

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Projekt restrukturalizace malosériové
výroby**

Project of Small-Scale Production
Restructuring

Student:

Bc. Martina Kalová

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martina Kalová**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Téma: **Projekt restrukturalizace malosériové výroby**
Project of Small-Scale Production Restructuring
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současných technologických procesů
2. Návrh a uspořádání pracoviště včetně dispozičního řešení
3. Kalkulace nákladů na realizaci, přínosy navržených změn
4. Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého projektu

Seznam doporučené odborné literatury:

- LHOTSKY, O. *Organizace a normování práce v podniku*. Vyd.1. Praha: ASPI, 2005, 104s. ISBN 80-7357-095-5.
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby*. Vyd.1. Ostrava: VŠB-TUO, 2012, 223s. ISBN 978-80-248-2775-9.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 247 s. ISBN 80-902235-0-8.

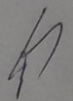
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

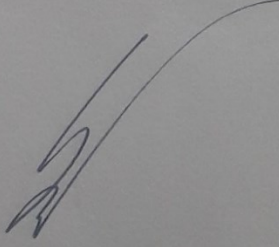
Konzultant diplomové práce: Lubomír Zahradník

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

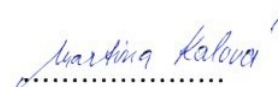



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21května 2018



Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude v elektronické formě uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.května 2018



Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Martina Kalová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Ochozská 14, Brno

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KALOVÁ, M. Projekt restrukturalizace malosériové výroby *Diplomová práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2018, 69 s. Vedoucí práce: Hrubý, J.

Diplomová práce se zabývá návrhem nového dispozičního řešení výrobní haly malosériové výroby.

V první části této práce jsou stručně popsány technologie projektování výrobních hal. V druhé části se zaměřuji na analýzu firmy ZAKOVO s.r.o.. Zde je shrnuto její nynější působení na trhu. V další části této diplomové práce se zabývám samotnými návrhy nových řešení výrobní haly. A v konečném výsledku je posuzuji mnou navrženou restrukturalizací výroby.

Klíčová slova: restrukturalizace, malosériová výroba, výrobní hala, kapacitní propočty, návrh haly, rozmístění strojů,

ANNOTATION OF MASTER THESIS

KALOVÁ, M. Projekt of small-scale production restructuring *Master thesis*. Ostrava: Department of Mechanical Technology, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical Univesity of Ostrava, 2018, 69p. Thesis head: Hrubý, J.

The aim of this master thesis is design of new disposition solution of shop floor for small batch production.

First part of the thesis contains brief description of shop floor projection technologies. In the second part I focus on analysis of ZAKOVO s.r.o. company and its present position on the market. Particular designs of the shop floor dispositions are proposed in the main part of this work. Final selected solution is further developed and assessed in the conclusion.

Key words: restructuring, low batch production, shop floor, capacitive calculation, shop floor desing, machine layout.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Technologické projektování.....	12
1.1 Druh výroby.....	12
1.2 Obecný postup při sestavování návrhu.....	12
1.3 Analýza současného stavu.....	13
1.4 Zásady uspořádání strojů.....	14
1.5 Možnosti uspořádání strojů a pracovišť.....	16
1.6 Metody sestavování návrhů.....	20
1.7 Skladové hospodářství.....	21
1.8 Kapacitní propočty.....	22
1.9 Základy ergonomie.....	30
2 Analýza současného stavu firmy.....	33
2.1 Představení společnosti.....	33
2.2 Analýza tržních možností firmy.....	33
2.3 Stávající výrobní prostory a zařízení.....	36
2.4 Zástupci výrobků.....	37
2.5 Analýza problémů.....	38
3 Kapacitní propočty.....	39
3.1 Výrobní technologie.....	42
4 Návrh a uspořádání včetně dispozičního řešení.....	42
4.1 Návrh uspořádání pracoviště.....	42
4.2 Řešený objekt.....	44
4.3 Rozmístění pracovišť.....	45
4.4 Návrh řešení dopravy.....	46
5 Ekonomické hodnocení a přínos realizace.....	53
5.1 Přínosy realizace.....	53

5.2	Roční výroba v účelových jednotkách a plochy	53
5.3	Kalkulace nákladů na realizaci	56
	Závěr.....	61
	Použitá literatura	62
	Poděkování	64
	Seznam obrázků a tabulek.....	65
	Seznam příloh.....	66
	Přílohy	67

Seznam zkratek

Značka	Veličina	Jednotka
D	Počet pracovních dnů	[dny/rok]
D _P	Počet pomocných dělníků	[dělník]
D _{POP}	Počet pomocného personálu	[osoba]
D _V	Celkový počet výrobních dělníků	[dělník]
D _{VR}	Celkový počet dělníků pro ruční pracoviště	[dělník]
D _{VS}	Celkový počet dělníků pro strojní pracoviště	[dělník]
D _{eP}	Evidenční počet pomocných dělníků	[dělník]
D _{ePOP}	Evidenční počet pomocného personálu	[osoba]
D _{eV}	Celkový evidenční počet výrobních dělníků	[dělník]
D _{eVC}	Celkový evidenční počet dělníků	[dělník]
D _{eVS}	Celkový evidenční počet dělníků pro strojní pracoviště	[dělník]
Ed	Efektivní časový fond dělníka	[hod/rok]
Er	Roční fond ručního pracoviště v jedné směně	[hod/rok]
Es	Roční fond strojního pracoviště v jedné směně	[hod/rok]
F _L	Celková plocha útvaru	[m ²]
F _S	Plocha pro všechna strojní pracoviště	[m ²]
F _V	Celková výrobní plocha	[m ²]
F _P	Pomocná plocha	[m ²]
F _{pdC}	Plocha dopravních cest	[m ²]
F _{pdcc}	Plocha dopravních cest - méně přesná	[m ²]
F _{phn}	Plocha pro hospodaření s nářadím	[m ²]
F _{phnn}	Plocha pro hospodaření s nářadím - méně přesná	[m ²]
F _{pk}	Kontrolní plocha	[m ²]
F _{pkk}	Kontrolní plocha- méně přesná	[m ²]
F _{pms}	Plocha meziskladu	[m ²]
F _{pr}	Celková provozní plocha	[m ²]
F _{pskl}	Plocha skladů	[m ²]
F _{pú}	Plocha údržby	[m ²]
F _{pvs}	Plocha vstupního skladu	[m ²]
F _{pvys}	Plocha výstupního skladu	[m ²]
F _{spr}	Správní plocha	[m ²]
F _{šat}	Plocha šaten	[m ²]

F_{um}	Plocha umýváren	[m ²]
$F_{útv}$	Celková plocha útvaru	[m ²]
ITA	Počet ITA pracovníků (Administrativa, konstruktéři, technologové)	[osoba]
ITAA	Celkový počet administrativních pracovníků	[osoba]
ITAK	Celkový počet konstruktérů	[osoba]
ITAO	Celkový počet pracovníků operativního řízení	[osoba]
L_{hp}	Přibližná délka haly	[mm]
N	Výrobní kapacita	[ks/rok]
P_C	Celkový počet pracovníků útvaru	[osoba]
P_D	Instalovaný příkon na výrobního dělníka jedné směny	[kW]
P_{SK}	Celkový počet strojů	[ks]
P_s	Celkový počet strojů	[ks]
P_{thi}	Teoretický počet strojů nebo ručních pracovišť potřebný v i-té operaci	[ks]
Q_{DV}	Počet vyrobených kusů na výrobního dělníka	[ks/dělník]
Q_{FVS}	Počet vyrobených kusů na výrobní plochu v jedné směně	[ks/m ²]
S_s	Směnnost strojních pracovišť	[-]
T	Doba uložení výrobku v skladu	[den]
Y_{DVS}	Výrobní plocha na jednoho výrobního dělníka v jedné směně	[m ² /dělník]
Y_S	Výrobní plocha na jeden stroj základní výroby	[m ² /stroj]
b_0	Šířka kvádrů pro výpočet palet	[mm]
h_0	Výška kvádrů pro výpočet palet	[mm]
l	Délka hotové součásti	[mm]
l_0	Délka kvádrů pro výpočet palet	[mm]
mč	Čistá hmotnost součásti	[kg]
m_H	Hrubá hmotnost součásti	[kg]
m_0	Hmotnost polotovaru	[mm]
n_{PV}	Počet palet v provozu	[Paleta]
n_{SMS}	Počet palet v skladu a meziskladu	[Paleta]
n_{ksm}	Počet kusů na směnu	[ks]
n_{pC}	Celkový počet palet	[Paleta]
n_{pos}	Počet palet na operaci a směnu	[Paleta]
n_{pro}	Počet mezioperačních přeprav	[-]
n_{sm}	Minimální počet přeprav za směnu	[přeprava]
n_{vv}	Skutečný potřebný počet vysokozdvizných vozíků	[ks]
pč	Přídavek na obrábění čela	[mm]
q	Dovolené zatížení podlahy v meziskladu	[Pa]

t	Doba uložení výrobku v meziskladu	[den]
t_{1sm}	Čas jedné směny	[min]
$t_{n\&v}$	Čas naložení a vyložení	[min]
t_{pmi}	Minimální čas přeprav na směnu	[min]
v_{voz}	Rychlost vozíku	[km/h]
η_{FP}	Procento pomocné podlahové plochy z provozní plochy	[%]
η_{FS}	Procento plochy všech strojních pracovišť z provozní plochy	[%]
η_{FV}	Procento celkové výrobní plochy z provozní plochy	[%]
η_g	Využití výchozího materiálu	[%]
η_{ks}	Procentuální využití všech strojů	[%]
ρ	Hustota oceli	[kg/m ³]

Úvod

Optimalizace výrobních technologií, restrukturalizace a výstavba nových výrobních pracovišť jsou v dnešní době moderních technologií a rychlého vývoje nedílnou součástí firemních priorit, tímto se snaží přizpůsobovat požadavkům trhu.

Společnost ZAKOVO s.r.o. se sídlem v Kovalovicích nedaleko Brna patří svým charakterem mezi malé strojírenské podniky. Převážnou část výrobního programu tvoří kusová výroba součástí s důrazem na vysokou kvalitu. Původní halu přebudovanou z bývalého JZD se firma rozhodla nahradit halou novou, za účelem snížení nákladů na údržbu, zvýšení bezpečnosti a zlepšení pracovního prostředí.

Vzhledem k širokému výrobnímu sortimentu firmy budou v této práci představeni pouze reprezentativní zástupci produktových typů. Počet operací a technologických postupů reprezentativních zástupců bude přepočítán tak, aby odpovídal skutečných hodnotám kompletního výrobního nákladu.

Hlavním cílem diplomové práce je návrh nové výrobní haly, která bude vyhovovat dispozičním řešením tak, aby byly návaznosti technologických postupů co nejvýhodnější. Na závěr této práce bude provedeno ekonomické zhodnocení celé výstavby nové výrobní haly.

1 Technologické projektování

Technologické projektování je důležitou součástí v technické přípravě výroby. Je to soubor rozborových, návrhových, plánovacích a organizačních činností, ve které se uplatňují poznatky z různých vědních disciplín. Vytvořit technologický projekt je záměrem této činnosti. Cílem je zařadit všechny možné faktory a získat tím co nejkompexnější data (organizace, ekonomika, technologie výroby, výrobní faktory, ...). Dokumentace se skládá ze stavebního řešení, dispozičního návrhu rozmístění strojů a zařízení, dále také energie, odsávání, pomocných a obslužných procesů atd. Při projektování je dbáno na to, aby bylo docíleno využití všech zdrojů, a tím zajištěna kompletní hospodárnost celého procesu výroby^{1,2}.

1.1 Druh výroby

Velký vliv na zpracování technologického projektu má druh výroby a výrobek, který je v daném závodě vyráběn. Projekt musí být charakterizován podle dominantního výrobního programu, i když je v jedné firmě vyráběn rozmanitý sortiment. Je nutné používat progresivní technologie dle velikosti výroby, a s tím i související způsob manipulace s materiálem. Důležitou součástí je velký vliv volby strojů, také jejich dispoziční uspořádání a zařízení (např. manipulační prostředky, bedny, aj). Vše musí být zařízeno tak, aby byl zajištěn co nejhospodárnější provoz výroby na základě plynulosti a efektivnosti výroby^{1,3}.

1.2 Obecný postup při sestavování návrhu

Nejčastěji využíváme obměnu a modernizaci stávající výrobní haly při sestavování návrhu. Jen vzácně navrhujeme zcela nový projekt. Nejdůležitějšími faktory k dosažení dobrého technologického projektu je splnění návodu jak postupovat. Postupujeme tzv. cyklickou cestou a dodržení základních pracovních etap jako je diagnostika, sběr informací, analýza, návrh, realizace¹.

1.2.1 Diagnostika

Orientační průzkum neboli prvotní seznámení se s projektem. Jedná-li se o racionalizaci stávajícího subjektu, je třeba prozkoumat, jak funguje nyní, a zjistit stávající nedostatky. Průzkum provádí specialisté nebo zkušení pracovníci, kteří se již pohybují ve zkoumaném provozu, ti znají souvislosti probíhajících jevů a jejich příčin, a díky tomu je dokáží nejlépe vyhodnotit^{1,2}.

1.2.2 Sběr informací

Ten se provádí z důvodu získávání množství údajů pro provedení samotného návrhu technologického projektu. Je to součást technologického projektování, která nesmí být opomenuta. Existují dvě varianty shánění informací. První variantou je získávat informace z evidence výroby. To jsou data, ke kterým je snadný přístup, ale jejich hodnota není úplně optimální. Druhá varianta se získává pozorováním, ta jsou aktuálnější a objektivnější. Také jsou konkrétnější pro dané řešení, bohužel jejich získání není tak jednoduché jako u první varianty^{1,2}.

1.2.3 Analýza

Jakmile získáme podstatné informace, je třeba přistoupit k analýze (rozboru). Je-li provedena dobře, vyplynou z ní možné varianty řešení pro danou problematiku. Jsou to informace pro analýzu materiálového toku, využití strojů a zařízení, stávajícího dispozičního řešení² atd.

1.2.4 Návrh

U návrhu se teprve ukáže, jak je řešitel kreativní a jak dokáže využít své tvůrčí schopnosti, aby projekt, který vymyslí, byl jedinečný, kreativní a osobitý. Je třeba provést několik různých variant návrhu. Také je zapotřebí vymyslet plán náběhu. Ten má vliv na efektivnost celého projektu. Je potřeba propočítat návratnost vynaložených investic, a z toho následně vyplyne ekonomické zhodnocení zpracovaných variant. Následně se z těchto informací vybere nejvhodnější varianta, která se bude realizovat¹.

1.2.5 Realizace

Po zrealizování všech předchozích etap nastává realizace projektu. Měla by proběhnout v co nejkratším čase, z ekonomických důvodů. V průběhu realizace se vyskytnou nedostatky a vady v dokumentaci a při zkušebním provozu se zjistí vady v ekonomickém hodnocení. Po zvládnutí prvotních problémů nastane ostrý provoz a následná kolaudace².

1.3 Analýza současného stavu

Analýza je velmi důležitou součástí technologického projektování, poskytuje zde celkový přehled o podniku, především o výrobě, výrobním programu, kapacitních propočtech, materiálových tocích také o technologických a výrobních vazbách. Pro rozbor současného stavu a pro jeho nové technologické zpracování je nutné zpracovat analýzu^{4,2}.

