



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH OPTIMALIZACE USPOŘÁDÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH PRACOVÍŠT V MALÉM STROJÍRENSKÉM PODNIKU

OPTIMAL LAYOUT PROPOSAL OF TECHNOLOGICAL WORKPLACES AT A
SMALL MECHANICAL ENGINEERING COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN BOŘECKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROMAN KUBÍK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Bořecký

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh optimalizace uspořádání technologických pracovišť v malém strojírenském podniku

v anglickém jazyce:

Optimal layout proposal of technological workplaces at a small mechanical engineering company

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je navrhnout optimální dispozici technologických pracovišť v podniku Axona s využitím kapacitních propočtů. V návaznosti na kapacitní požadavky se bude příp. optimalizovat i systém skladového hospodářství.

Cíle diplomové práce:

1. Analýza stávajících tržních možností a optimalizace výrobního programu
2. Provedení kapacitního propočtu na základě předpokládaného výrobního programu
3. Návrh variant nového uspořádání technologických pracovišť a vazeb na sklad
4. Výběr optimální varianty a její ekonomické zhodnocení

Seznam odborné literatury:

1. EMMETT, S. Řízení zásob. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2008. 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3.
2. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
3. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
4. LAMBERT, D., ELLRAM, L. a STOCK, J. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. 589 s. ISBN 80-251-0504-0.
5. SAMEK, J. Modely optimálního rozmístění výroby. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.
6. SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
7. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 22.11.2011

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací uspořádání pracovišť v malém strojírenském podniku. Součástí práce je zhodnocení současného stavu, kapacitní propočet, návrh variant na zlepšení s následným výběrem optimální varianty a její ekonomickým zhodnocením.

Klíčová slova

Optimalizace, technologické projektování, dispoziční řešení pracoviště, kapacitní propočet.

ABSTRACT

This master's thesis deals with optimizing the layout proposal of workplaces in a small engineering company. The work is to assess the current status, capacity calculation, design options to improve with subsequent selection of the optimal design and economic evaluation.

Key words

Optimization, technological project, workplace layout, calculation of capacity.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BOŘECKÝ, J. *Návrh optimalizace uspořádání technologických pracovišť v malém strojírenském podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 60 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Roman Kubík, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Návrh optimalizace uspořádání technologických pracovišť v malém strojírenském podniku** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

19. 5. 2012

Datum

Bc. Jan Bořecký

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Romanu Kubíkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 PROBLEMATIKA TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ	10
1.1 Výrobek a typ výroby	10
1.1.1 Kusová výroba	10
1.1.2 Sériová výroba	10
1.1.3 Hromadná výroba	11
1.2 Rozmístění strojů a pracovišť	11
1.2.1 Volné uspořádání	12
1.2.2 Technologické uspořádání	12
1.2.3 Předmětné uspořádání.....	13
1.2.4 Modulární uspořádání	14
1.2.5 Buňkové a hnízdivé uspořádání	15
1.2.6 Kombinované uspořádání	15
1.3 Zásady rozmíst'ování jednotlivých strojů	16
1.3.1 Vzdálenosti mezi jednotlivými stroji a zařízeními:	16
1.3.2 Vzdálenosti od dopravních cest:	17
1.3.3 Vzdálenosti od stěn a sloupů:	18
1.4 Kapacitní propočty.....	19
1.4.1 Stanovení představitele výrobku.....	20
1.4.2 Stanovení časových fondů	20
1.4.3 Počet strojů a zařízení	21
1.4.4 Výrobní dělníci	21
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	23
2.1 Představení firmy	23
2.2 Analýza stávajících tržních možností	23
2.3 Externí analýza – SLEPT, Porter	24
2.4 Interní analýza – SWOT	26
2.5 Současné uspořádání pracoviště	28
2.6 Vývoj průmyslu v ČR.....	29
2.7 Optimalizace výrobního programu	30

