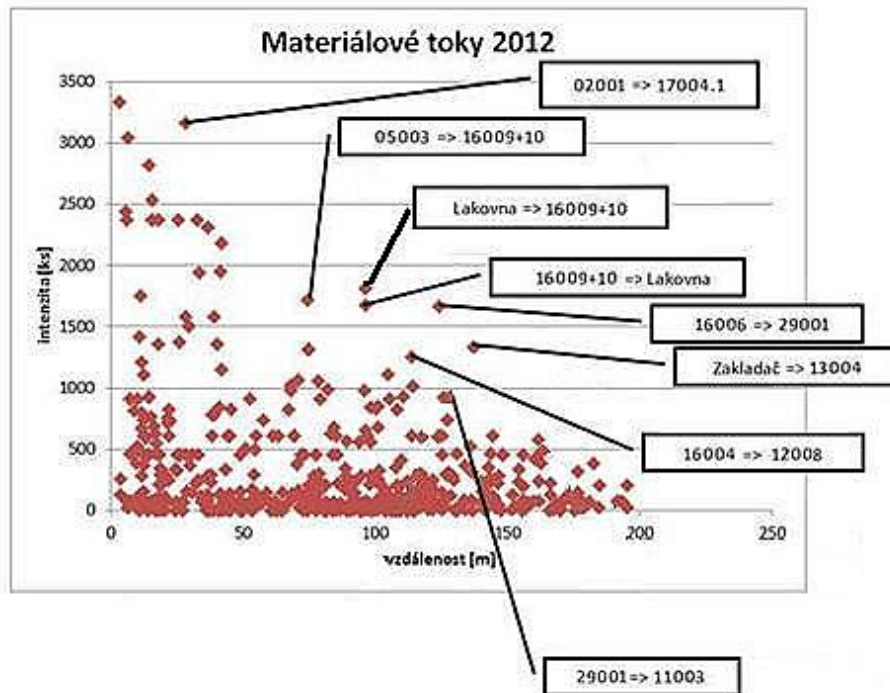


Obrázek 7-3 I-D diagram pro rok 2012

Na základě vyhodnocení I-D diagramu byly identifikovány následující materiálové toky:

- **01001 => 11004:** Přesun pracoviště 01001 (Sklad) není vhodný z technologických důvodů. Pracoviště 11004 (Navijárna) by bylo možné přesunout blíže k hlavní uličce, místo současné plochy určené ke skladování rozpracovaných dílů.
- **01001 => 11001:** Přesun pracoviště 01001 (Sklad) není vhodný z technologických důvodů. Pracoviště 11001 (Navijárna) z důvodu návaznosti technologií není vhodné přesouvat.
- **01001 => 29001:** Přesun pracoviště 01001 (Sklad) z technologických důvodů není vhodný. Pracoviště 29001 (cívárna ruční) není vhodné přesouvat, protože na tomto pracovišti je kladen vyšší důraz na čistotu pracoviště a teplotu používaného materiálu, proto by byl přesun technologicky náročný.
- **Lakovna => 02002:** Pracoviště lakovna je umístěno na strategickém místě vzhledem k tomu, že přes toto pracoviště projde většina výrobků, proto nedoporučuji toto pracoviště přesouvat. Vzhledem k výhodné poloze vůči ostatním pracovištím a povahou samotného pracoviště není vhodné hýbat ani s pracovištěm 02002 (Mezioperační kontrola).

Předchozí „problémové“ materiálové toky byly analyzovány a okomentovány možnosti změny umístění příslušných pracovišť, které by vedly ke zkrácení vzdáleností mezi pracovišti. U přeprav z pracoviště 01001 (Sklad) jsou jednotlivé manipulace sdružovány z důvodu vyššího využití MJ, skutečná intenzita přepravy je tedy ve skutečnosti nižší. Pro další optimalizaci bylo nutné tyto již identifikované toky vyselektovat, aby nedocházelo ke zkreslování I-D diagramu. Výsledkem je pak diagram na následujícím obrázku (viz. Obrázek 7-4).