Metody používané pro analýzu²:

- analýza součástkové základny
- analýza objemu a sortimentu výroby – sériovost a opakovatelnost
- analýza materiálového toku
- optimální velikost výrobní dávky
- blokové schéma
- strategická analýza zahrnující analýzy SOWT, SLEPTE a další ekonomický charakter.

1.4 Zásady uspořádání strojů

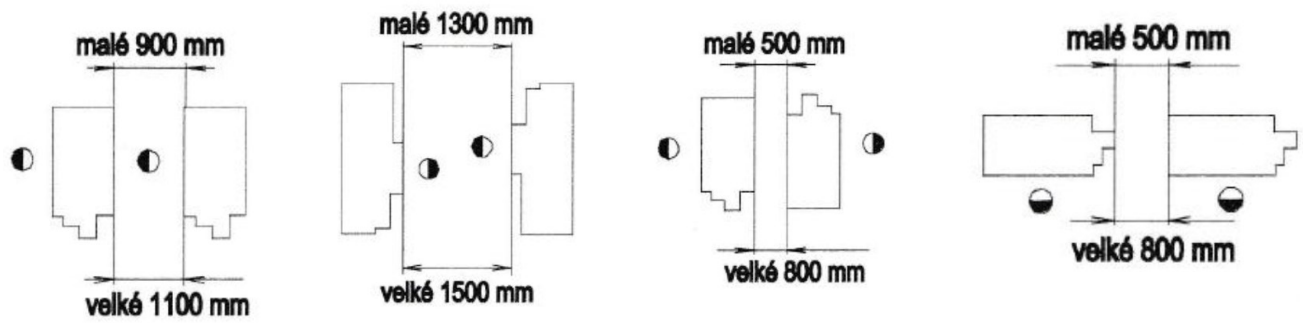
Dispoziční řešení se provádí hned v úvodu projektu, je zde potřeba brát zřetel i na projekční normy a musí vyhovovat i z hlediska prostorového uspořádání. Jednou z těchto norem je norma ČSN 73 5105, která stanovuje bezpečnostní předpisy pro rozmísťování strojů a zařízení. To znamená, že se stanovuje šíře cest, umístění jeřábů, prostor mezi stroji a jiné. Kromě této skutečnosti je třeba pracoviště zabezpečit místem pro uskladnění pomocných zařízení, zpracovaného materiálu a obrobků a též prostor pro její manipulaci. Důležitým faktorem je také místo pro pracovníka a jeho manipulační prostor¹.

Hromadné komunikace, sloužící k přesunu osob i dopravě s jedním jízdním pruhem se dimenzují dle minutové frekvence osob a šířka se zvětšuje o 600 mm na každou stranu kvůli přepravě břemen. Do 100 osob/min je nejmenší šířka 1200 mm, avšak šířka jednoho jízdního pruhu se rovná šířce největšího přepravovaného břemene.

U některých strojů se zvýšeným stanovištěm je zapotřebí plošiny, zvýšením o více jak 500 mm nad podlahu musíme navrhnout zábradlí. Toto zábradlí musí být do výšky 1100 mm a schůdky o šířce 600mm.

Některé zásady z norem jsou znázorněny v následujících obrázcích^{2,5}:

1.4.1 Vzdálenost mezi jednotlivými stroji:



a) za sebou

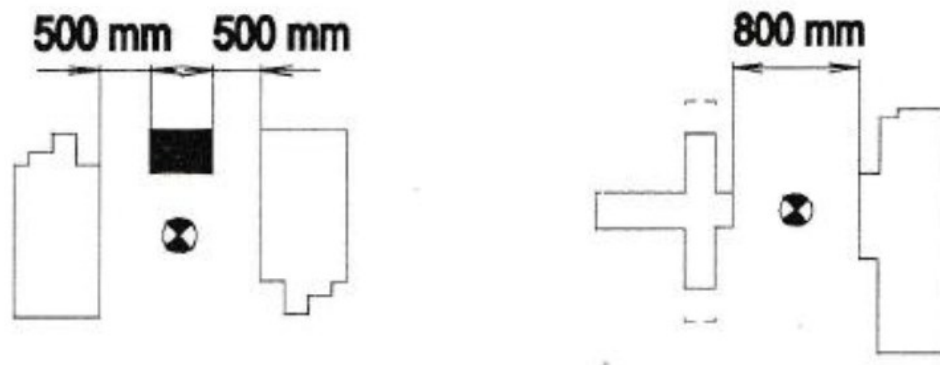
b) čelem k sobě

c) zádními stěnami
k sobě

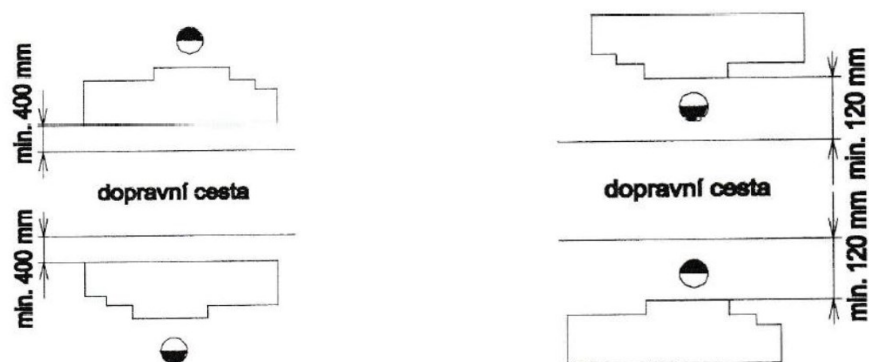
d) bočními stěnami k sobě

Obrázek 1.1 – Vzdálenosti strojů mezi sebou⁶

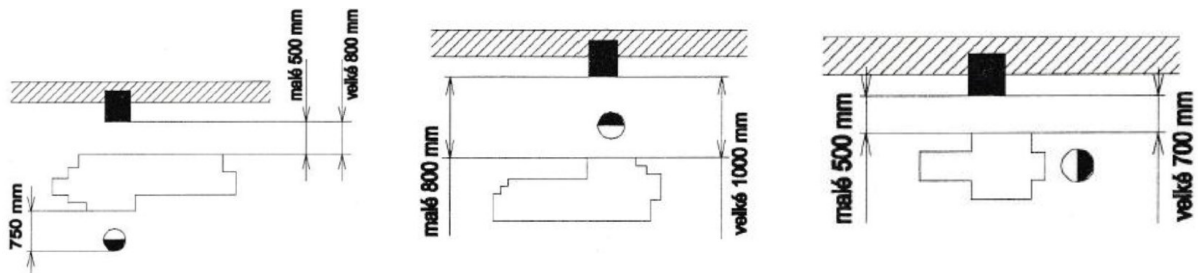
1.4.2 Více strojová obsluha

Obr. 1.2 – Vícestrojová obsluha⁷

1.4.3 Vzdálenost od dopravních cest

Obr. 1.3 – Vzdálenosti strojů od dopravních cest⁷

1.4.4 Vzdálenost od stěn a sloupků



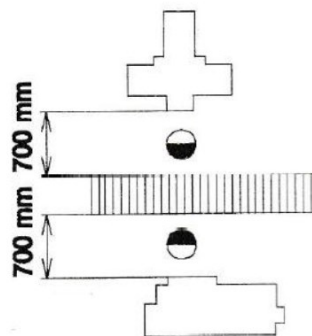
a) Zadní část stroje směřuje ke stroji

b) Mezi strojem a stěnou je pracovník

c) Stroj je bokem ke stěně

Obr. 1.4 – Vzdálenosti strojů od sloupů a stěn⁷

1.4.5 Vzdálenost od dopravníků



Obr. 1.5 – Vzdálenosti strojů od dopravníků⁶

1.5 Možnosti uspořádání strojů a pracovišť

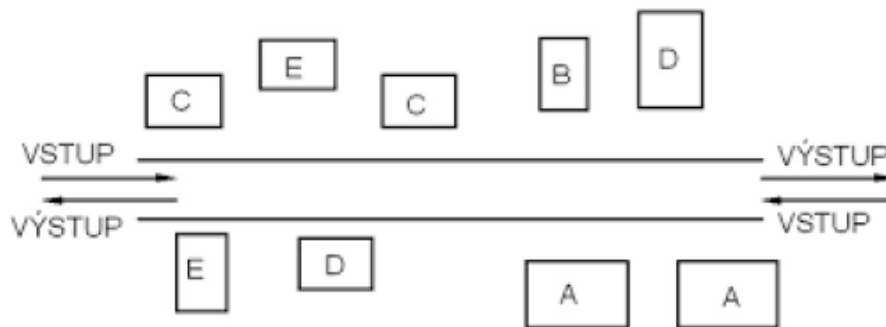
Optimální rozmístění je nejdůležitějším cílem projektanta. Cílem je získat minimální mezioperační dopravy, dodržet bezpečnostní předpisy, minimalizovat potřebu výrobní plochy, nevratnost technologického toku a další^{1,2}.

Základním způsobem uspořádání je²:

- volné
- technologické
- předmětné
- buňkové
- modulární

1.5.1 Volné

Stroje jsou na dílce uspořádány nahodilým způsobem. Tato varianta je vhodná především, když není dopředu znám materiálový tok, návaznost operací a řídicí vztahy. Používá se nejvíce v kusových výrobách. Je zde velký zřetel na ergonomická kritéria².



Obr.1.6. – Volné uspořádání pracovišť⁴

1.5.2 Technologické

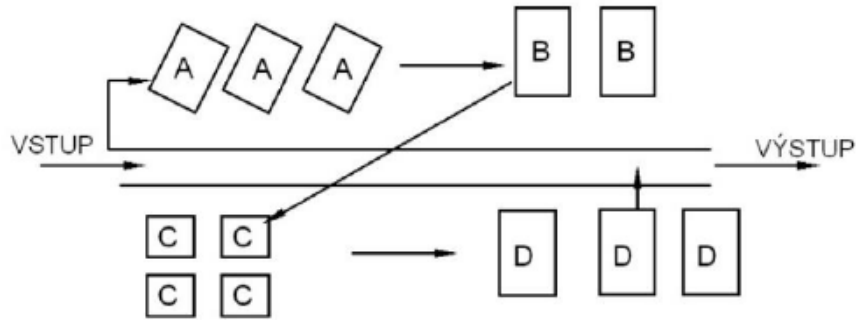
V tomto uspořádání jsou stroje rozmístřovány dle technologické příbuznosti. Provoz je tedy rozčleněn dle určitých úseků, jako lisovna, svařovna, obrobna a další. I tyto úseky obsahují stroje uspořádané ve skupinách. Využívá se, je-li velké množství sortimentu a bývá problematické určit převládající směr materiálového toku. V malosériové nebo v kusové výrobě. Dělníci musí mít větší kvalifikaci a stroje i nářadí musí být univerzální. Setkáme se s touto variantou u obroben nebo u prototypových a údržbářských dílen².

Mezi hlavní výhody tohoto uspořádání patří¹:

- snadné zavedení vícestrojové obsluhy
- ve výrobním programu nezpůsobí narušení výroby
- využití strojů je vyšší, snižená potřeba nástrojového vybavení
- méně náročná údržba.

Mezi nevýhody patří¹:

- komplikovaný a dlouhý tok materiálu
- vyšší náklady na dopravu, prodlužování průběžných dob
- horší využití plochy stroji
- složité plánování
- vyšší nároky na centrální sklad a mezisklad
- vyšší objem oběžných prostředků

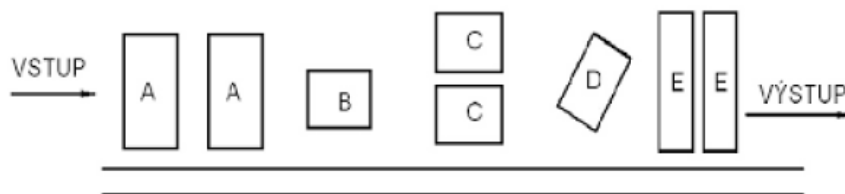
Obr. 1.7 – Technologické uspořádání pracovišť⁴

1.5.3 Předmětné

Toto uspořádání využívá technologických operací, nebo-li technologického postupu, a seřazení technologických operací v něm. Využívá se u provozů s malými sériemi, které se opakují, nebo provozů s vyšší sériovostí. Hlavní devizou předmětného uspořádání je orientace na výrobek. U tohoto uspořádání se může mluvit jako o výrobní lince, vzniká totiž výrobní proud, kdy součástky postupují stejným směrem.

Mezi výhody patří například to, že se zkrátí manipulační cesta i doba výroby, také se sníží náklady na skladování, a největší výhodou je že se zefektivní operativní řízení výroby.

Mezi nevýhody můžeme zařadit to, že změny ve výrobním programu vyvolají značné změny strojního zařízení, rostou náklady na údržbu a výroba je jednoúčelová¹.

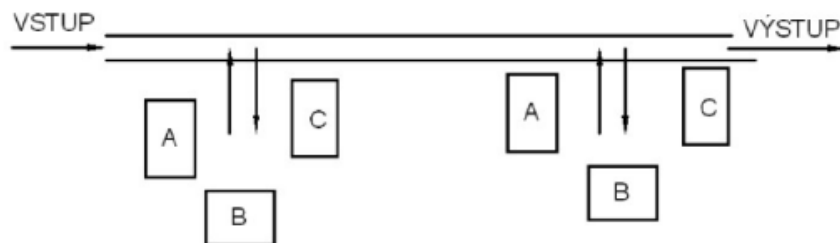
Obr. 1.8 – Předmětné uspořádání pracovišť⁴

1.5.4 Buňkové

Výrobní buňka je tzv. vysoce produktivní stroj s automatizovaným okolím, to může být robot, zásobník, nebo speciální technologické palety či různá další zařízení. Vhodné například pro využití vícesměnného provozu. Pro toto uspořádání bývá nezbytné zavedení interní podnikové standardizace. Využívá se ve větších firmách.

Výhodou může být například velmi vysoká produktivita práce, minimalizovaná a automatizovaná manipulace s materiálem, zkrácení průběžné doby výroby.

Nevýhody jsou vyšší nároky na technologickou přípravu výroby a vyšší ceny zařízení pracoviště¹.



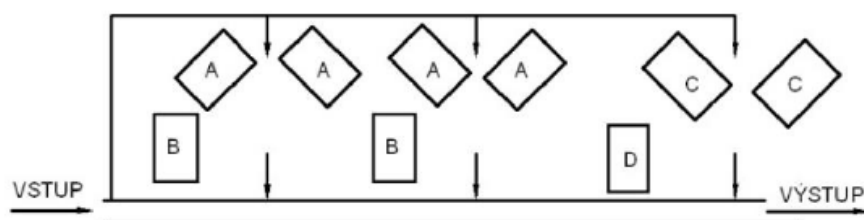
Obr. 1.9 – Buňkové uspořádání pracovišť⁴

1.5.5 Modulární

Seskupení pracovišť do bloků, tzv. modulů, dle technologických charakteristik. Tyto bloky zajišťují více technologických funkcí. Pro vysokou produktivitu je důležité tyto pracoviště zásobovat materiálem, náradím, a výkresovou dokumentací. Doporučuje se pro vícesměnný provoz. Na pracovníky je kladen důraz s vyšší kvalifikací z důvodu zařazení NC a CNC strojů.