3 KAPACITNÍ PROPOČET	31
3.1 Volba představitelů.....	31
3.2 Roční využitelné časové fondy.....	31
3.3 Stanovení počtu strojů a zařízení.....	32
3.3.1 Počet strojů pro prvního představitele	32
3.3.2 Počet strojů pro druhého představitele.....	32
3.3.3 Počet strojů pro třetího představitele	32
3.3.4 Počet strojů pro čtvrtého představitele.....	32
3.4 Výpočet využití strojů.....	33
3.5 Výpočet výrobních dělníků.....	34
4 NÁVRH PRACOVIŠTĚ	35
4.1 Varianta I	35
4.2 Varianta II.....	36
4.3 Varianta III.....	37
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	38
5.1 Volba kritérií multikritériálního hodnocení.....	38
5.2 Hodnocení jednotlivých variant.....	39
5.2.1 Varianta I	39
5.2.2 Varianta II.....	39
5.2.3 Varianta III.....	40
5.3 Zhodnocení jednotlivých variant	41
5.4 Návrhy pokračování řešení	42
ZÁVĚR	43
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH.....	46

ÚVOD

Problematika optimalizace výroby a snižování nákladů spojených s výrobou se jeví jako velice důležitá, zvláště v dnešní době ekonomické recese a nejistoty. Jakékoliv plýtvání kapacitou či výrobními prostředky může velice rychle dostat do existenčních problémů i silnou a zavedenou výrobní firmu.

Navzdory recesi výrobním firmám neustále přibývá zakázek a ty řeší, jestli je v době nejistoty vhodné rozšiřovat výrobní kapacity a nabírat nové pracovníky.

Jednou takovou firmou se budeme zabývat i v následujících kapitolách.

1 PROBLEMATIKA TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ

Hlavním cílem technologického projektu, musí být zabezpečení efektivnosti výroby v každém čase, to znamená s respektováním dynamiky výrobního procesu. [1]

Technologické projektování je možno chápat jako kontinuální tvůrčí činnost technicko-ekonomického charakteru, která spočívá především v analyzování, plánování, navrhování a zpracování podmínek pro optimální využití všech hmotných zdrojů – materiálů, energie, prostoru, výrobních, manipulačních i kontrolních prostředků, pracovních sil atd., které ovlivní efektivnost celého výrobního procesu. [5]

1.1 Výrobek a typ výroby

Výrobek a typ výroby má vliv na zpracování technologického projektu. Vzhledem k tomu, že v jednom závodě, někdy i v jednom provozu mohou být vyráběny různé druhy výrobků, charakterizujeme celý závod podle převládající výroby. Ve strojírenské výrobě dělíme výrobu dle typu na : kusovou, sériovou a hromadnou; dle váhy výrobků pak na: těžkou, středně těžkou a lehkou. V těžkých provozech je obvykle typ výroby kusový, v lehkých provozech vyrábíme vyššími typy výroby, kde je možno nasadit progresivnější technologie a způsoby manipulace s materiálem. Samozřejmě tato skutečnost má podstatný vliv na zpracování technologického projektu, hlavně pak na volbu strojů a zařízení, manipulačních prostředků a dispoziční uspořádání strojů a zařízení.

1.1.1 Kusová výroba

Je charakterizována tím, že jednotlivé kusy různé konstrukce se vyrábějí jen jednou, zpravidla univerzálním nářadím a strojním vybavením. Strojní park je nutno volit tak, aby umožňoval použití různých způsobů obrábění. Technologický postup je zhuštěn tak, aby na jednom stroji bylo provedeno co největší množství operací. Využití strojů v kusové výrobě je vlivem různorodosti práce (nutnosti neustálého seřizování) a obtížné organizace práce nižší než v sériové výrobě. Stroje se umísťují dle technologické příbuznosti. Kusová výroba vyžaduje kvalifikovanou pracovní sílu.

1.1.2 Sériová výroba

Je charakterizována vyšším počtem výrobků vyráběných v dávce. Přitom s ohledem na tvar a velikost výrobku je např. za malou sérii považována výroba 5-50 kusů, do střední série je počítána výroba 50-500 kusů a velká série má přes 500 kusů. Stroje se zde mohou

rozmísťovat již předmětně do linek. Technologický postup je zde dělen tak, aby se na každém pracovišti prováděl určitý (menší) počet operací. Stroje jsou progresivnější, upínače, řezné nářadí i měřidla jsou specializované, plánování a organizace výroby jsou jednodušší. Kvalifikace pracovníků sériové výroby je nižší než v předešlém typu a produktivita práce je vyšší.