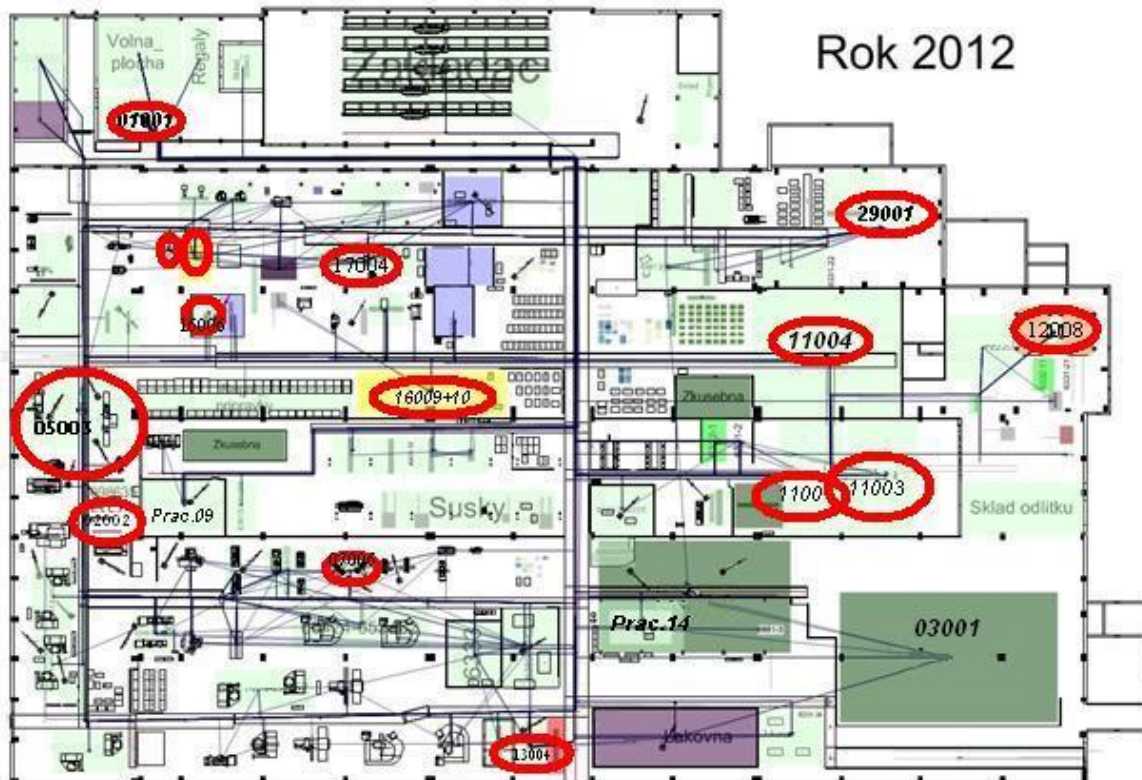


Obrázek 7-4 I-D diagram pro rok 2012 s odstraněnými MT na velkou vzdálenost

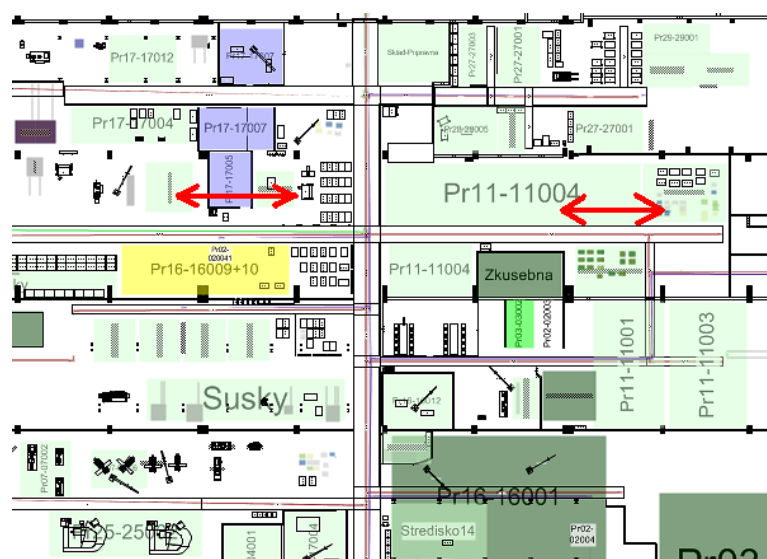
Po selekci již identifikovaných materiálových toků byly v I-D diagramu nalezeny následující materiálové toky, které bylo nutné prověřit:

- **02001 => 17004.1:** Pracoviště 02001 (kontrola) nedoporučuji pro svou výhodnou polohu vůči ostatním MT přesouvat. Pracoviště 17004.1 (skládání) má výhodnou polohu u manipulační uličky – přesun také nedoporučuji.
- **05003 => 16009+10:** Pracoviště 05003 (brusky) nedoporučuji z technologického hlediska přesouvat. Vzhledem k výhodné poloze vůči ostatním pracovištím není vhodné hýbat ani s pracovištěm 16009+10 (montáž).
- **Lakovna => 16009+10:** Polohu pracoviště lakovna nelze z technologických důvodů přesouvat. Vzhledem k poloze ostatních pracovišť není vhodné hýbat ani s pracovištěm 16009+10 (montáž). To stejné platí i pro opačný tok (16009+10 => Lakovna)
- **16006 => 29001:** S pracovištěm 16006 (čištění mědi) nelze z technologických důvodů hýbat, přesun by byl komplikovaný, kvůli povaze pracoviště. Pracoviště 29001 (cívárna ruční) nelze přesouvat. Na tomto pracovišti se klade větší důraz na čistotu prostředí a teplotu používaného materiálu a přesunutí by bylo technologicky náročné.
- **Zakladač => 13004:** Zakladač má vhodnou pozici na vstupu materiálu do výrobního procesu, proto není vhodné ho z ekonomických a technologických důvodů přesouvat. Pracoviště 13004 (čištění) má vzhledem k ostatním technologiím výhodnou pozici, proto také nedoporučuji přesouvat.
- **16004 => 12008:** S pracovištěm 12008 (impregnace) nelze z technologického hlediska hýbat. Pracoviště 16004 (montáž) doporučuji přesunout blíže k hlavní manipulační cestě – centralizovat plochu pro skladování reklamací a tím lépe využít odkládací plochu ve výrobní hale.
- **29001 => 11003:** Pracoviště 29001 (cívárna ruční) nedoporučuji přesouvat. Na tomto pracovišti se klade větší důraz na čistotu prostředí a teplotu používaného materiálu. Přesunutí by bylo technologicky náročné. Pracoviště 11003 (navijárna) má výhodnou pozici vůči technologicky navazujícím pracovištím, proto nedoporučuji přesouvat.

Pracoviště, kterých se tzv. „problémové“ materiálové toky týkají, jsou barevně označeny na následujícím obrázku (viz. Obrázek 7-5). Po následné úpravě layoutu dle předchozích doporučení se sníží objem přepravního výkonu v roce 2012 z hodnoty 12639154,93 [MJ * m] na 12567387,99 [MJ * m], což je snížení o 0,57 % z celkového objemu přepravních výkonů. Návrh přesunu pracoviště 11004 blíže k manipulační uličce, místo odkládací plochy a pracoviště 16004 také blíže k hlavní manipulační uličce je naznačen ve výřezu změněného layoutu (viz. Obrázek 7-6). V obou případech se jedná o pracoviště, u kterých není přesun složitý. Dojde tak k lepšímu využití výrobní plochy a snížení objemu přepravního výkonu.



Obrázek 7-5 Označená pracoviště problémových MT



Obrázek 7-6 Zvýraznění návrhu přesunu pracovišť

Shrnutí: Obecně lze konstatovat, že většina strojů (pracovišť) je umístěna vhodně nebo je komplikované tato pracoviště z technologických, nebo technických důvodu přemístit. Současné prostorové uspořádání výrobního systému je vyhovující. Změnou umístění výše jmenovaných pracovišť by došlo ke snížení ročního přepravního výkonu o 0,57 %. Ekonomický úsek musí vyčíslit, kolik by zmíněné přesuny pracovišť stály finančních prostředků a jestli změny rozmístění přinesou dostatečnou úsporu s ohledem na případné investice.