Výhodou je vysoká produktivita a zkrácení průběžné doby výroby, také efektivnější řízení výroby a zkrácení manipulačních drah.

Mezi nevýhody například patří vyšší nároky na technologickou přípravu výroby a vysoká cena strojů a zařízení¹.



Obr. 1.10 – Modulární uspořádání pracovišť⁴

1.6 Metody sestavování návrhů

Dříve se při vytváření návrhů využívalo vlastních zkušeností a intuice projektanta. Tak vznikaly návrhy neobjektivní a ovlivněné subjektivními úvahami projektantů a byly zaměřeny na menší počet pracovišť. Dnešní metody mají také nedostatky, neboť omezují podmínky a předdefinovaná kritéria. Byla sestavena řada metod, které mohou projektantovi sestavit optimální dispozici. Projektant při sestavování nemusí využívat pouze jednu metodu, ale může různé metody kombinovat^{7,2}.

Využívané metody:

- metoda využívající schématu více předmětného sledu činností,
- trojúhelníková metoda prostá
- trojúhelníková metoda hodnocení vztahů
- metoda těžiště
- kruhová metoda
- metoda S.L.P. (Systematic Layout Planning)
- metoda souřadnic
- metoda návaznosti operací
- metoda Craft

1.6.1 Trojúhelníková metoda prostá

Využívá dvou pracovišť, mezi kterými je významnější vztah než mezi ostatními. Je založena na principu minimalizace vzdálenosti mezi pracovišti s největší intenzitou vztahu^{1,2}.

Postup při tvorbě pracoviště:

- Označení rozmísťovaných objektů čísli či jinými znaky
- Sestavení šachovnicové tabulky intenzity vztahů mezi objekty
- Sestavení tabulky přepracovaného množství mezi dvojicemi pracovišť, která vychází z šachovnicové tabulky
- Rozmístění pracovišť v trojúhelníkové síti dle intenzity vztahů. První se umístí ty s největší intenzitou většinou doprostřed, a pak následují další sestupně
- Upravení návrhu z trojúhelníkové sítě podle možností připraveného prostoru

1.6.2 Metoda těžiště

Touto metodou se určují umístění strojů doplňovaného do stávajícího dispozice výrobní linky, a to hlavně podle intenzity materiálového toku. Je založena na využití poznatků z mechaniky - výpočtu těžiště. Metoda pracuje s jedním hlavním vztahem, který má největší vliv na uspořádání pracovišť. Princip této metody spočívá v tom, že dopravovaný objem, vztahující se k dopanovanému stroji, považujeme za rovnoběžné síly a k nim hledáme výslednici sil. Poloha těžnice mezi jednotlivými silami pak určuje vhodnou polohu stroje^{1,2}.

1.6.3 Metoda S.L.P

Metodu Systematic Layout Planning, sestavil Richard Muther, v překladu to znamená Systematické projektování. Tato metoda je založená na principu, že místa s největším vzájemným vztahem musí ležet co nejbližše. Vyjádření vztahu musí být různé^{5,2}.

1. můžeme hodnotit pouze jediný nejdůležitější vztah, který je zpravidla množství přepravovaného materiálu
2. hodnotíme podle více kritérií nejednou a to materiálový tok, příbuznost technologických procesů, manipulační vztahy, vztahy organizace a řízení, a další
3. hodnotíme podle více kritérií, znak důležitosti píšeme vždy podle toho nejdůležitějšího

1.6.4 Metoda souřadnic

Universální metoda, kterou využijeme, když kdy pracovištím hledáme vhodné umístění objektu, majícího silný vztah k více pracovištím. Je založena na využití matematicko-grafického řešení. Jednotlivé objekty si vhodně vyznačíme do souřadnicového systému X, Y. Známe tedy u všech objektů vzájemný vztah i vzdálenost od počátku. Následně centrální objekt H má různé kooperační vztahy k výše uvedeným objektům, které si vyjádříme hodnotou q_i . Při hledání optimálního umístění objektu H hledáme takové jeho souřadnice X, Y, při nichž je nejmenší hodnota $\sum x_i \cdot q_i$ a $\sum y_i \cdot q_i$ ^{2,1}.

1.7 Skladové hospodářství

Prostor, který slouží k přechodnému uložení materiálu, jako je například polotovary, nakoupené díly, hotové výrobky a další, je sklad, a ty plní tři hlavní funkce. Při projektování skladového hospodářství musíme též dodržovat určité zásady. Nejdůležitější je brát zřetel na materiálový tok, využití skladového prostoru a další.

Jedním z bodů je stanovit skladovací program závodu, ten se skládá z několika kroků. Jde o roční množství jednotlivých druhů materiálu, denní spotřeba jednotlivých materiálů a skladového množství jednotlivých materiálů.

Při počítání ukazatele skladového množství se vedle denní spotřeby také započítává strategie příjmu materiálu a jeho skladování v závodu. Jedná se tedy o dodávkovou lhůtu, což je čas, za který bude přivezen nový materiál, pojistnou zásobu, která je pro vymezení času, kdyby se nenadále prodloužila dodávková lhůta, a zásobu technologickou zabývající se časovými ztrátami způsobenými přepravou mezi objekty^{3,8}.

Skladové množství Q_{skl} [kg] se vypočítá dle vzorce:

$$Q_{skl} = \left(\frac{c}{2} + p_z + t_z \right) \cdot q \text{ [kg]}$$

Kde: c dodávková lhůta materiálu [den]

P_z pojistná zásoba [den]

T_z technologická zásoba [den]

Q denní spotřeba materiálu [kg/den]

Dále se vypočítá počet skladovaných jednotek a z toho se spočítá plocha skladu, který se zvětší o plochu manipulačních uliček⁹.

1.8 Kapacitní propočty

Základním účelem kapacitních propočtů je stanovení úměrných vztahů mezi výrobním programem a výrobním profilem. Ty musí být realizovány dvojí formou, staticky nebo dynamicky¹⁰.

1.8.1 Hlavní cíle

Kapacitní propočty řeší vztah mezi předepsaným výrobním programem a výrobním profilem navrhovaného objektu. Při řešení nového objektu vypočtený výrobní profil jen realizujeme. Pokud racionalizujeme, pak teda existující výrobní profil pouze optimalizujeme.

Kapacitním propočtem stanovujeme potřebu strojů, lidí a ploch. Potřebujeme tedy znát jejich hodnotu, ale taky jejich kategorizaci^{4,10}.

Metod a postupů kapacitních propočtů je dnes celá řada. Dvě hlavní skupiny propočtů jsou hrubé (orientační propočty) a přesné kapacitní propočty².

1.8.2 Výpočet časových fondů

K výpočtu potřebného počtu pracovišť, strojů či počtu dělníků je zapotřebí znát jejich časové možnosti. Rozlišujeme tři druhy časových fondů, jež jsou odlišné pro ruční pracoviště, stroj a dělníka. Jedná se o roční fond pracoviště, efektivní časový fond stroje a dělníka².

Efektivní časový fond ručního pracoviště (E_r):

Jedná se o počet hodiny, které lze odpracovat v daném roce ve všech pracovních dnech při uvažování pouze jedné směny.

$$E_r = (K_c - S_o - N_e - S_v) \cdot 8 \text{ [hod/rok]}$$

- Kde: E_r efektivní časový fond ručního pracoviště [hod/rok]
 K_c celkový počet dnů v daném kalendářním roce
 S_o počet sobot [dny/rok]
 N_e počet neděl [dny/rok]
 S_v počet státních svátků [dny/rok]

Efektivní časový fond strojního pracoviště (E_s):

Zde se na rozdíl od ručního pracoviště musí počítat se ztrátami, které jsou způsobeny opravami či údržbou stroje. Podle pozorování, se počítá s přibližně 10-12% z celkového času².

$$E_s = E_r - (0,1 \text{ až } 0,12) \cdot E_r \text{ [hod/rok]}$$

Efektivní časový fond dělníka (E_d):

Tento údaj je opět získán na základě efektivního časového fondu ručního pracoviště, je nutné odečíst dny, kdy dělník nepracuje (dovolená, nemoc a další)².

$$E_d = E_r - (D + N_m) \cdot 8 \text{ [hod/rok]}$$

- Kde: D průměrný počet dní dovolené za rok (20 obvykle) [dny/rok]
 N_m průměrný počet dní, kdy je pracovník nemocný [dny/rok]

1.8.3 Výpočet strojů a ručních pracovišť

Výpočet počtu strojních pracovišť

Potřebný počet strojů stanovíme z celkového potřebného času na provedení dané operace u všech kusů za rok a času, který máme k dispozici na jednom stroji za rok. Výpočet se provádí

u všech strojních pracovišť. Jednotlivé operace rozlišíme jejich pořadovým číslem z technologického postupu 1.

$$P_{th} = \frac{tk \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}}$$

Výpočet počtu ručních pracovišť

Potřebný počet ručních pracovišť stanovíme podobně jako u strojních pracovišť z celkového potřebného času na provedení dané operace u všech kusů za rok a času, který máme k dispozici na jednom ručním pracovišti za rok. Výpočet se provádí u všech ručních pracovišť. Jednotlivé operace rozlišíme jejich pořadovým číslem z technologického postupu².

$$P_{th4} = \frac{tk \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}}$$

Výpočet využití strojů a ručních pracovišť

Ze vzájemného poměru P_{th}/P_{sk} vynásobeného 100, pak získáme předpokládané využití stroje v dané operaci v procentech η . Z takto získaných hodnot pak vypočteme skupinové využití strojů, pro jednotlivé typy (vrtačky, soustruhy, tvářecí stroje, pece, frézky, brusky atd.) a rovněž celkové využití všech použitých strojů⁴.

$$\eta_1 = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100$$

1.8.4 Výpočet pracovníků

Je nutné vypočítat potřebný počet dělníků pro každé pracoviště, pro jednu směnu a celkem. Počty dělníků zaokrouhlujeme samozřejmě na celá čísla směrem nahoru. Z vypočítaných hodnot stanovíme rovněž celkový počet pro strojní pracoviště D_{vs} , (při dvousměnném provozu je strojních dělníků dvojnásobný počet oproti strojním pracovištím), pro ruční pracoviště D_{vr} a celkový počet výrobních dělníků D_v (součtem za všechny směny). Z těchto hodnot vypočítáme evidenční stavy dělníků zohledněním rozdílu mezi jednotlivými časovými fondy E_r , E_s , E_d . Jejich součtem (včetně evidenčních pomocných dělníků) pak získáme celkový evidenční počet dělníků D_{evc} . Součtem dělníků strojních a ručních získáme celkový počet výrobních dělníků D_v^2 .

$$D_{vSI} = \frac{tk \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}}$$

Výpočet pomocných dělníků a obslužného personálu

Výpočet počtu pomocných dělníků

Stanovíme ho jako procentuální hodnotu z výrobních dělníků a následně rozdělíme rovnoměrně do všech směn (obvykle volíme 35%).

$$D_P = 0,35 \cdot D_V$$

Výpočet evidenčního počtu pomocných dělníků

Evidenční počet pomocných dělníků pak navýšíme zhruba o 10%.

$$D_{eP} = 1,1 \cdot D_P$$

Výpočet počtu pomocného personálu

Počty pomocného personálu stanovíme opět poměrem z celkového evidenčního počtu dělníků (1.5 až 3%)

$$D_{POP} = 0,02 \cdot D_{eVC}$$

Výpočet evidenčního počtu pomocného personálu

Počet pomocného personálu přepočítáme na evidenční hodnotu zvýšením o 10%.

$$D_{ePOP} = 1,1 \cdot D_{POP}$$

Výpočet pracovníků kontroly

Stanovíme opět jako procentuální hodnotu ze strojních dělníků (pokud neprovedeme přímo výpočet z časů kontrolních operací) obvykle volíme 5-7%.

$$D_K = 0,06 \cdot D_{VS}$$

Výpočet ITA pracovníků

Mezi ITA pracovníky řadíme administrativní pracovníky konstruktéry a tzv. operativní řízení (mistři a technologové). Celkový počet ITA stanovíme operativně, jako 15 až 25% z celkového počtu pomocných a výrobních evidenčních pracovníků.

$$ITA = 0,2 \cdot (D_{eVC} + D_{ePOP})$$

Z celkového počtu ITA pracovníků pak:

- 30% tvoří administrativa
- 20% konstruktéři
- 50% operativní řízení

Pracovníky operativního řízení, je pak potřeba opět rozdělit do směn. Přičemž při nedělitelném počtu, posilujeme obvykle první směnu.

Celkový počet pracovníků útvaru

$$P_C = D_{eVC} + D_{ePOP} + ITA$$

1.8.5 Výpočet ploch

Pro všechna pracoviště je potřeba stanovit pracovní plochu, ze které budeme vycházet při návrhu projektu².

Výpočet výrobních ploch

Celková výrobní plocha se skládá z plochy pro ruční a pro strojní pracoviště. Pro jedno ruční pracoviště potřebujeme přibližně $f_r = 5 \text{ m}^2$ podlahové plochy. Pro strojní pracoviště potřebujeme od $f_s = 6 \text{ m}^2$ (pro malé stroje) až $f_s = 25 \text{ m}^2$ i více (pro velké stroje). Pro účely tohoto projektu zjišťujeme strojní plochy podle typů jednotlivých strojů z internetového katalogu strojů.

Plochu strojního pracoviště (f_s) tedy určíme na základě plochy získané z rozměrů stroje dle internetového katalogu, zvětšené 0.6 m z každé strany stroje a minimálně o 1.2 m ze strany operátora¹.