1.1.3 Hromadná výroba

Uplatňuje se při výrobě velkého množství stejných výrobků (dílů). V technologických postupech jsou operace rozloženy tak, aby bylo možno každou operaci provádět na jednom pracovišti v určitém taktu. Stroje jsou jednoúčelové, specializované na provádění jedné jednoduché operace. Stroje jsou uspořádány v lince. Linka je zásobována materiálem, nářadím, dokumentací, dle předem připravených plánů. Každá změna konstrukce nebo technologie výroby vyvolává potřebu přestavby linky. Kvalifikace pracovníků je nízká, produktivita práce vysoká. Postup práce na jednotlivých pracovištích je řešen podrobně, až do návrhu jednotlivých pohybů, s využitím poznatků ergonomie. Seřizování strojů provádí kvalifikovaní specialisté. [2]

1.2 Rozmístění strojů a pracovišť

Zpracování optimálního rozmístění strojů, zařízení a pracovišť je nejhlavnější činností technologického projektování. Uspořádání pracovišť musí zabezpečit:

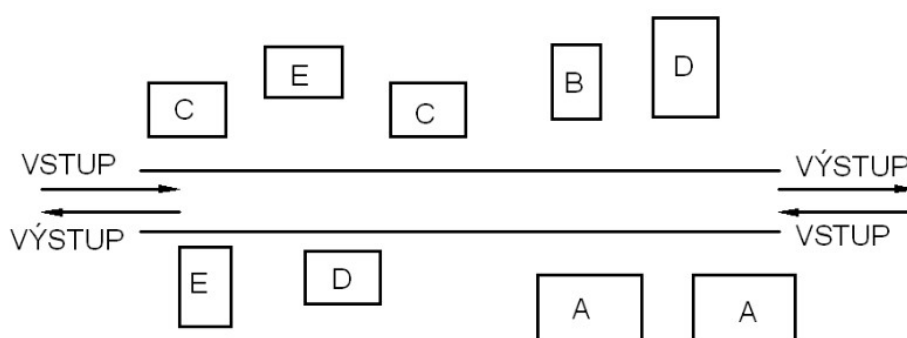
- efektivnost výroby,
- jednoduché řízení,
- minimální mezioperační přepravu,
- bezpečnostní předpisy,
- hygienu a kulturu pracovního prostředí,
- šetření výrobní plochy

Z projektové praxe jsou známy různé varianty uspořádání pracovišť ve výrobních seskupeních. Optimální řešení rozmístění strojů a pracovišť musí vyplynout z analýzy velkého počtu faktorů v přípravných etapách zpracování projektu. [1]

V současné teorii technologického projektování rozlišujeme tyto základní strukturální schémata uspořádání pracovišť:

1.2.1 Volné uspořádání

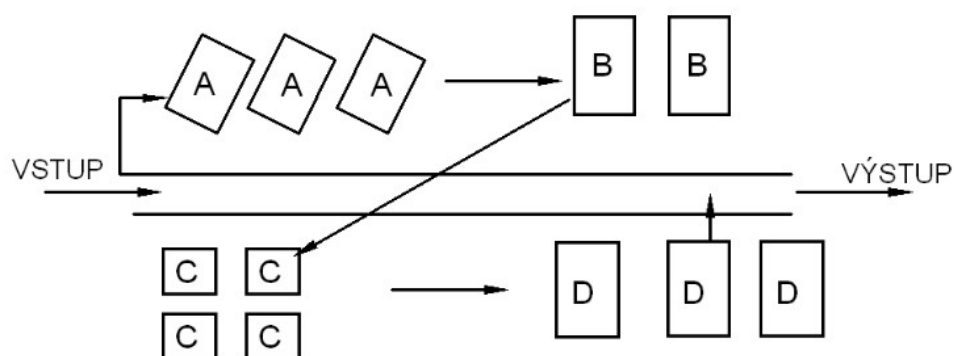
Při tomto uspořádání jsou stroje a pracoviště v dílně seskupeny náhodně. Vidíme je tam, kde nebylo před umístěním možné určit materiálový tok, návaznost operací, organizační a řídicí vztahy. Bývá často v prototypových a údržbářských dílnách s kusovou výrobou. Například při nákupu nového stroje se tento umístí na volné místo. Tento způsob uspořádání je považován za zcela nevyhovující a prakticky se už téměř nepoužívá. [2]



Obr. 1.1 Volné uspořádání pracovišť a strojů. [6]

1.2.2 Technologické uspořádání

V tomto uspořádání jsou v technologických postupech operace i stroje stavěny podle technologické příbuznosti.