8 ZÁVĚR

Tato práce se v úvodní části zabývá obecnou charakteristikou výrobního systému a dělením výrobních systémů podle různých kritérií. Dále popisuje layouty a možná uspořádání výroby podle typu a množství vyráběných výrobků. S tím souvisejí vzorce pro kapacitní výpočty pracovišť a pracovníků – výpočet efektivního časového fondu a kapacitního vytížení.

Praktická část diplomové práce se zabývá aplikací kapacitních výpočtů na výrobní podnik, který se zabývá výrobou elektromotorů a dalších komponent pro pohony kolejových a nekolejových vozidel. Nejprve je provedena analýza současného stavu a analýza výrobních dat. V první fázi bylo nutné nakreslit model současného rozmístění výroby ve výrobní hale pomocí software visTable. Poté následují kapacitní výpočty pracovišť a pracovníků a na základě vyhodnocení výpočtů jsou doporučena opatření, která povedou k pokrytí plánovaného nárůstu objemu výroby, zejména v roce 2012. Výpočty bylo zjištěno, že plánovaný nárůst objemu výroby lze pokrýt nárůstem směnnosti některých pracovišť a není nutné nakupovat nové stroje. Dále byla provedena související analýza hmotných toků ve výrobě, na jejímž základě vyplynuly doporučení změny přemístění 2 pracovišť blíže k manipulační uličce, díky kterému se sníží objem přepravního výkonu v roce 2012 z hodnoty 12639154,93 [MJ * m] na 12567387,99 [MJ * m], což je snížení o 0,57 % z celkového objemu ročních přepravních výkonů. Rozmístění strojů ve výrobě je výhodné a případné změny přinesou pouze malé úspory přepravních výkonů.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] <http://e-api.cz/page/67818.vyrobni-system-efektivni-vyroba/>, 16.11.2011
- [2] Vykypěl, O., Přednášky předmětu PE
- [3] Leeder, E., Černý, Z., Kašpírek, J.: *Multidisciplinární navrhování a modelování virtuálního výrobního systému*, ZČU v Plzni, Plzeň, 2007
- [4] Tomek, G., Vávrová, V.: *Řízení výroby*, Grada Publishing, Praha, 2000, ISBN 80-7169-955-1
- [5] Němec, J.: *Projektování manipulace s materiálem*, Plzeň: ZČU, 1998
- [6] Trachta, O.: *Možné metody posouzení efektivity výrobních prostor průmyslového závodu*, ZČU – KPV, 2003
- [7] Horváth, G., Přednášky předmětu MRV
- [8] <http://lorenc.info/3MA112/rozmisteni-pracovist.htm>, 20.11.2011
- [9] Kavan, M.: *Výrobní a provozní management*, Grada Publishing, Praha, 2002, ISBN 80-247-0199-5
- [10] Gregor, M., Mičieta B., Bubeník P., *Plánovanie výroby*, Žilinská univerzita v Žilině, Žilina, 2005, ISBN 80-8070-427-9
- [11] Šimon, M., Přednášky předmětu PI
- [12] [http://www.demagcranes.cz/Produkte/Produktgruppen/Krane/Eintraeger-Laufkrane_mit_Walzprofil_\(ELKE\)/index.jsp](http://www.demagcranes.cz/Produkte/Produktgruppen/Krane/Eintraeger-Laufkrane_mit_Walzprofil_(ELKE)/index.jsp), 5.12.2011
- [13] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Europaleta>, 5.12.2011
- [14] Chromjaková F, Rajnoha R., *Řízení a organizace výrobních procesů*, GEORG Žilina, 2011
- [15] Šrajter, V.: *Racionalizace materiálových toků v podniku HP Pelzer Žatec k.s.*, ZČU – KPV, 2008