Výpočet celkové plochy ručních pracovišť

$$F_R = f_r \cdot (P_{skn} + P_{skm})$$

Výpočet celkové výrobní plochy

$$F_V = F_S + F_R$$

Výpočet pomocné podlahové plochy

Určíme opět procentuálně z dříve získaných a statisticky zpracovaných dat. Pomocná plocha se určí procentem z použité výrobní plochy. Tato plocha obvykle tvoří 40 až 60% výrobní plochy².

$$F_{pp} = 0,5 \cdot F_V$$

Z celkové pomocné plochy pak:

- 15% tvoří plocha pro hospodaření s nářadím
- 15% tvoří plocha údržby
- 29% tvoří plocha skladů
- 33% tvoří plocha dopravních cest
- 8% tvoří kontrolní plocha

Výpočet plochy pro hospodaření s nářadím (více přesné)

Podlahovou plochu potřebnou pro hospodaření s nářadím F_{phn} můžeme přesněji určit z potřebné plochy pro její jednotlivé části (ostřírnu a výdejnu). Pro plochu výdejny platí, že na jeden výrobní stroj je potřeba 0.3 až 0.4m² podlahové plochy.

$$F_{phnv} = 0.35 \cdot P_s$$

Pro výpočet plochy ostřírny si nejprve určíme přibližný počet strojů v ostřírně jako přibližně 5% z celkového počtu výrobních strojů a z tohoto počtu určí přibližná podlahová plocha. (Obvykle uvažujeme 7 až 8m² pro stroj a 2 až 3m² pro pomocnou plochu).

$$P_{sko} = 0,05 \cdot P_s$$

$$F_{phno} = 10 \cdot P_{sko}$$

$$F_{phn} = F_{phnv} + F_{phno}$$

Výpočet plochy údržby (více přesné)

Rovněž pro údržbářskou dílnu můžeme provést obdobný výpočet, kde spočítáme počet strojů údržbářské dílny (obvykle zhruba 1% z celkového počtu strojů) a pro každý stroj rezervujeme 20 až 25 m² podlahové plochy (větší podlahová plocha slouží např. pro demontáž zařízení atd.).

$$P_{sko} = 0,01 \cdot P_s$$

$$F_{pú} = 25 \cdot P_{sú}$$

Výpočet plochy skladů (více přesné)

Skladová plocha se skládá z plochy vstupního skladu, výstupního skladu a meziskladu. Pro určení plochy meziskladu potřebujeme znát tyto údaje^{1,3}:

- Qč** je hmotnost skladovaného výrobku (pro zjednodušení většinou uvažujeme čistou hmotnost) vynásobená 10 (přepočtená na síly vyvozenou váhou součástí v N).
- N** je počet zpracovávaných kusů za rok
- S_o** koeficient odpadu (volíme 1.1 až 1.3).
- t** doba uložení výrobku v meziskladu (obvykle 3 až 5 dní).
- i** počet operací, pro které budou součásti uloženy v meziskladu (počet kooperací).
- D** počet pracovních dnů v roce (251 dní pro rok 2015).
- q** dovolené zatížení podlahové plochy meziskladu v [Pa].
Zatížení podlahy meziskladu budeme volit v rozmezí 15 000 a 20 000 Pa.
- S_v** koeficient využití (vzhledem k obvykle nedokonale částečnému využití podlahové plochy volíme 0.25 až 0.5).

$$F_{pms} = \frac{Q_{\check{c}} \cdot N \cdot S_o \cdot t \cdot i}{D \cdot q \cdot S_v} = \frac{m_{\check{c}} \cdot 10 \cdot N \cdot S_o \cdot t \cdot i}{D \cdot q \cdot S_v}$$

Zbývající skladovou plochu rozdělíme na **dvě stejné části**, na plochu pro vstupní a výstupní sklad. V případě, kdy vypočtená velikost meziskladu přesáhne, nebo obsáhne velkou část skladové plochy, provedeme korekci tak, aby velikost skladové plochy vstupního a výstupního skladu zajišťovala dostatečný prostor odpovídající skladování 15 denní produkce (výpočet provedeme obdobně jako v případě meziskladu s tím, že vynecháme počet kooperací a pro výpočet skladové plochy pak použijeme zpřesněnou hodnotu (součet vstupního, výstupního skladu a meziskladu).

$$F_{pvs} = F_{pvys} = \frac{Q_{\check{c}} \cdot N \cdot S_o \cdot T}{D \cdot q \cdot S_v} = \frac{m_{\check{c}} \cdot 10 \cdot N \cdot S_o \cdot T}{D \cdot q \cdot S_v}$$

$$F_{pskl} = F_{pms} + F_{pvs} + F_{pvys}$$

Výpočet kontrolní plochy (více přesné)

Pro přesnější výpočet plochy kontrolních pracovišť uvažujeme 5 až 6 m² na jedno kontrolní stanoviště. (Potřebný počet kontrolních stanovišť zjistíme ze zadaného technologického postupu).

$$F_{pk} = 6 \cdot P_{Dk}$$

Výpočet plochy dopravních cest (více přesné)

Ze zpřesněných hodnot pak provedeme nový výpočet potřebné plochy podlahových cest.

$$F_{pdc} = 0,33 \cdot (F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pk})$$

Výpočet celkové pomocné podlahové plochy (více přesné)

$$F_p = F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pk} + F_{pdc}$$

1.8.1 Výpočet provozní plochy

Součtem výrobní a pomocné plochy vypočítáme celkovou provozní plochu.

$$F_{pr} = F_v + F_p$$

Výpočet správní plochy

Tuto plochu přibližně spočítáme z počtu jednotlivých ITA pracovníků. Přičemž na techniky (pracovníky operativního řízení pro jednu směnu) počítáme 5 až 6 m² na konstruktéra 8 až 12 m² a na administrativního pracovníka 4.5 až 5 m². Přičemž výslednou plochu zvýšíme o zhruba 40% (chodby, výtahy, schodiště).

$$F_{spr} = 1,4 \cdot (6 \cdot ITA_{OI} + 5 \cdot ITA_A + 10 \cdot ITA_K)$$

Výpočet sociální plochy

Mezi sociální plochy počítáme plochu šaten, umýváren, WC a přilehlou plochu (chodby, schodiště a výtahy).

Výpočet plochy šaten

Plochu šaten volíme o velikosti 0,8 m² na pracovníka (pro výrobní pomocný a obslužný personál).

$$F_{\text{šat}} = 0,8 \cdot (D_{eVC} + D_{ePOP})$$

Výpočet plochy umýváren

Plochu umýváren volíme 0,3 až 0,4 m² na dělníka jedné směny.

$$F_{um} = \frac{0,35 \cdot (D_{eVC} + D_{ePOP})}{S_s}$$

Výpočet plochy WC

Plochu WC vypočítám jako jedno WC na 15 až 20 lidí s velikostí 2 m².

$$F_{WC} = \frac{2 \cdot P_C}{15}$$

Výpočet celkové sociální plochy

Celkovou sociální plochu opět zvětšíme o 40% (chodby, výtahy, schodiště).

$$F_{SOC} = 1,4 \cdot (F_{\text{šat}} + F_{um} + F_{WC})$$

1.8.2 Celková plocha útvaru a linky

Výpočet celkové plochy útvaru

Do celkové plochy útvaru zahrnujeme jak provozní, tak správní a sociální plochu.

$$F_{\text{útv}} = F_{pr} + F_{spr} + F_{SOC}$$

Výpočet celkové plochy linky

Plocha dílny, případně linky pak neobsahuje plochu určenou pro hospodaření s nářadím a údržbářskou dílnu.

$$F_L = F_{pr} - F_{phn} - F_{pú}$$

Zpracované údaje zaneseme do přehledné tabulky pracovníků a souhrnné tabulky ploch. Vypracujeme rovněž souhrnnou tabulku strojů a využití strojů v jednotlivých operacích a skupinové využití strojů vyneseme do sloupcového grafu (viz vzor tabulek a grafů).

Zaokrouhlená plocha linky

Plocha linky \approx Plocha haly

Plochu haly zaokrouhlujeme tak, aby z ní vyplývající rozměry haly vycházely v celých metrech.

1.9 Základy ergonomie

Je to obor zabývající se fyzickým postavením člověka v pracovní i mimopracovní prostředí. Dodržování technických ergonomických pravidel je nezbytnou součástí každého člověka pro vykonávání jeho pracovních povinností s jeho optimální fyzickou a psychickou zátěží, tím napomáhá ke zvýšení efektivnosti výroby. Proto je také zapotřebí toto pravidlo dodržovat i při projektování technologických procesů.

Nezbytnou oblastí ergonomie je pracovní prostředí ve výrobě. Jedná se například o osvětlení na pracovišti, také hluk a otřesy a v neposlední řadě i o vibrace, klimatické podmínky, pracovní zatížení, základní zákonitosti a principy^{10,1}.

1.9.1 Rozměry

Při projektování rozměrových pracovišť, není znám přesný pracovník, který na daném pracovišti bude pracovat, proto se projektant řídí proporcemi průměrného muže. Avšak by mělo být navrženo tak, aby bylo velice jednoduše přizpůsobitelné menším i větším pracovníkům, ženám i mladistvým.

Při umístování strojů do provozu už výrobce stroje zaručuje splnění všech potřebných ergonomických zásad dle evropských norem. Nutností projektanta je ale zkontrolovat všechny potřebné vzdálenosti a navrhnout také dostatečných prostor pro pracovníka. Jedná se o normu ČSN 73 5105 (výrobní průmyslové budovy).

Je zapotřebí naplánovat jak výšku stolu, tak manipulační a pracovní prostor dělníka, pro pohodlné pracovní podmínky, ať při stání či sezení. Při práci není vhodné, aby pracovník vykonával práci v sedě, je vhodné navrhnout pro pracoviště stoličku, která umožňuje tzv. polosed, kterou využívá v určitých částech technologické operace^{5,6}.

1.9.2 Osvětlení

Při vykonávání práce je důležité osvětlení pracovního prostoru, protože člověk pomocí zraku získává víc než 80% informací. Proto pracovní prostředí je nutné zabezpečit buď přirozeným

světlem, umělým světlem nebo kombinací těchto typů. Ideální je mít co největší podíl denního světla, ale to nelze zabezpečit vždy z důvodu změny počasí. Proto je velmi důležité zajistit optimální kombinaci, která trvale zajistí na pracovišti vhodné podmínky, ty určuje norma ČSN 73058 (denní osvětlení budov), ČSN EN 12 464-1 (osvětlení pracovních prostor) a ČSN 36 0451 (umělé osvětlení průmyslových prostorů)^{11,5}.

1.9.3 Hluk

Dlouhodobé vystavení nadměrného hluku, negativně ovlivňuje nervový systém. Hlukem se rozumí zvuk, který je nepříjemný pro sluchové ústrojí. Dlouhodobé působení tohoto zvuku může vést až k trvalému poškození sluchu. Dochází tím i ke snížení produktivity práce a také zvýšení rizika úrazu. Největším problémem je nespavost a zvýšená nervozita člověka. Při zvýšeném hluku je tedy důležité se chránit pomocí různými pomůcky¹².

Intenzitu zvuku uvádíme v decibelech a vliv hluku dělíme do tří kategorií:

- obtěžující
- rušivé
- škodlivé

Hluk na pracovišti s fyzickou námahou by neměl přesáhnout 80 dB, a to dle přepisu č.272/2011 Sb. Po překročení této hladiny je nutné využívat ochranu sluchového ústrojí. Při duševní práci by neměla hladina přesáhnout 65 dB. Také pro určování hlučnosti strojů platí norma ČSN EN ISO 37400 (metody měření hluku)^{2,12}.

1.9.4 Požární ochrana

Velké množství předpisů a norem se zabývá ochraně před vznikem požárů či jeho dalším šířením. Nejrozšířenější je požární ochrana staveb, předpisy pro zacházení s hořlavinami, předpisy o hasicích zařízeních, a další.

Je nutné tyto zásady vždy dodržovat. Všichni zaměstnanci musí být dostatečně poučeni a proškoleni o těchto zásadách a musí je bezpodmínečně dodržovat. Každé pracoviště musí být vybaveno protipožárními prvky. Nejdůležitější jsou hasicí přístroje, také evakuační plány pro případ požáru. Další protipožární prvek je ochranná zóna okolo případných zdrojů požárů. Každý objekt by měl být označen evakuačním plánem, únikovými a evakuačními cestami^{13,14}.

1.9.5 BOZP

Musí být vyvinuta maximální snaha o co možná nejvyšší míru bezpečnosti. Pracovní bezpečnosti je prosazována předpisy a normami. Na stroje jsou umístovány různé bezpečnostní prvky, které brání člověku v nebezpečném jednání. Dále se stroje v nebezpečí automaticky vypnou a brání tak vzniku úrazu^{13,2}.

2 Analýza současného stavu firmy

Nejdůležitější je analýza firmy z hlediska zhodnocení jejího výrobního portfolia, prostor či strojového parku.

2.1 Představení společnosti

Společnost ZAKOVO s.r.o. má charakter malosériové výroby. Firma vznikla změnou právní formy z fyzické osoby LUBOMÍR ZAHRADNÍK, která byla zaregistrována již v roce 1994.

Zápis do obchodního rejstříku se stal v roce 2000, důvodem je perspektivní růst firmy a také vývoze do zahraničí. Jedná se o firmu, která působí ve strojírenském odvětví a zabývá se kovovýrobou. Sídlo firmy je nedaleko Brna v obci Kovalovice. V roce 2015 se stala držitelkou certifikátu kvality ISO 9001.



Obr. 2.1 – Logo firmy ZAKOVO s.r.o.

V současné době má firma více než 30 zaměstnanců a dodává své výrobky jak na tuzemský trh, tak i do zahraničí. Hlavním vývozním odběratelem je Německo. Vývoz tvoří zhruba 60 % celkového obrátu.

2.2 Analýza tržních možností firmy

Firma Zakovo s.r.o. se na trhu pohybuje již 18 let a je tak již v oboru dobře známá a zavedená. Její odběratelé jsou hlavně ze zahraničí, ale také z blízkého okolí. Odběrateli jsou dlouholetí zákazníci, tak i noví.

V posledních letech se firmy rozrůstá a po překonání finanční krizi se z malosériové výroby několika kusů obrací zakázky v desetikusové výrobě.

Pro konkrétnější představu o tržních možnostech firmy bude v následující kapitole provedena základní ekonomická analýza. Bude se jednat o Porterovu analýzu a Slepce analýzu.

2.2.1 Porterova a Slepte analýza

SLEPTE analýza je zaměřena na odhalení budoucího vývoje vnějšího prostředí firmy. Ten může pro firmu představovat hrozbu nebo příležitost. Tato zkratka je tvořena prvními písmeny anglických slov pro šest oblastí, které jsou zkoumány:

- S- Social – společenské a demografické faktory
- L- Legal – právní faktory (legislativa)
- E – Economic – ekonomické faktory
- P- Policival – politické faktory
- T- Technological – technologické faktory
- E – Ecological – ekologické faktory

Porterova analýza je analýza odvětví, ta slouží ke zmapování prostředí proti konkurenčním firmám z daného odvětví. Závisí na mapování hrozeb a příležitostí. Tato analýza je především určována pomocí pěti základních faktorů:

- vyjednávací síla zákazníků
- vyjednávací síla dodavatelů
- hrozba substitutů
- rivalita firem již působících na daném trhu
- hrozba vstupu nových konkurentů na trhu

Z této analýzy vyplývá, že největší krize může přijít v oblasti sociální, především pak potíže s nedostatkem zaměstnanců a kvalifikovaných dělníků. Další riziko plyne v ekonomické oblasti, v případě návratu ekonomické krize, při nižších poptávkách by firma nebyla schopna rozvoje firmy. Dalším rizikem se může stát i nová konkurence v oboru, ale toto už jsou méně pravděpodobná rizika¹⁶.

2.2.2 SWOT analýza

Jedná se o analytický nástroj, prostřednictvím něhož identifikujeme skutečnosti, které představují silné a slabé stránky, hrozby a příležitosti.

- S – Strengths (silné stránky)
- W – Weaknesses (slabé stránky)
- O – Opportunities (příležitosti)
- T – Threats (hrozby)

Hodnotíme je ve čtyřech kvadrantech tabulky SWOT, podle které je verbálně charakterizujeme. Na základě jejich porovnávání hrozeb vnějšího prostředí a silných a slabých stránek vnitřního prostředí vyplývají čtyři možné skupiny strategií¹⁷.

1. Průnik O – S vyjadřuje strategii, ta je založena na využití silných stránek k uskutečnění možných příležitostí. Označujeme ji jako strategii MAXI-MAXI.
2. Průnik S – T tato strategie se na základě svých silných stránek pokouší o eliminaci hrozeb. Označujeme ji jako strategii MAXI-MINI.
3. Průnik O – W snaží se o odstranění slabých stránek, ty likvidují největší příležitosti. Nazýváme ji jako MINI- MAXI.
4. Průnik T – W je hrozbou pro firmy a je nutno minimalizovat rizika a také omezit dopad slabých stránek. Označujeme ji jako MINI-MINI.