Obr. 1.2 Technologické uspořádání pracovišť a strojů. [6]

Výhody:

- změna výrobního programu nenaruší výrobu,
- snadné zavedení vícestrojové obsluhy,
- lepší využití strojů,

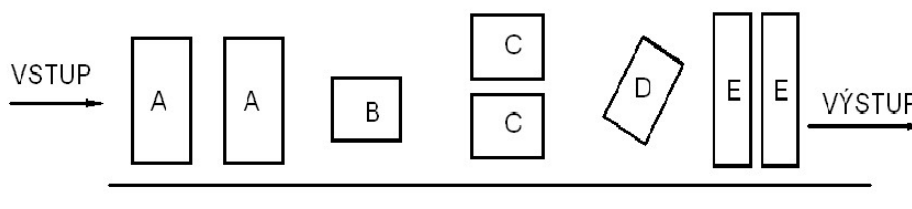
- poruchy strojů nenaruší výrobu,
- nižší spotřeba nástrojového vybavení,
- mistři se mohou specializovat podle profesí,
- snadnější údržba.

Nevýhody:

- komplikovaný tok materiálu,
- rostou náklady na dopravu,
- dlouhá průběžná doba,
- vyšší nároky na výrobní plochu,
- rostou nároky na centrální mezisklad,
- zvyšuje se objem oběžných prostředků. [2]

1.2.3 Předmětné uspořádání

Je vhodné především při vyšší sériovosti výroby nebo při opakované výrobě malých sérií. Pracoviště jsou řazena dle technologického postupu.



Obr. 1.3 Předmětné uspořádání pracovišť. [6]

Výhody:

- snížení rozpracovanosti,
- zkrácení manipulačních drah,
- zkrácení mezioperačních časů,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zmenšená potřeba výrobních ploch,
- snížení nákladů na skladování,

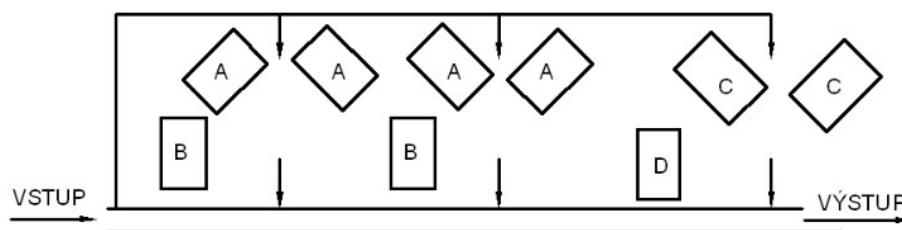
- zlepšení operativního řízení výroby,
- vedoucí pracovník může mít zodpovědnost za uzavřený výrobní cyklus.

Nevýhody:

- změna výrobního programu vyvolá značné změny ve strojním zařízení i uspořádání strojů,
- snížením objemu výroby poklesne využití strojů,
- nutnost konstrukce speciálních nákladných jednoúčelových strojů. [2]

1.2.4 Modulární uspořádání

Toto uspořádání je charakteristické seskupováním stejných technologických bloků, z nichž každý plní více technologických funkcí. Celý provoz se tak skládá ze stejných nebo podobných skupin pracovišť – modulů. [5]



Obr. 1.4 Modulární uspořádání pracovišť. [6]

Výhody:

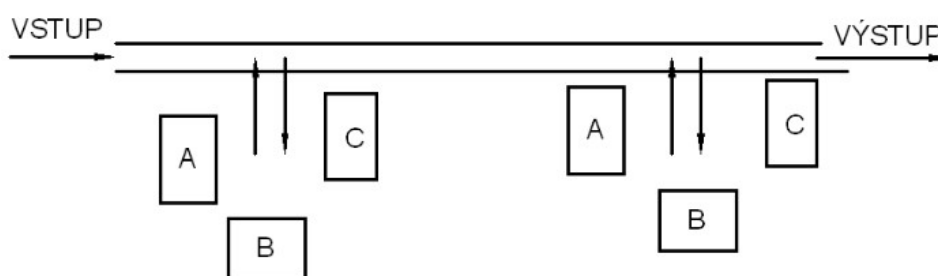
- vysoká produktivita práce,
- zkrácení operačních časů,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zkrácení manipulačních drah,
- zlepšení organizace práce a řízení výroby.