Seznam příloh

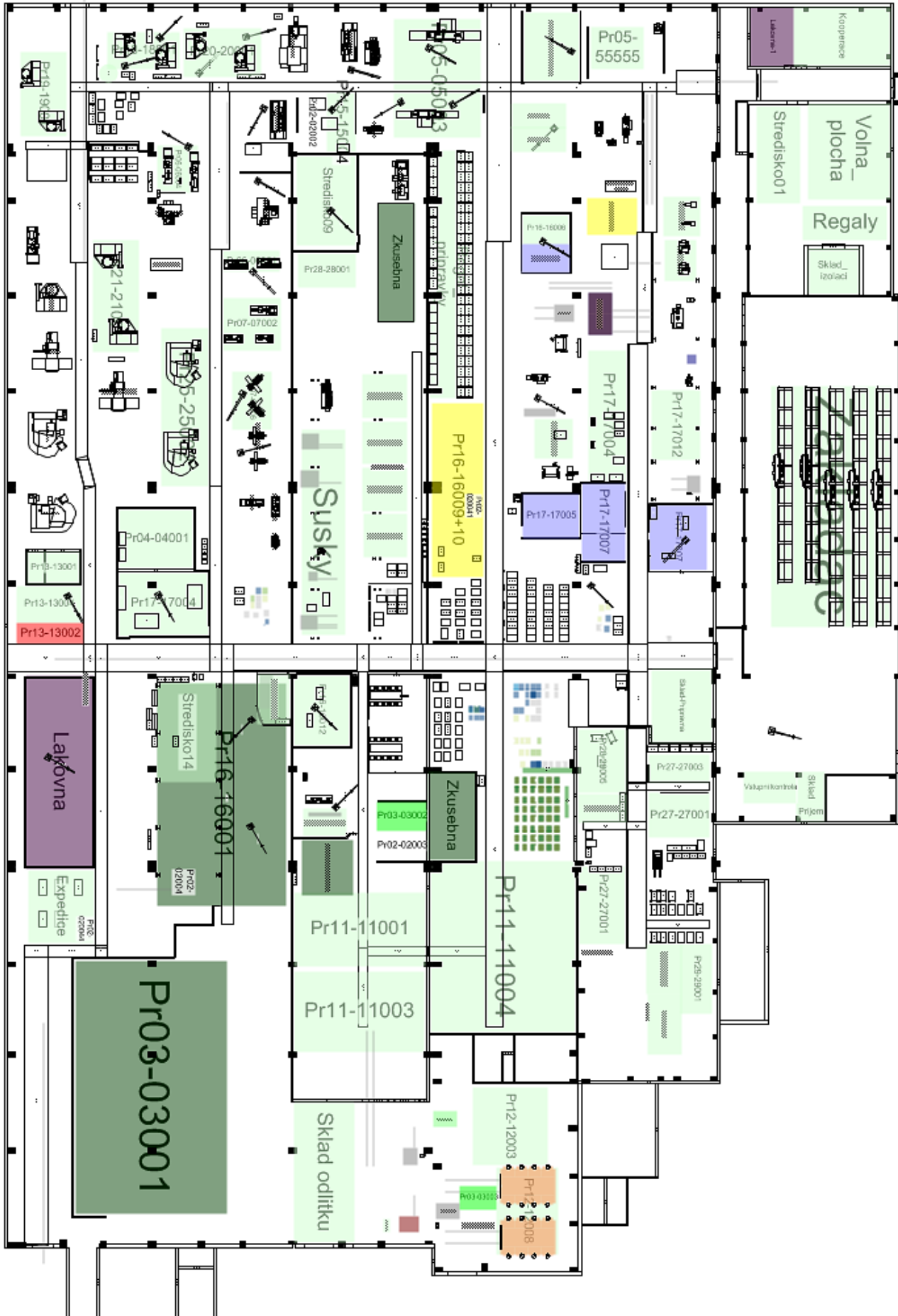
Příloha č.1 2D pohled na výrobní halu, současný stav