Tabulka 1 – SWOT analýza firmy ZAKOVO¹⁵

Silné stránky -S	Slabé stránky -W
<ul style="list-style-type: none"> - Finanční situace - Dlouhá historie – 24 let - Pozice na trhu - Certifikace ISO - Přístup k zákazníkům a jejich požadavkům - Stálý odběratelé - Zkušenosti managementu společnosti - Kvalifikovaní zaměstnanci - Realizace rozvojových investičních projektů - Zkušenosti s realizací rozvojových investičních projektů 	<ul style="list-style-type: none"> - Časové prodlevy ze zpoždění v kooperaci - Vysoké náklady s kooperací - Nedostatek nových zaměstnanců
Příležitosti- O	Ohrožení -T
<ul style="list-style-type: none"> - Stabilní pozice na trhu - Vysoká konkurenceschopnost podniku - Stabilní poptávka od stávajících odběratelů - Rozšíření na nové trhy - Orientace zákazníka na kvalitu - Maximální využití potenciálu - Snižování výrobních nákladů - Snižování energetické náročnosti výroby 	<ul style="list-style-type: none"> - Nepříznivé změny v podnikatelském prostředí v ČR - Stále přísnější směrnice a vyhlášky - Špatná platební morálka odběratelů

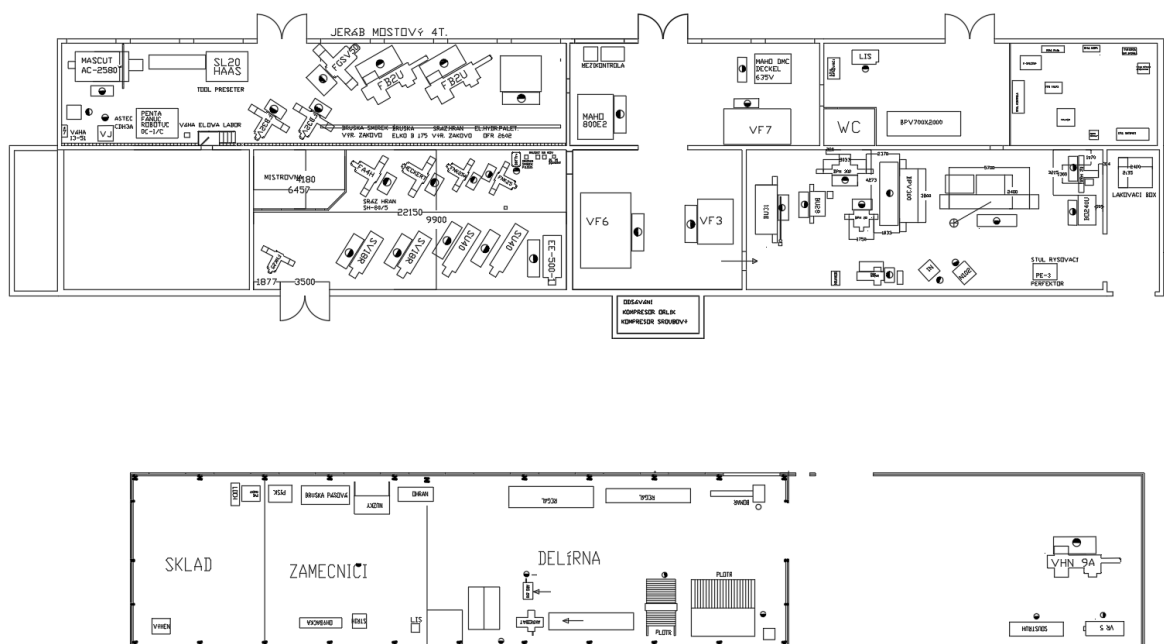
Dle analýzy můžeme využít silných stránek firmy k dosažení možných příležitostí. To pro nás znamená využití strategie MAXI- MAXI. Vzhledem k tomu, že firma má stabilní pozici na trhu, má i dobrou finanční situaci. Důležitě také je, že firma má vysoce kvalitní výrobky s certifikací ISO 9001.

2.3 Stávající výrobní prostory a zařízení

V areálu společnosti se nyní nachází dvě haly. Hlavní budova obsahuje administrativní část, sociální část a také hlavní výrobní úsek. Tato hala je rozdělena po místnostech podle zařízení. Máme část soustružnickou, část haly s CNC a NC stroji. Další částí je Frézovna a Brusírna, a poslední částí jsou Kontrola a Lakovna. Dále zde máme místo pro mezisklad a místo pro vydaný materiál.

V druhé hale se nachází část svařovací. Také zde nalezneme řezání vodním paprskem a pásové pily pro dělení materiálu. Hlavní částí této haly je skladovací prostor pro dovezený materiál. Který není dostačující, proto některé velké tyčové nebo kulatinové tyče jsou venku pod střechou.

2.3.1 Staré rozmístění strojů



Obr. 2.2 – Stávající uspořádání strojů

2.3.2 Strojní vybavení

Firma je vybavena soustruhy, frézky, CNC soustruhy, CNC obráběcími stroji, hloubičku, vyjiskřovačku, brusky, CNC brusku, obražečku, lakovnou, pásové pily.

Seznam strojního vybavení je uveden v tabulce č.2.

Tabulka 2 – Seznam strojního vybavení firmy

03-CNC soustruhy	- CNC soustruh Mascut AC 2580
	- CNC soustruh HAAS SL20HE
03- CNC Frézy	- HAAS VF6 4 osy
	- HASS VF3 4 osy
	- HASS VF7 4 osy
	- MAHO MH800 E2 4 osy
	- DECKEL MAHO DMC 635 V 3 osy
	- UMC 750 5 os
08-Elektroerozivní stroje	- Hloubička PENTA FANUC OC-1/c
	- Drátek ASTEC CDH3A
	- Vyjiskřovací stroj YOUNG TECH YT-2030
01-Soustruhy	- Universální hrotový soustruh EE 500-01
	- Universální hrotový soustruh SV18-RA 2x
	- Universální hrotový soustruh SU -40 2x
02-Frézky	- vertikální GSV 50
	- vertikální HECKERT FSS315
	- vertikální FB32 V 2X
	- vertikální FNK25 3X
	- horizontální FA4H
	- horizontální FB2U 2X
01-Obrázečka	- 7A420
05-Brusírna	- BU31
	- BU28
	- BPH 300
	- BPH 20
	- BPV 300
	- CNC
	- BPV 700X 2000
04-Dělení	- Pásová pila AKROBAT
	- Pásová pila ARG 200
	- PLOTR

2.4 Zástupci výrobků

Po domluvě s firmou jsme zvolili následující zástupce výrobků, které zastupují skupiny výrobků s podobným technologickým postupem a stejnými použitými výrobními stroji.

Jedná se o 17 nejčastějších výrobních postupů.

Tabulka 3 – Zastupující výrobky firmy

Číslo zástupce	Název
Č.1	Hnací hřídel
Č.2	Páka zpětného rázu
Č.3	Vnitřní páka CE S02
Č.4	Distanční kroužek
Č.5	Štítek motoru
Č.6	Držák
Č.7	Sloup
Č.8	Vodící blok pro vystoupení
Č.9	Polohovací podložka
Č.10	Podložka
Č.11	průvodce
Č.12	Nátrubek
Č.13	Zásuvka adaptéru
Č.14	Držák č. 2
Č.15	Konzole
Č.16	Pažící deska
Č.17	Odvíječ

2.5 Analýza problému

Firma se rozhodla pro výstavbu nové výrobní haly z několika důvodů. Firma chce také po nárůstu poptávky zvyšovat výrobní kapacity. Jeden z nejzásadnějších problémů je ten, že stávající výrobní hala neodpovídá požadavkům firmy. Než se do haly začaly navážet stroje, býval to JZD.

Dalším problémem vidím v místnosti, ve které je 3D měřicí stroj. Místnost, ve které se tento stroj nachází, nejsou odpovídající podmínky pro toto měření. V letních dnech klimatizace nechladí, v zimních měsících není dostatečně vytopeno. Dalším problémem je, se zde nachází balírna a lakovna malých dílů. Je zde tedy prašné prostředí. Mezi další nevýhody patří nedostatečná místa na mezisklady, ty zasahují do dopravních cest. A dělníci o bedny s polotovary zakopávají.

Části haly jsou mezi sebou sice průchozí, ale neprůjezdné. S nedokončenými výrobky je nutno jezdit delší trasu z důvodu umístění schodišť a nesjízdných nájezdných plošin. Velké polotovary, které jsou dovezeny od dodavatele, se skladují venku, ty podléhají vnějším vlivům a začínají rezivět.

Z těchto důvodů se firma rozhodla postavit novou halu, která bude odpovídat jejím požadavkům hlavně na kvalitu a i na tok materiálu.

3 Kapacitní propočty

Tato kapitola je věnována kapacitním propočtům na základě údajů, které nám firmy poskytla. Vzhledem k tomu, že se nejedná celý sortiment firmy, ale pouze o její zástupce, bude propočet realizován pouze na jejich základě. Pro výpočty byly, zvoleny průměrné výrobky. Ty pak byly procentuálně vynásobeny v tabulce č.4.

Tabulka 4 – Výrobní údaje výrobků

č.1	č.2	č.3	č.4	č.5	č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12	č.13	č.14	č.15	č.16	č.17
1	4	3	8	2	6	7	6	4	8	1	2	5	1	2	2	1
15																
2	392	117	784	78	942	686	1 410	784	994	138	314	590	39	156	196	39

Všechny výpočty jsou provedeny podle vzorců z kapitoly 1.8. kapacitní propočty, výsledky výpočtů jsou znázorněny v tabulce č. 5, v tabulce č. 6 jsou časy práce na pracovištích a v tabulce číslo 8 jsou kapacitní propočty.

Tabulka 5 – Využití pracovišť se stávajícím počtem strojů

Pracoviště	Čas práce [h]	Počet strojů	Využití [%]
Soustružna	625,42	6	7,43
Fréza	647,53	10	4,62
CNC stroje	3 013,82	8	26,86
Dělrna	341,22	3	8,11
Brusírna	372,78	7	3,80
Zámečnická	153,42	1	10,94
Lakovna	62,00	1	4,42
EDM Stroje	112,50	3	2,67

Důvodem malého využití pracovišť je to, že firma vlastní v pracovištích různé stroje, které je jsou potřeba k plynulosti a návaznosti technologických postupů. Bohužel tyto stroje nejsou vždy využity. Avšak některé stroje jsou už ve špatném technickém stavu jako například CNC fréza frézka MAHO MH800E2 4 osy, a nebo opravdu nevyužívaný CNC stroj Maho 635 V 3 osy, který se může prodat. Další stroje, které firma nevyužívá jsou soustruhy EE 500-01 nebo frézky F32U, FB32V a jedno FNK 25A. V brusírně jsme pak vyřadili BPV 700x2000, které je již ve špatném stavu a BPH 20, místo něj nám bude sloužit BPH 300.

Tabulka 6 – Časy práce na pracovištích

Pracoviště	Výrobní čas
Soustružna	37 525
Fréza	38 852
CNC stroje	180 829
Dělírna	20 473
Brusírna	22 367
Zámečnická	9 205
Lakovna	3 720
EDM Stroje	6 750

Opětovné přepočítání je znázorněno v tabulce č. 7.

Tabulka 7 – Využití nově navrhovaného pracoviště

Pracoviště	Čas práce [h]	Počet strojů	Využití [%]
Soustružna	625,42	4	11,15
Fréza	647,53	7	6,60
CNC stroje	3 013,82	6	35,81
Dělírna	341,22	3	8,11
Brusírna	372,78	5	5,32
Zámečnická	153,42	1	10,94
Lakovna	62,00	1	4,42
EDM Stroje	112,50	3	2,67

Tabulka 8 – Tabulka časových fondů

Rok	2018
Celkový počet dnů v roce [den/rok]	365
Počet sobot v roce [den/rok]	52
Počet neděl v roce [den/rok]	52
Počet státních svátků v roce, které nejsou o víkendech [den/rok]	11
Dovolená	20
Nemoc	15
Efektivní časový fond dělníka [hod/rok] - E_d	1 612,5
Koeficient zohledňující čas poruch, oprav a údržby strojů [-]	0,12
Čas jedné směny [h]	7,5
Počet pracovních dnů v roce -D	250
Efektivní časový fond strojního pracoviště [h/rok/směna]	1650
Efektivní časový fond pracovníka [h/rok/směna]	1612,5
Směnnost - S_s	1
Koeficient překračování norem strojními pracovišti [-]	0,85

Tabulka 9 – Tabulka pracovníků

Skupina pracovníků	Označení skupiny	Počet pracovníků ve skupině
Celkový evidenční počet výrobních dělníků	D_{eV}	21
Počet ITA pracovníků (Administrativa, konstruktéři, technologové, mistři)	ITA	6
Celkový počet administrativních pracovníků	ITA_A	2
Celkový počet konstruktérů	ITA_K	1
Celkový počet pracovníků operativního řízení (technologové, mistři)	ITA_O	3
Evidenční počet pomocných pracovníků	D_{eP}	5
Počet pracovníků kontroly	D_K	3
Celkový počet pracovníků útvaru	P_C	28

Tabulka 10 – Výpočet ploch výrobní haly

Pojmenování plochy	Označení plochy	Velikost plochy [m ²]
Plocha pro soustružení	f_r	36,79
Plocha pro frézování	f_{s1}	67,24
Plocha pro CNC stroje	f_{s2}	113,22
Plocha pro dělení materiálu	f_{s3}	63,31
Plocha pro broušení	f_{s5}	80,58
Plocha pro zámečnické práce	f_{s6}	100
Plocha pro lakování	f_{s7}	19,5
Plocha pro EDM stroje	f_{s10}	21,89
Plocha pro všechna strojní pracoviště	F_S	502,5
Celková výrobní plocha	F_V	673,5
Plocha výdejny nářadí	F_{phnv}	10,2
Plocha meziskladu	F_{pms}	0,5
Plocha vstupního skladu	F_{pvs}	1
Plocha výstupního skladu	F_{pvys}	0,2
Plocha skladů	F_{pskl}	1,7
Kontrolní plocha	F_{pk}	6

Plocha dopravních cest	F_{pdc}	160,8
Pomocná plocha	F_p	172,6
Celková provozní plocha	F_{pr}	675,1
Správní plocha	F_{spr}	36,8
Plocha šaten	$F_{\text{šat}}$	17,6
Plocha umýváren	F_{um}	7
Plocha WC	F_{WC}	3,7
Celková sociální plocha	F_{SOC}	28,3
Celková plocha útvaru	$F_{\text{útv}}$	740,5

3.1 Výrobní technologie

Jelikož nová hala bude obsazena stávajícími stroji firmy, tak jsme pro výpočet vybrali všechny technologie, které jsou mezi zastupujícími výrobky.

Tabulka 11 – Číselné označení pracovišť

Číslo pracoviště	Název pracoviště
01	Soustružna
02	Frézovna
03	CNC stroje
04	Dělrna
05	Brusírna
06	Zámečnická
07	Lakovna
08	EDM technologie

4 Návrh a uspořádání včetně dispozičního řešení

V této kapitole se budeme zabývat konkrétním rozmístěním strojů v prostoru haly. To by mělo odpovídat všem standardům technologického uspořádání pracovišť

4.1 Návrh uspořádání pracoviště

Návrh upořádání pracovišť je proveden pomocí trojúhelníkové metody, a to z důvodu, že některá pracoviště na sebe nemají žádnou technologickou návaznost. Konkrétní postavení jednotlivých strojů bude koncipováno dle technologického a volného uspořádání. Označení pracovišť je dle výrobních technologií v kapitole kapacitní propočty.