Nevýhody:

- vyšší nároky na technickou přípravu výroby,
- vysoká cena strojů a zařízení. [2]

1.2.5 Buňkové a hnízdové uspořádání

Jedná se o modifikaci modulárního uspořádání. Buňku obvykle tvoří vysoce produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím. Příkladem může být plně automatizované nebo robotizované pracoviště.



Obr. 1.5 Buňkové nebo hnízdové uspořádání pracovišť. [6]

Výhody:

- vysoká produktivita práce,
- minimalizovaná manipulace s materiálem,
- přesné dodržování technologické kázně a s tím spojené zvýšení kvality výroby.

Nevýhody:

- prakticky stejné jako u modulárního uspořádání. [5]

1.2.6 Kombinované uspořádání

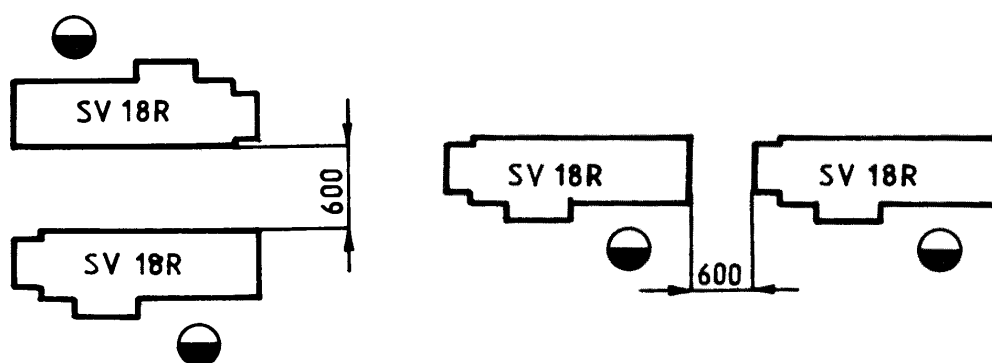
Při projektování větších celků nemusí projektant volit jen jeden způsob uspořádání pracovišť, ale může použít kombinaci více způsobů. Nejčastěji se v praxi kombinují například technologické a předmětné uspořádání. V tomto uspořádání je snaha využít výhody a minimalizovat nevýhody jednotlivých uspořádání.

1.3 Zásady rozmíst'ování jednotlivých strojů

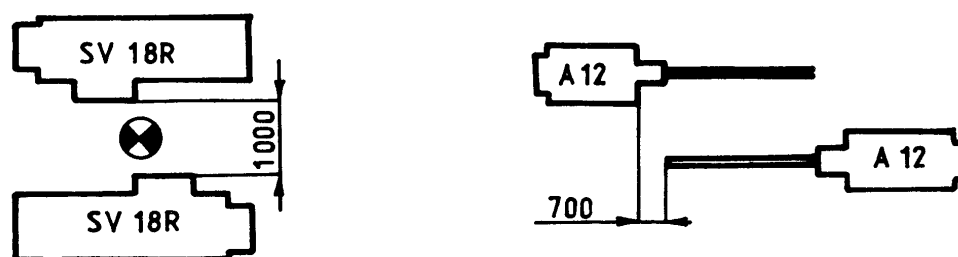
V dispozičním řešení zakreslujeme stroj jeho krajními rozměry, včetně vyznačení jeho krajní polohy pohybující se části stroje. I když při rozmíst'ování chceme sestavit návrh tak, abychom zabrali co nejmenší plochu, musíme dodržovat základní projektantské zvyklosti a normy, které jsou stanoveny z hlediska bezpečnosti a hygieny práce. Projektant musí znát stroj, vědět, kde je pracovní místo dělníka a ze které strany je stroj napojen na elektrický proud. V dispozici kreslíme i jeho všechno příslušenství, skříňky na nářadí, regály, odkládací prostory i pracoviště dělníka.