Příloha č.2 Materiálové toky v roce 2012, stav po úpravě layoutu

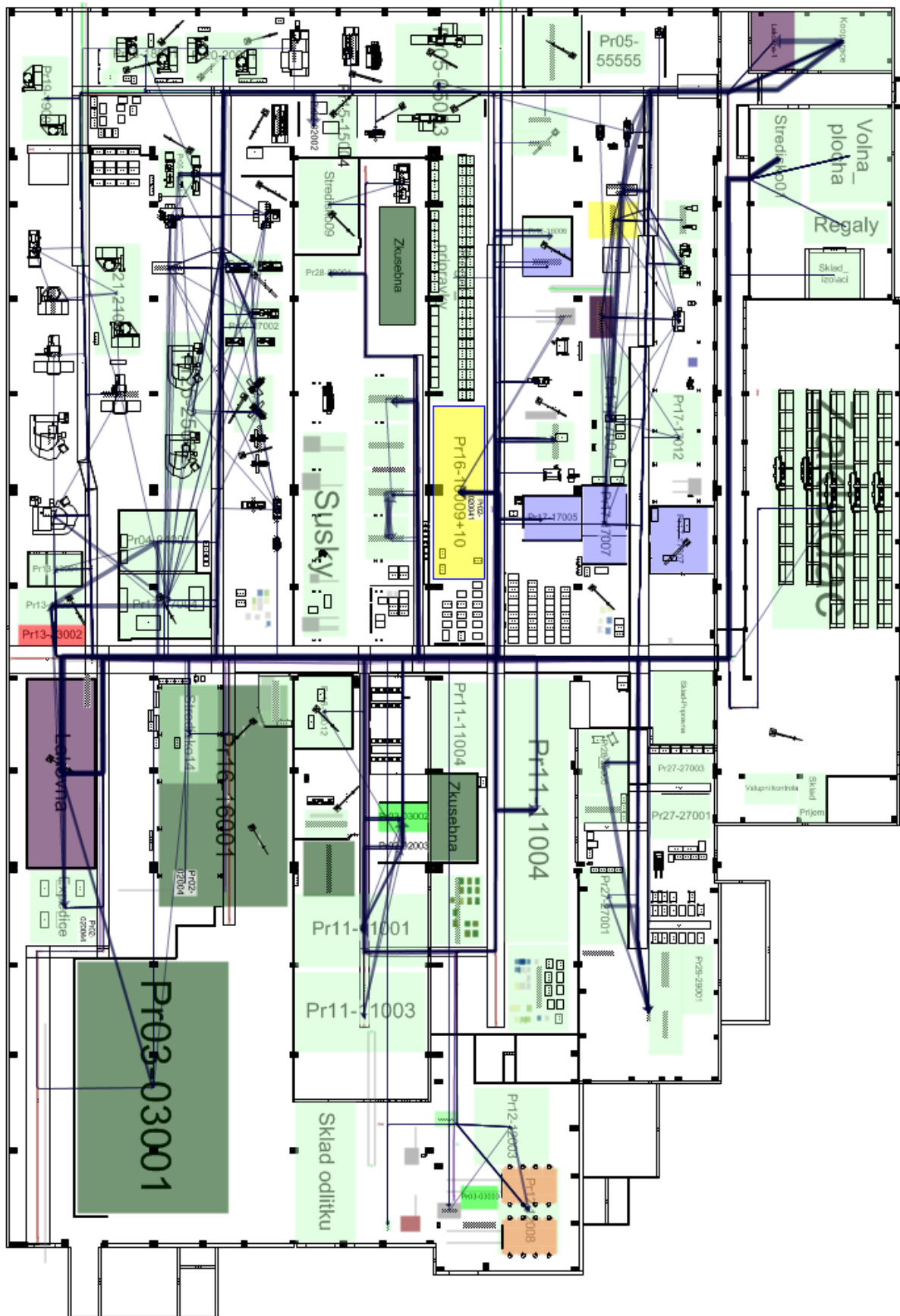
Obsah přiloženého CD

- Elektronická podoba práce: DP-Kostelny.docx
- Elektronická podoba práce: DP-Kostelny.pdf
- Kapacitni_vypocty_Kostelny.xlsx
- Materialove_toky_Kostelny.xlsx

Příloha č.1 2D pohled na výrobní halu, současný stav



Příloha č. 2 Materiálové toky v roce 2012, stav po úpravě layoutu



Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje diplomová práce byla půjčována k prezenčnímu studiu v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/katedra	Datum	Podpis