Jako výchozí podklad pro následné řešení nám poslouží znalost:

- a) dopravně-manipulační vazby mezi pracovišti,
- b) objemů přepravovaného materiálu v naturálních jednotkách za časový úsek.

Šachovnicová tabulka je sestavena dle materiálového toku mezi jednotlivými pracovišti v měrné jednotce kilogram za rok.

Tabulka 12 – Šachovnicová tabulka

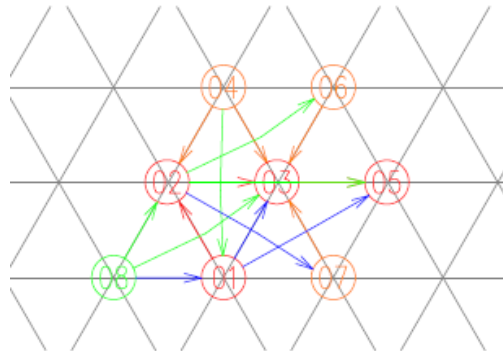
<i>odkud \ kam</i>	01	02	03	04	05	06	07	08
01		24 068	3 867	0	2 547	0	0	0
02	0		26 311	0	5 787	5 586	48	0
03	0	3 878		0	10 738	816	7 022	6 042
04	3 942	7 065	7 428		0	0	0	0
05	0	568	6 783	0		0	0	0
06	0	48	6 354	0	0		0	0
07	0	0	0	0	0	0		0
08	673	5 369	0	0	0	0	1	

Z tabulky 10 vycházíme při simulaci rozmístění pracovišť pomocí trojúhelníkové metody. Nejprve si setřídíme materiálové toky s příslušným množstvím materiálu a pak je setřídíme dle jejich vydatnosti dle obr. 4.1. Sestavení materiálových toků je v tabulce č. 11.

Tabulka 13 – Soupis materiálových toků

02	<>	03	30 189
01	>	02	24 068
03	<>	05	17 520
04	>	03	7 428
03	<>	06	7 170
04	>	02	7 065
03	>	07	7 022
02	<>	05	6 354
03	>	08	6 042
02	<>	06	5 634
08	>	02	5 369
04	>	01	3 942
01	>	03	3 867
01	>	05	2 547
08	>	01	673
02	>	07	48

Tato metoda navazuje na šachovnicovou tabulku a vychází z jejich údajů. Při tvorbě této metody je zapotřebí dbát požadavků, aby místa s největší intenzitou dopravních vazeb byla situována vedle sebe. Jako výchozí podklad pro následné řešení nám poslouží jak dopravně-manipulační vazby mezi pracovišti, tak objem přepravovaného materiálu v kilogramech za rok.



Obr. 4.1 – trojúhelníková metoda

4.2 Řešený objekt

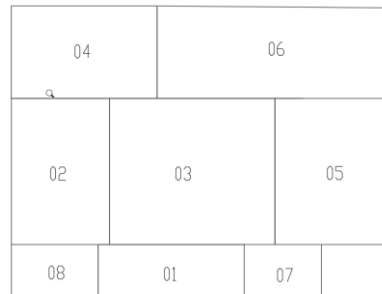
Objekt výrobní haly se nachází na pozemku s parcelním číslem 839/1 a 843/46 v obci Kovalovice nedaleko Brno. Nynější výrobní závod se skládá z dvou hal, které nejsou nijak propojeny. Firma je vlastníkem pozemků parcelních čísel 843/27, 843/45, 843/16 843/2, 843/15, 843/34, 843/47 a 843/22.



Obr. 4.2 – Katastrální území řešeného pozemku^{18,19}

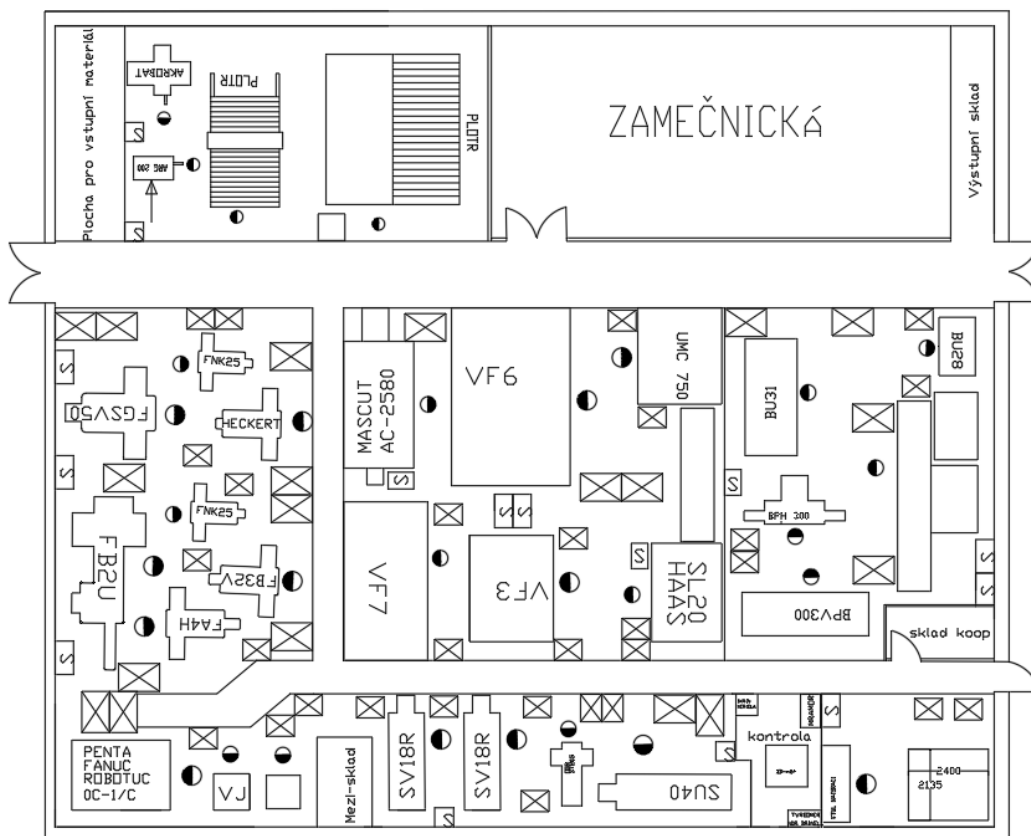
4.3 Rozmístění pracovišť

Vytvořili jsme nové schéma pracovišť podle trojúhelníkové metody. Toto schéma nám vytvořilo přibližný náčrt pracovišť a jejich přibližnou pozici ve výrobní hale. Schéma je znázorněno na obrázku 4.3.



Obr. 4.3- Schéma nového rozmístění pracovišť

Podle přechozího schématu vytvoříme dispoziční řešení nové výrobní haly. Pomocí všech potřebných informací, jako jsou například velikosti pracovišť, velikosti skladovacích prostor, které jsme vypočítali pomocí kapacitních propočtů. Ty jsme následně zpracovali a navrhli výrobní halu, ta je na obrázku 4.4.



Obr. 4.4 – Rozmístění strojů

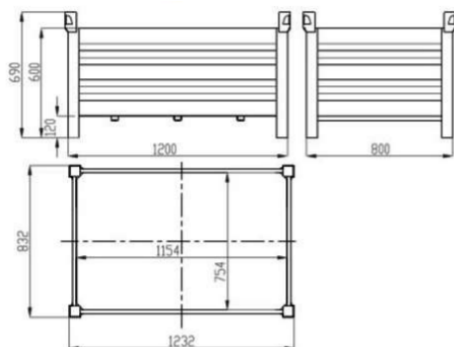
K výrobní hale jsou zapotřební i nevýrobní prostory, jako jsou třeba šatny pro pracovníky, kanceláře. Tyto údaje o rozměrech jsme taktéž získali z kapacitních propočtů, a jsou na obrázku 4.5. Následně pak všechny rozměry a plochy celé výrobní haly jsou v příloze č.2.

4.4 Návrh řešení dopravy

4.4.1 Výběr vhodné palety

Pro skladování a přepravu jsme vybrali několik typů palet. Jeden typ pro středně velké a malé výrobky. Druhý typ pro velké výrobky, které se rozměrově nevlézou do malé palety. Jelikož se se jedná o malosériovou výrobu, nemusíme tedy počítat jejich využití, protože se jedno vždy o výrobu maximálně 8 kusů.

Pro větší dlouhé kusy jsme vybrali paletu ohradovou standardní provedení:

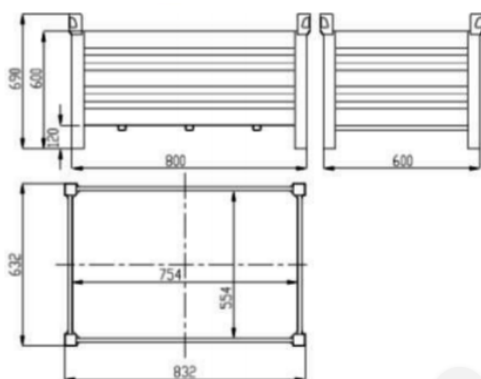


Technická data

Materiál	Ocelový plech
Tloušťka (Podlaha/bočnice)	1,8 / 1,8 mm
Objem	460 l
Hmotnost	60,2 kg
Nosnost (Dynamická/stohovací)	1000 / 3000 kg
Stohovatelnost	1 + 3 palety
Šířka	800 mm
Délka	1200 mm
Výška	600 mm

Obr. 4.5 – Ohradová paleta pro větší kusy²⁰

Pro středně velké kusy a menší kusy jsme vybrali paletu:



Technická data

Materiál	Ocelový plech
Tloušťka (Podlaha/bočnice)	1,8 / 1,8 mm
Objem	230 l
Hmotnost	41,6 kg
Nosnost (Dynamická/stohovací)	750 / 3000 kg
Stohovatelnost	1 + 3 palety
Šířka	600 mm
Délka	800 mm
Výška	600 mm

Obr. 4.6. Ohradová paleta pro střední a menší kusy²⁰

Dle výpočtů provedeme test kapacit palet pro větší kusy. Je potřeba počítat s tím, že polotovár má větší objem než mezi cykly.

Výpočet pro velké součásti

$$h_o = b_o = d_p + 5 = 16 + 5 = 21 \text{ mm}$$

Kde: h_o Výška kvádru [mm]

b_o Šířka kvádru [mm]

Jedná se o rotační součást $\rightarrow h_o = b_o = d_p = 16 \text{ mm}$

$$h_o = b_o = 21 \text{ mm}$$

Délka hotové součásti

$$l_p = l + 2 \cdot p_\xi = 1090 + 2 \cdot 5 = 1100 \text{ mm}$$

Kde: l_p Délka polotovaru

l Délka hotové součástky = 1090 mm

p_ξ Délka přídavku = 5 mm

$$l_p = 1100 \text{ mm}$$

Hmotnost polotovaru

$$m_o = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot l_p \cdot \rho = \frac{\pi \cdot 0,021^2}{4} \cdot 1,100 \cdot 7850 = 2,98 \text{ kg}$$

Kde ρ objem oceli = $\rho 7850 \text{ kg/m}^3$

$$m_o = 2,98 \text{ kg}$$

Tabulka 14 – Rozměry větší palety

Paleta pro větší kusy		
Vnitřní šířka [mm]	Vnitřní výška [mm]	Vnitřní délka [mm]
754	480	1154
Maximální nosnost přepravky [kg]:		3000

Výpočet údajů nutných pro výpočet nákladů na pořízení dostatečného množství palet**Počet kusů na směnu**

$$n_{ksm} = \frac{N}{D \cdot S_s} = \frac{1407}{250 \cdot 1} = 5,6 \cong 6 \text{ ks}$$

Kde	N	Výrobní kapacita = 1407 ks/rok
	D	Počet pracovních dní = 250 dní/rok
	S _s	Směnnosti = 1

$$n_{ksm} = 6 \text{ ks}$$

Počet mezioperačních přeprav

$$n_{pro} = 8$$

Počet palet na operaci a směnu

$$n_{posvětší} = \frac{n_{ksm}}{n_{palětší}} = \frac{6}{3} = 2 \cong 2 \text{ Palety}$$

Kde	n _{palvětší}	Maximální počet kusů uvnitř palety = 3 Ks
	n _{ksm}	počet kusů na směnu = 6 ks

$$n_{posvětší} = 2 \text{ palety}$$

Počet palet v skladu a meziskladu

$$n_{SMSvětší} = (t + T) \cdot n_{pos} \cdot S_s = (20 + 5) \cdot 2 \cdot 1 = 50 \text{ Palet}$$

Kde	t	Doba uložení výrobku v meziskladu = 20 dní
	T	Doba uložení výrobku ve skladu = 5 dní
	n _{posvětší}	Počet palet na operaci a směnu = 2 palety
	S _s	Směnnost = 1

$$n_{SMSvětší} = 50 \text{ Palet}$$

Počet palet v provozu

$$n_{PVvětší} = n_{posvětší} \cdot n_{pro} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ Palet}$$

Kde	n _{pro}	Počet mezioperačních palet = 8 Ks
	n _{posvětší}	Počet palet na operaci a směnu = 2 palety

$$n_{PVvětší} = 16 \text{ Palet}$$

Celkový počet palet- Zvýšený o 10 % jako rezerva

$$n_{pCvětší} = (n_{SMSvětší} + n_{PVvětší}) \cdot 1,1 = (50 + 16) \cdot 1,1 = 72,6 \cong 73 \text{ Palet}$$

Kde n_{SMS} větší Počet palet ve skladu a meziskladu = 50 Palet
 n_{PV} větší Počet palet v provozu = 16 Palet

n_{pC} větší = 73 Palet

Výpočet pro velké střední a menší:

Výška a šířka kvádrů

$$b_o = d_p + 5 = 120 + 5 = 125 \text{ mm}$$

$$h_o = d_p + 5 = 25 + 5 = 30 \text{ mm}$$

Kde h_p Výška kvádrů = 25 mm
 b_p Šířka kvádrů = 120 mm

$h_o = 30 \text{ mm}$

$b_o = 125 \text{ mm}$

Délka hotové součásti

$$l_p = l + p_{\xi} = 125 + 10 = 135 \text{ mm}$$

Kde l_p Délka polotovaru = 125 mm
 p_{ξ} Přídavek na frézování = 10 mm

$l_p = 135 \text{ mm}$

Hmotnost polotovaru

$$m_o = l_p \cdot h_o \cdot b_o \cdot \rho = 0,135 \cdot 0,030 \cdot 0,125 \cdot 7850 = 2,98 \text{ kg}$$

Kde h_o Výška kvádrů 30 mm
 b_o Šířka kvádrů = 125 mm
 l_p Délka kvádrů = 135 mm
 ρ hustota oceli = 7850 kg/m³

$m_o = 3,97 \text{ kg}$

Tabulka 15 – Rozměry menší palety

Paleta pro menší kusy		
Vnitřní šířka [mm]	Vnitřní výška [mm]	Vnitřní délka [mm]
554	480	754
Maximální nosnost přepravy [kg]:		3000

Výpočet údajů nutných pro výpočet nákladů na pořízení dostatečného množství palet