Pro lehké obrobny počítáme na stroj 8 až 12 m², pro středně těžké zařízení 20 až 25 m², pro zvláště těžkou výrobu 50 i 70 m². Rozmístění strojů kótujeme od sloupů ke krajnímu obrysu stroje. [2]

1.3.1 Vzdálenosti mezi jednotlivými stroji a zařízeními:

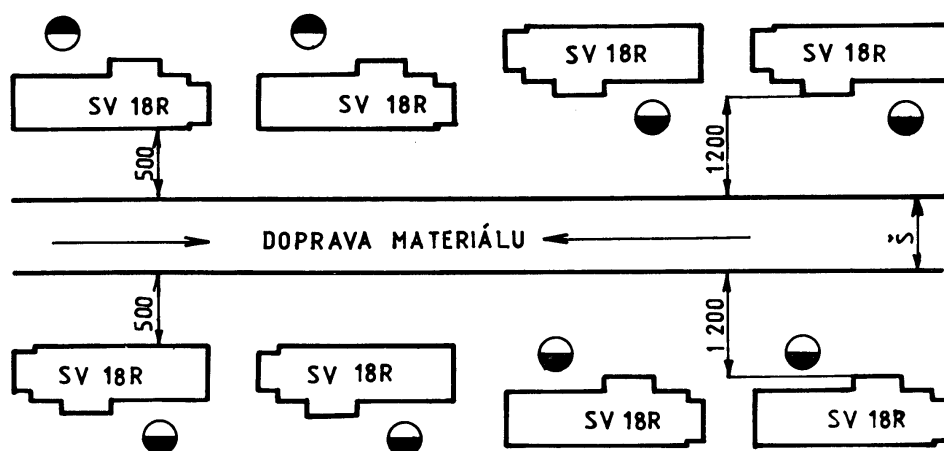


Obr. 1.6 Dvojice soustruhů. [10]

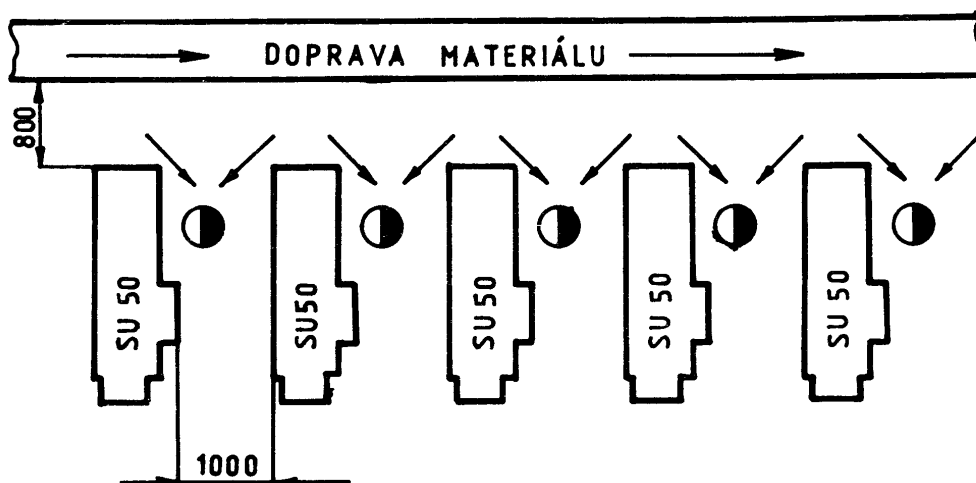


Obr. 1.7 Dvoustrojová obsluha. [10]

1.3.2 Vzdálenosti od dopravních cest:

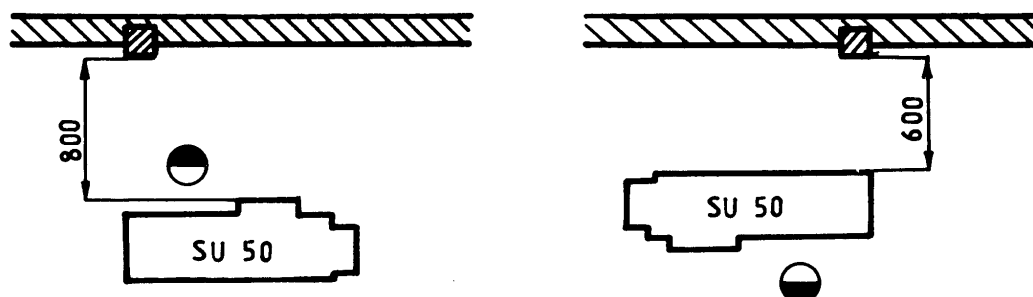


Obr. 1.8 Vzdálenosti od dopravních cest. [10]

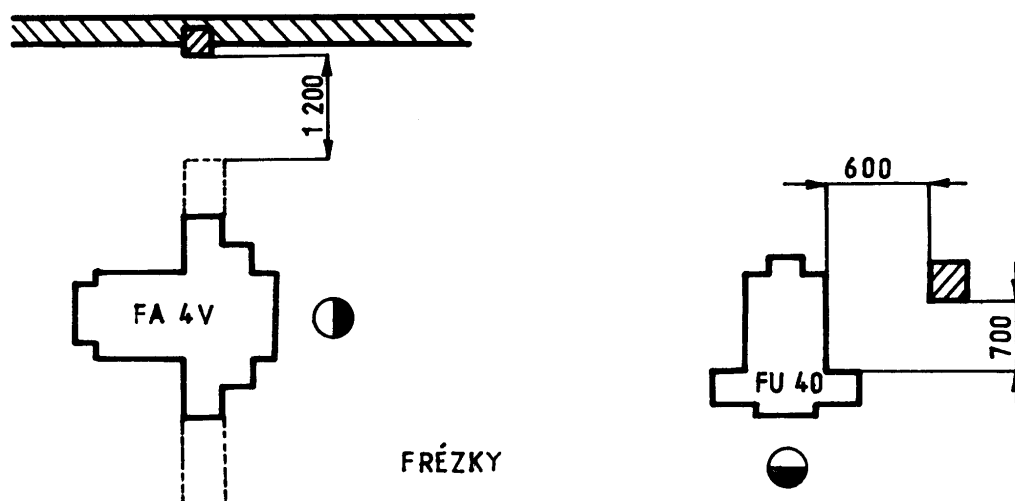


Obr. 1.9 Vzdálenosti od dopravních cest. [10]

1.3.3 Vzdálenosti od stěn a sloupů:



Obr. 1.10 Soustruhy. [10]



FRÉZKY

Obr. 1.11 Frézky. [10]

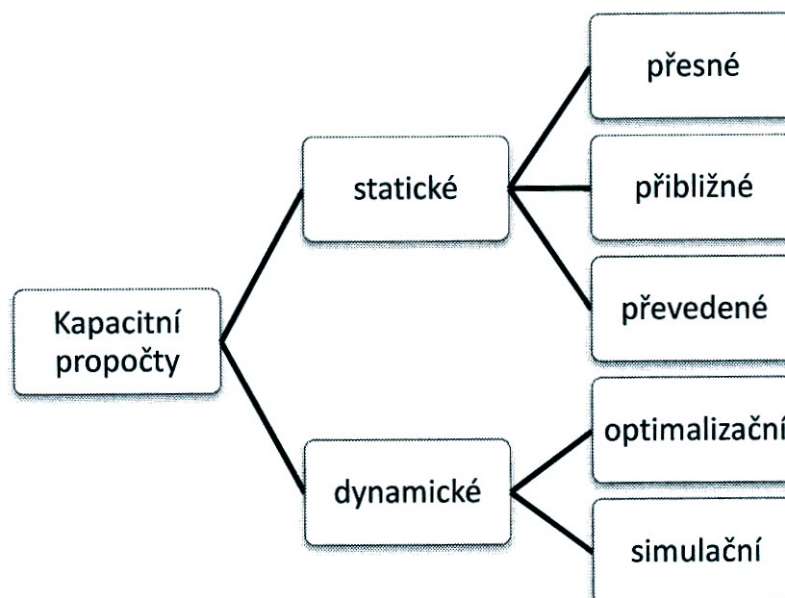
1.4 Kapacitní propočty

Kapacitní propočty využíváme především pro stanovení vztahů mezi výrobním programem (výrobními úkoly) a výrobním profilem (výrobními zdroji). [8]