Počet kusů na směnu

$$n_{ksm} = \frac{N}{D \cdot S_s} = \frac{6404}{250 \cdot 1} = 25,61 \cong 26 \text{ ks}$$

Kde	N	Výrobní kapacita = 6404 ks/rok
	D	Počet pracovních dní = 250 dní/rok
	S _s	Směnnost = 1

$$n_{ksm} = 26 \text{ ks}$$

Počet mezioperačních přeprav (vč. dopravy do vstupního a výstupního skladu a meziskladu)

(→ Vstupní sklad → 04op → 03op → 02op → mezisklad → kontrola → kooperace chemická nikl → kontrola → výstupní sklad)

$$n_{pro} = 9$$

Výpočet nákladů na pořízení dostatečného množství palet menších

Počet palet na operaci a směnu

$$n_{posmenší} = \frac{n_{ksm}}{n_{palmenší}} = \frac{26}{4} = 6,5 \cong 7 \text{ Palety}$$

Kde	n _{palmenší}	Maximální počet kusů uvnitř palety = 4 ks
	n _{ksm}	Počet kusů na směnu = 26 ks

$$n_{posmenší} = 7 \text{ palety}$$

Počet palet v skladu a meziskladu

$$n_{SMsmenší} = (t + T) \cdot n_{pos} \cdot S_s = (20 + 5) \cdot 7 \cdot 1 = 175 \text{ Palet}$$

Kde	t	Doba uložení výrobku v meziskladu = 20 dní
	T	Doba uložení výrobku ve skladu 5 dní

$n_{\text{posmenší}}$ Počet palet na operaci a směnu = 7 palety

S_s Směnnost = 1

$n_{\text{SMSvětší}} = 175$ Palet

Počet palet v provozu

$$n_{\text{PVmenší}} = n_{\text{posmenší}} \cdot n_{\text{pro}} = 7 \cdot 9 = 63 \text{ Palet}$$

Kde n_{pro} Počet mezioperačních přeprav = 9

$n_{\text{posmenší}}$ Počet palet ve skladu a meziskladu = 7 palety

$n_{\text{PVmenší}} = 63$ Palet

Celkový počet palet menších (Zvýšený o 10 % jako rezerva)

$$n_{\text{pCmenší}} = (n_{\text{SMSmenší}} + n_{\text{PVmenší}}) \cdot 1,1 = (175 + 63) \cdot 1,1 = 261,8 \cong 262 \text{ Palet}$$

Kde $n_{\text{SMSmenší}}$ Počet palet ve skladu a meziskladu = 175 Palet

$n_{\text{PVmenší}}$ Počet palet v provozu = 63 Palet

$n_{\text{pCmenší}} = 262$ Palet

Celkový počet palet větších i menších

$$n_{\text{pC}} = N_{\text{pCmenší}} + N_{\text{pCvětší}} = 262 + 73 = 335 \text{ Palet}$$

Kde $n_{\text{pCmenší}}$ Počet palet menších = 262 Palet

$n_{\text{pCvětší}}$ Počet palet větších = 73 Palet

$n_{\text{pC}} = 335$ Palet

4.4.2 Volba dopravního prostředku

Pro přepravu palet jsme vybrali paletový vozík, které bude sloužit k přepravě materiálu po celé výrobní hale.



Technická data

Materiál	Kov/Polyuretan
Hmotnost	89 kg
Nosnost	3000 kg
Max./min. výška vidlice	200-85 mm
Délka vidlic	1150 mm
Šířka vidlice	160 mm
Šířka	540 mm
Délka	1475 mm
Výška	1230 mm
Kola (řídící/vidlicová)	200x50/80x70 mm

Obr. 4.7 – Paletový vozík²¹

Výpočet skutečného potřebného množství vozíků

$$n_{vv} = \frac{n_{posvetsi+mensi} \cdot n_{pro}}{t_{1sm} \cdot T_{ov} \cdot k_{vv}} \times \left(\frac{L_{chp} \cdot 60}{v_{voz} \cdot 1000} + t_{n\&v} \right)$$

$$n_{vv} = \frac{9 \cdot 9}{450 \cdot 0,89 \cdot 0,95} \times \left(\frac{40 \cdot 60}{0,8 \cdot 1000} + 2 \right)$$

$$1,065 \cong 2ks$$

Kde	n_{pos}	Počet palet na operaci a směnu = 9 palet
	n_{pro}	Počet mezioperačních přeprav = 9 palet
	L_{chp}	Celková přibližná dráha jedné přepravy = 40 m
	v_{voz}	Rychlost paletového vozíku (pomalá chůze člověka) = 0,8 km/h
	$t_{n\&v}$	Čas naložení a vyložení = 2 min
	t_{1sm}	Čas jedné směny 450 min
	T_{ov}	Koeficient oprav a údržby (předpokládáme, že čas potřebný pro opravy a údržbu vozíku bude okolo 11% jeho provozní doby) = 0,89
	k_{vv}	Koeficient ztrát kapacity (Korekce případných ztrát vlivem nevytížení kapacity)= 0,95

$n_{vv} = 2 ks$

5 Ekonomické hodnocení a přínos realizace

V ekonomickém hodnocení, jsme vykalkulovali všechny náklady na výstavbu nové haly. Jedná se o stavbu nové haly, zakoupení nového vybavení a přesunutí stávajících strojů. Provedeme zde také některé základní technickoekonomické ukazatele navrhovaného provozu.

5.1 Přínosy realizace

Realizace má pro firmu několik podstatných přínosů. Největším přínosem pro firmu je zjednodušení materiálového toku, který je v nyní nevhodný. Převážní z jednoho pracoviště do druhého je přes vnější prostory z důvodu vyvýšeného podlaží mezi pracovišti. Jedná se tak o navýšení manipulační vzdálenosti na jedné paletě někdy až o 300 m. Další výhodou bude, že všechny pracoviště na sebe budou navazovat, tím se materiálový tok taktéž zjednoduší.

Nejdůležitější výhodou, je že firma nebude neustále investovat do oprav stávající budovy, ty jsou v této chvíli velmi nákladné a z důvodu neustálých oprav, se brzdí i výroba. Teda dodací lhůta při výrobě se prodlužuje a vznikají tím problémy. Nejzásadnější problémem, jsou nespokojení zákazníci, kteří mohou do budoucna přecházet ke konkurenčním firmám. To by mělo mít přímý vliv na posílení pozici na trhu.

Při postavení nové výrobní haly, vznikne vysoce kvalitní místnost, kde bude firma moci konečně využít již dříve zakoupení 3D měřicí stroj, který neměl ve staré výrobní hale dostačující podmínky k velmi přesnému měření. Výrobky projdou tedy kvalitním měřením, s protokolem, který nám tento stroj po změření ukáže.

Po rekonstrukci bude mít firma stabilní zázemí a bude se moci soustředit na zdokonalování výroby.

5.2 Roční výroba v účelových jednotkách a plochy

Výpočet počtu vyrobených kusů na výrobního dělníka

$$Q_{Dev} = \frac{N}{D_{eVC}} = \frac{7811}{21} = 371,95 \text{ ks/dělník}$$

Kde N Výrobní kapacita = 7 811 ks/rok

D_{eVC} Celkový evidenční počet dělníků = 21 Dělníků

$$Q_{Dev} = 371,95 \text{ ks/dělník}$$

Výpočet počtu vyrobených kusů na výrobní plochu

$$Q_{FVS} = \frac{N}{F_V \cdot S_s} = \frac{7\,811}{673,5 \cdot 1} = 11,6 \text{ ks/m}^2$$

Kde	N	Výrobní kapacita = 7 811 ks/rok
	F _V	Celková výrobní plocha = 673,5 m ²
	S _s	Směnnost=1

$$Q_{FVS} = 11,6 \text{ ks/m}^2$$

Výpočet výrobní plochy na výrobního dělníka:

$$Y_{DVS} = \frac{F_V \cdot S_s}{D_V} = \frac{673,5 \cdot 1}{21} = 32,07 \text{ m}^2/\text{dělník}$$

Kde	F _V	Celková výrobní plocha = 673,5 m ²
	S _s	Směnnost= 1
	D _V	Celkový počet výrobních dělníků 21 Dělníků

$$Y_{DVS} = 32,07 \text{ m}^2/\text{dělník}$$

Výpočet výrobní plochy na jeden stroj základní výroby:

$$Y_S = \frac{F_V \cdot S_s}{P_{SK}} = \frac{673,5}{30} = 22,45 \text{ m}^2/\text{stroj}$$

Kde	F _V	Celková výrobní plocha = 673,5 m ²
	P _{SK}	Celkový počet strojů = 30 ks

$$Y_S = 22,45 \text{ m}^2/\text{stroj}$$

Výpočet procenta pomocné plochy z provozní plochy

$$\eta_{FP} = \frac{F_p \cdot 100}{F_{pr}} = \frac{172,6 \cdot 100}{675,1} = 25,6 \%$$

Kde	F _p	Pomocná plocha= 172,6 m ²
	F _{pr}	Celková provozní plocha = 675,1 m ²

$$\eta_{FP} = 25,6 \%$$

Výpočet procenta plochy pracovišť z provozní plochy

$$\eta_{FS} = \frac{F_S \cdot 100}{F_{pr}} = \frac{502,5 \cdot 100}{675,1} = 74,5\%$$

Kde F_S Plocha pro všechny strojní pracoviště = 502,5 m²

F_{pr} Celková provozní plocha = 675,1 m²

$$\eta_{FS} = 74,5 \%$$

Procento využití výchozího materiálu

Spočítáme zjednodušeně jako podíl mezi čistou a hrubou hmotností.

$$\eta_g = \frac{m_{\check{c}} \cdot 100}{m_H} = \frac{36\,454,6 \cdot 100}{52\,622,5} = 69,3 \%$$

Kde $m_{\check{c}}$ Čistá hmotnost součásti = 36 454,6 kg

m_H Hrubá hmotnost součásti = 52 622,5 kg

$$\eta_g = 69,3 \%$$

tabulka 16 – Sumarizační tabulka technicko- ekonomických ukazatelů

Ukazatel	Značka ukazatele	Hodnota ukazatele
Počet vyrobených kusů na evidovaného dělníka	Q_{DeV}	371,95 ks/dělník
Počet vyrobených kusů na výrobní plochu v jedné směně	Q_{FVS}	11,6 ks/m ²
Výrobní plocha na jednoho výrobního dělníka v jedné směně	Y_{DVS}	32,07 m ² /dělník
Výrobní plocha na jeden stroj základní výroby	Y_S	22,45 m ² /stroj
Procento pomocné podlahové plochy z provozní plochy	η_{FP}	25,6 %
Procento plochy všech strojních pracovišť z provozní plochy	η_{FS}	74,5 %
Využití výchozího materiálu	η_g	69,3 %

5.3 Kalkulace nákladů na realizaci

Do celkových nákladů je nutné započítat tyto údaje:

- Náklady spojené s výstavbou nové haly
- Náklady spojené s přesunem stávajícího vybavení
- Náklady spojené s nákupem nových palet a dopravních zařízení
- Náklady spojené s demolicí a odvozem odpadu staré výrobní haly

5.3.1 Náklady spojené s výstavbou nové haly

Náklady na stavbu nové haly je stanovený dle následujících vzorců, přičemž vstupní data pro výpočet i vypočítané hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce. Ceny jsou odhadovány vedením firmy.

$$C_{FTu} = F_u \cdot C_{fu}$$

C_{FTu} = Cena celkové výměry plochy typu u, nacházející se v nové budově [Kč]

F_u = celkový výměra plochy typu u, nacházející se v nové budově [m²]

C_{fu} = Odhadovaná jednotková cena plochy typu u [Kč/m²]

$$CT_F = \sum_{u=1}^{n_{FT}} C_{FTu}$$

CT_F = Cena plochy celého podnikového útvaru [Kč]

N_{FT} = Počet typů ploch v nové budově podnikového útvaru [-]

Tabulka 17 - Stavební náklady

Účel plochy	Výměra [m ²]	Odhadovaná jednotková cena [Kč]	Cena výměry [Kč]
Výrobní plocha	502,5	14 000	7035000
Skladovací plocha	1,9	14000	26600
Správní plocha	36,8	21000	772800
Sociální plocha	28,3	21000	594300
Plocha komunikací	23	21000	483000
Ostatní plochy	148	21000	3108000
Celkový podnikový útvar	740,5		12 019 700

$CT_F = 12\,019\,700$ Kč

5.3.2 Náklady s přesunem stávajícího vybavení

Do celkových nákladů na přesun strojů, se musí započítat ne jen čas, po který zabere firmě k přesunu, je zde potřeba započíst náklady, které jsou spjaté s likvidací nevyhovujících strojů. Stroje, které jsme vyřadili, ale jsou v dobrém stavu budeme počítat jen cenu za dopravu za odvoz. Všechny ceny a časy budou odhadnuty od vedení firmy, která má zkušenosti s přepravou strojů. V tabulce 18, jsou znázorněny časy a počty lidí, kteří se podílí na přesunu, také tam nalezneme náklady na přesun jednotlivých strojů.

Průměrné roční náklady na jednoho pracovníka

$$N_{rok} = 399\,000 \text{ Kč}$$

Hodinové náklady na jednoho pracovníka

$$N_{hod} = \frac{N_{rok}}{E_d} = \frac{399\,000}{1612,5} = 247,44 \text{ Kč}$$

Kde E_d Časový fond dělníka = 1612,5 hod

N_{rok} Průměrné roční náklady na jednoho pracovníka = 399 000 Kč

$$N_{hod} = 247,44 \text{ Kč}$$

Náklady spojené s přesunem jednotlivých strojů

$$N_{ps} = N_{hod} \cdot n_p \cdot t_{ps} \text{ [Kč]}$$

Kde N_{hod} Hodinové náklady na jednoho pracovníka

t_{ps} Čas na přesun stroje

n_p Počet pracovníků na přesun stroje

$$N_{ps} = 186\,322,32 \text{ Kč}$$

Náklady na likvidaci strojů CNC MAHO MH800 E2, a brousících strojů BPV 700x2000 a BPH 20.

Vedením firmy byl čas spojený s likvidací odhadnut na $T_{lik} = 22,5$ hodin teda na 3 pracovní dny. Likvidace stroje byla provedena pracovníkem firmy a to během 3 směn. Náklady na likvidaci jsou dle následujícího vzorce:

$$N_{lik} = N_{hod} \cdot t_{lik} = 22,5 \cdot 247,44 = 5567,4 \text{ Kč}$$

$$N_{lik} = 5\,567,4 \text{ Kč}$$

Náklady na odvoz vyřazených strojů CNC MAHO 635V 3osy, soustruhu EE 500-01 dvou kusů, frézky F32V, frézky FB32 V A FNK 25 A na prodej. Čas strávený na odvozu jsou $t_{odv} = 6$ hodin při $n_p = 3$ lidech. Výpočet je, dle následujícího vzorce:

$$N_{odv} = N_{hod} \cdot n_p \cdot t_{odv} = 247,44 \cdot 3 \cdot 6 = 4453,92 \text{ Kč}$$

$$N_{odv} = 4 \text{ 453,92 Kč}$$

Tabulka 18 – Tabulka cen přesunů jednotlivých strojů

Pracoviště	Stroj	Počet pracovníků [Ks]	Počet hodin strávených na přesunu [hod]	Cena přesunu stroje [Kč]
CNC stroje	CNC SOUSTRUH MASCUT	3	5	3711,6
	CNC SOUSTRUH HAAS	3	5	3711,6
	CNC FRÉZA VF6	4	7	6928,32
	CNC FRÉZA VF3	4	7	6928,32
	CNC FRÉZA VF7	5	9	11134,8
	CNC UMC 750	4	7	6928,32
Soustružna	SV18-RA	2	4	1979,52
	SU-400	3	5	3711,6
	OBRÁŽEČKA 7A20	3	5	3711,6
Frézovna	FGSV 50	4	7	6928,32
	HECKERT FSS315	3	5	3711,6
	FB32V	3	5	3711,6
	FNK25	3	5	3711,6
	FNK25	3	5	3711,6
	FA4H	3	5	3711,6
	FB2U	3	5	3711,6
Dělírna	AKROBAT	2	4	1979,52
	ARG 200	2	4	1979,52
	PLOTR	2	10	4948,8
EDM stroje	Hloubička penta fanuc	3	5	3711,6
	drátek astec	3	5	3711,6
	VYJISKŘIVAČKA YOUNG TECH	2	4	1979,52
Lakovna	lakovací box + přípravná	2	15	7423,2
Brusírna	BU31	4	9	8907,84
	BU28	3	5	3711,6
	BPH 300	3	5	3711,6
	BPV300	4	7	6928,32
	CNC BRUSKA	6	10	14846,4
Zámečnická	ZÁMĚČNICKÁ	6	30	44539,2
Celková cena přesunu strojů				186322,32

5.3.3 Náklady spojené s nákupem nových palet a dopravních zařízení

$$C_{voz} = CP_{voz1} \cdot n_{vv} = 10\,888,79 \cdot 2 = 21\,777,58 \text{ Kč}$$

Kde C_{voz} Náklady jednoho vozíku = 10 888,79 Kč

n_{vv} Celkový počet vozíků = 2 vozíky

$$CP_{voz} = 21\,777,58 \text{ Kč}$$

Cena potřebného množství menších palet

$$CP_{menší} = CP_{menší} \cdot n_{pvmenší} = 3265,79 \cdot 262 = 855\,636,98 \text{ Kč}$$

Kde CP_1 Cena jedné palety = 3265,79 Kč

$n_{pvmenší}$ Počet palet menších = 262 Palet

$$CP_{menší} = 85\,5636,98 \text{ Kč}$$

Cena potřebného množství větších palet

$$CP_{větší} = CP_{1-větší} \cdot n_{pvvětší} = 4112,79 \cdot 73 = 300\,233,67 \text{ Kč}$$

Kde CP_1 Cena jedné palety = 4 112,79 Kč

$n_{pvvětší}$ Počet palet větších = 73 Palet

$$CP_{větší} = 300\,233,67 \text{ Kč}$$

Celková cena pořízení nových palet a vozíků je

$$\begin{aligned} CP &= CP_{voz} + CP_{menší} + CP_{větší} = 21\,777,58 + 855\,636,98 + 300\,233,67 \\ &= 1\,177\,648,23 \text{ Kč} \end{aligned}$$

$$CP = 1\,177\,648,23 \text{ Kč}$$

5.3.4 Náklady spojené s demolicí staré výrobní haly

Do odhadu demolice jsou zahrnuty veškeré práce s tím spojené, tudíž bourání základů, demolice budov, zrecyklování suti na stavbě, nakládání suti a odvoz suti. Odhady těchto stavebních prací se provedli dle stavebních standardů. Celková plocha k demolici je 2 319,1 m². Celková cena celkem byla vyčíslena na $C_{dem} = 7\,277\,354,5 \text{ Kč}$. Cena demolice za 1m² je 3 138,05 Kč.

5.3.5 Celkové náklady

Celkové náklady jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 19 – Cena nákladů na výstavbu nové haly

Typ nákladů	Označení nákladů	Cena nákladů
Výstaba nové haly	CT _F	12019700,00
přesun vybavení	N _{ps}	186322,32
Likvidace strojů	N _{lik}	5567,40
Odvoz strojů	N _{odv}	4453,92
Nákup dopravních prostředků a palet	CP	1177648,23
Demolice staré haly	C _{dem}	7277354,50
Celkové náklady na výstabu nové haly		20671046,37

Celkové náklady na výstabu nové haly jsou **20 671 046,37 Kč**.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navržení dispozičního řešení a navržení nové výrobní haly firmy ZAKOVO s.r.o., která se zabývá malosériovou výrobou.

Nejdříve jsme se zabývala, teoretickým shromažďováním informací, které jsem sepsala v první kapitole. Na základě těchto informací jsem zjistila, co všechno je potřeba pro samotný návrh a jaké informace bude potřebné získat, abych mohla zpracovávat projekt.

S vedoucím firmy jsme začali analýzou výrobků, na základě této analýzy jsme vybrali výrobky, které jsou podle technologického postupu nejčastější. Dle analýzy jsme rovněž vybrali počet ve výrobní dávce a určili roční výrobu ze záznamů o celkovém nákladu vyrobených součástí za rok 2017. Z těchto vstupních hodnot jsme vypočítali kapacitní propočty na rok 2018. Z nich jsme zjistili velikosti výrobní haly, velikosti sociálních zařízení a pomocných podlahových ploch.

Dalším krokem bylo vypracování šachovnicové tabulky, z které jsem zjistila nejsilnější materiálový tok. Pomocí trojúhelníkové metody jsem vytvořila schéma nového uspořádání pracoviště. Následně jsem s využitím kapacitních propočtů navrhla nové dispoziční řešení výrobní haly. Ta odpovídá všem zásadám, které jsem specifikovala v první části práce. V další části jsem navrhla paletu pro větší a pro menší součástky. Výpočet jsem provedla na základě průměrných hodnot dvou skupin velikostních zástupců. Na konec jsme zjistila, kolik je zapotřebí palet pro zajištění plynulého chodu výroby.

Na závěr práce jsem pomocí ekonomických ukazatelů hodnotila a kalkulovala náklady spojené s realizací stavby. V kalkulacích jsem započítala jak samotné náklady na realizaci nové výrobní haly, tak náklady s přesunem strojů a likvidací a odvozem nepotřebných strojů. Dále jsem zde započítala nákup nových palet a vozíků, které nemohly být ve firmě používány z důvodu nevhodné výrobní haly. A v poslední řadě jsem vypočítala náklady spojené s demolicí staré výrobní haly. Tyto náklady činí po sečtení všech výše uvedených hodnot **20 671 046,37 Kč**.

Použitá literatura

1. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I.* 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. KUBÍK, Roman, STREJČEK, Jan. *Technologické projekty a manipulace s materiálem.* 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. 183 s. ISBN 978-80-214-5260-2.
3. ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů.* 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
4. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty.* 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
5. HANZELKOVÁ, A., KEŘKOVSKÝ, M., KOSTROŇ, L. *Personální strategie: krok za krokem.* 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2013, 159 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-564-3.
6. SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
7. KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem.* 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. 183 s. ISBN 978-80-214-5260-2.
8. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem.* 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
9. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: cvičení.* 2. vyd. Brno: VUT Brno – nakladatelství PC-DIR, 1995. 35 s. ISBN 80-214-0706-9.
10. *IPA: BPR - Business Process Reengineering* [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/bpr-business-process-reengineering>
11. JUKLOVÁ, M. *Právní požadavky na osvětlení a české technické normy – část 2.* In: Odborné časopisy [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/pravni-pozadavky-na-osvetleni-a-ceske-technicke-normy-cast-2--15857>
12. JANDÁK, Z. *Hluk v pracovním prostředí.* Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/hluk-v-pracovnim-prostredi>

13. Bezpečnost při svařování. *Práce a zdraví* [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.praceazdravi.cz/content/bezpecnost-prace-pri-svarevani>
14. *BOZPPROFI.CZ: Požární ochrana ve firmě* [online]. [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/pozarni-ochrana-ve-firme-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z9WivfDW8t3WQM4s2UgKwmw/
15. Profil firmy ZAKOVO Kovoobrábění. [online]. [cit.2018-02-01]. Dostupné z: <http://www.zakovo.cz/cz/zakovo/>
16. HANZELKOVÁ, A., KEŘKOVSKÝ, M., KOSTROŇ, L. *Personální strategie: krok za krokem*. 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2013, 159 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-564-3.
17. GRASSEOVÁ, Monika. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: ComputerPress, 2012. ISBN 978-80-265-0032-2.
18. Informace o pozemku parcelní číslo 839/1. Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=GVC56Iq1E7Smn0uarxUgG72GKyZxu_P19Gfox23JjzygghxktcDRrR17ThRueIpHnh-lefIY-eoMDNqoXhzY9u5zp48ONIPohPvRGK5ch8BQurlTvbppufyq4wQqgiXq
19. *Google Maps* [online]. 2015 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.google.com/maps/>
20. *MEVE-TECH: MEMBER OF MEVA GROUP* [online]. Roudnice nad Labem - Bezděkov, 2015 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.mevatec.cz/Ohradova-paleta-standard-d2971.htm>
21. *MEVE-TECH: MEMBER OF MEVA GROUP* [online]. Roudnice nad Labem - Bezděkov, 2015 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.mevatec.cz/Paletovy-vozik-3000-kg-d1549.htm>

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat společnosti ZAKOVO s.r.o., zvláště pak jednatelem firmy Lubomírovi Zahradníkovi, za cenné rady a poskytnuté informace.

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1.1 – Vzdálenost strojů mezi sebou

Obr. 1.2 – Více strojová obsluha

Obr. 1.3 – Vzdálenost strojů od dopravních cest

Obr. 1.4 – Vzdálenost strojů od sloupků a stěn

Obr. 1.5 – Vzdálenost strojů od dopravníků

Obr. 1.6 – Volné uspořádání pracovišť

Obr. 1.7 – Technologické uspořádání pracovišť

Obr. 1.8 – Předmětné uspořádání pracovišť

Obr. 1.9 – Buňkové uspořádání pracovišť

Obr. 1.10 – Modulární uspořádání pracovišť

Obr. 2.1 – Logo firmy ZAKOVO s.r.o.

Obr. 2.2 – Stávající uspořádání strojů

Obr. 4.1 – Trojúhelníková metoda

Obr. 4.2 – Katastrální území řešeného pozemku

Obr. 4.3 – Schéma nového rozmístění pracovišť

Obr. 4.4 – Rozmístění strojů

Obr. 4.5 – Ohradová paleta pro větší kusy

Obr. 4.6 – Ohradová paleta pro menší kusy

Obr. 4.7 – Paletový vozík

Tabulka 1 – SWOT analýza firmy ZAKOVO s.r.o.

Tabulka 2 – seznam strojního vybavení firmy

Tabulka 3 – Zastupující výrobky firmy

- Tabulka 4 – Výrobní údaje výrobků
- Tabulka 5 – Využití pracovišť se stávajícím výrobním vybavením
- Tabulka 6 – Časy práce na pracovištích
- Tabulka 7 – Využití nově navrhovaného pracoviště
- Tabulka 8 – Tabulka časových fondů
- Tabulka 9 – Tabulka pracovníků
- Tabulka 10 – Výpočet výrobních ploch
- Tabulka 11 – Číselné označení pracovišť
- Tabulka 12 – Šachovnicová tabulka
- Tabulka 13 – Soupis materiálových toků
- Tabulka 14 – Rozměry větší palety
- Tabulka 15 – Rozměry menší palety
- Tabulka 16 – Sumarizační tabulka T-E ukazatelů
- Tabulka 17 – Stavební náklady
- Tabulka 18 – Tabulka cen přesunů jednotlivých strojů
- Tabulka 19 – Celkové náklady na výstavbu nové haly

Seznam příloh

- Příloha A – Kompletní výkres výrobní haly se zázemím firmy
- Příloha B – Výrobní údaje zastupujících výrobků

Příloha B

Moje označení:	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5
Plán (dávka):	1	4	3	8	2
Celkový objem výroby:	152	392	117	784	78
Materiál	8 500	8 500	8 500	8 500	8 500
Hmotnost výrobku:	25,03	13,70	0,62	0,18	8,63
Objem zabraný výrobkem:	0,002945	0,002775	0,000189	0,000030	0,001144
Hmotnost plánu:	25,03	54,78	1,87	1,40	17,26
Objem plánu:	0,002945163	0,01110032	0,000567645	0,00024335	0,00228725
Hmotnost celková:	3 805,15	5 368,83	72,77	137,20	673,30
Objem celkový:	0,45	1,09	0,02	0,02	0,09

Moje označení:	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5
Počet operací:	5	4	4	2	5
1. Operace - pracoviště:	04	04	04	04	04
1. Operace - celkový čas:	2 128	2 940	975	980	1 950
2. Operace - pracoviště:	01	KOOP. Ž.	02	01	02
2. Operace - celkový čas:	13 680	0	7 800	2 548	1 560
3. Operace - pracoviště:	03	03	05	koop nikl	05
3. Operace - celkový čas:	44 080	38 416	1 170	0	1 560
4. Operace - pracoviště:	02	05	03	-	03
4. Operace - celkový čas:	3 800	8 820	4 095	0	23 010
5. Operace - pracoviště:	05	08	koop. Nikl	-	08
5. Operace - celkový čas:	8360	4410	0	0	2340

č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12
6	7	6	4	8	1	2
942	686	1 410	784	994	138	314
8 500	8 500	8 500	8 500	7 850	8 500	8 500
5,88	34,45	0,92	2,63	0,57	0,82	1,39
0,014429	0,004644	0,000108	0,000375	0,000098	0,000096	0,000163
35,27	241,15	5,51	10,50	4,57	0,82	2,78
0,0865755	0,032506807	0,000648	0,0015	0,00078	0,0000963	0,00032656
5 538,02	23 632,70	1 294,38	2 058,78	567,57	112,96	435,79
13,59	3,19	0,15	0,29	0,10	0,01	0,05

č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12
5	4	2	2	3	2	2
04	01	02	04	02	04	01
1 570	5 880	5 170	1 960	1 491	2 070	6 280
02	02	03	03	05	02	02
1 256	1 190	5 875	17 248	497	5 520	3 925
06	03	koop. Nikl	koop nikl	03	koop nikl	koop nikl
4 710	3 430	0	0	11 235	0	0
03	06	-	-	koop nikl	-	-
8 886	1 960	0	0	0	0	0
07	koop. Nikl	-	-	-	-	-
1570	0	0	0	0	0	0

č.13	č.14	č.15	č.16	č.17
5	1	2	2	1
590	39	156	196	39
8 500	8 500	8 500	8 500	8 500
4,32	1,24	5,23	3,41	1,59
0,000013	0,000160	0,003455	0,000585	0,000219
21,59	1,24	10,46	6,81	1,59
6,60146E-05	0,00016035	0,00691008	0,00117	0,000219046
2 547,03	48,20	816,04	667,77	62,09
0,01	0,01	0,54	0,11	0,01

č.13	č.14	č.15	č.16	č.17
2	3	4	5	2
01	02	02	04	01
5 900	2 067	2 340	2 450	1 170
05	06	03	02	03
5 310	975	11 154	2 940	5 070
koop nikl	07	06	05	0
0	780	1 560	1 960	0
-	-	07	03	-
0	0	390	8 330	0
-	-	-	07	-
0	0	0	980	0