Kapacitní propočty využíváme především pro stanovení vztahů mezi výrobním programem (výrobními úkoly) a výrobním profilem (výrobními zdroji). [8]

Pomocí kapacitních propočtů lze například: [9]

- **Stanovit strukturu výrobního systému** – kvantifikovat potřebu hmotných prvků (materiálů, strojů, energií, výrobních ploch atd.) a pracovních sil vzhledem k výchozím požadavkům technologického projektu tj. daným sortimentem, objemem a kvalitou výrobního programu,
- **Optimalizovat časové využití stávajících výrobních zdrojů** – s ohledem na strukturu výrobního programu,
- **Modelovat (simulovat) provozuschopnost a dynamiku jednotlivých zdrojů** – v systémové návaznosti hlavních a vedlejších činností výrobního procesu.



Obr. 1.12 Rozdělení kapacitních propočtů. [8]

1.4.1 Stanovení představitele výrobku

Děláme-li kapacitní propočet na provoz vyrábějící málo druhů výrobků, provádíme kapacitní propočty jednotlivé pro každý druh. Vyrábí-li projektovaná organizace mnoho druhů výrobků, určíme si jednoho nebo více představitelů a kapacitní propočet provádíme na technologii daného představitele. Samozřejmostí je, že je volen takový výrobek, který charakterizuje celou skupinu, kterou zastupuje.

Přepočtený počet kusů představitele můžeme počítat přepočtem z výkonových norem: [2]

$$N_p = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_m t_m}{t_p} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i t_i}{t_p} \quad (1.1)$$

kde N_p ... přepočtený počet kusů představitele [ks/rok]

n_i ... počet i-tého výrobku [ks/rok]

t_i ... pracnost i-tého výrobku [Nh]

t_p ... pracnost představitele [Nh]

m ... počet vyráběných druhů výrobků [ks]

1.4.2 Stanovení časových fondů

K určení potřebného počtu pracovišť, strojů, zařízení a dělníků potřebujeme znát jejich časové možnosti, kolik hodin v roce budou pracovat. Hovoříme zde o tzv. efektivních časových fondech, které jsou jiné pro ruční pracoviště, stroj a dělníka. Při výpočtech vycházíme z kalendářního roku a počtu pracovních dnů.

E_r – Roční fond ručního pracoviště v jedné směně je stejný jako celkový roční počet pracovních hodin ve směně. U ručního pracoviště se nepočítá s odstavením na opravy.

E_s – Efektivní časový fond stroje [h/rok] při jedné směně. Z celkového počtu pracovních dnů bývá stroj průměrně 12 dnů odstaven z důvodu plánované opravy a údržby a 3 dny z důvodu neplánované opravy (poruchy). Z celkového počtu pracovních dnů to činí asi 6%. U velkých strojů pak 10%. [2]

$$E_s = E_r - (0,04 \div 0,08) \cdot E_r \quad (1.2)$$

Při výpočtu fondu dělníka musíme počítat se snižováním fondu o průměrnou délku dovolené a o tzv. neplánovanou absenci. [2]

$$E_d = E_r - (15 + 15) \cdot 8 \quad (1.3)$$

1.4.3 Počet strojů a zařízení

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (1.4)$$

kde: P_{th} ... teoretický počet strojů [ks].

t_k ... kusový čas na danou operaci [Nh].

E_s ... efektivní fond stroje v jedné směně [h/rok].

N ... počet vyráběných kusů [ks].

S_s ... směnnost strojních pracovišť.

k_{pns} ... koeficient překračování norem. [2]

Pro zajištění možných přesunů a jiná opatření a hodnocení nám slouží rozbor využití operace.

$$\eta_{op} = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1.5)$$

kde: η_{op} ... využití strojů dané operace [%]

P_{th} ... teoreticky vypočtený počet strojů [ks]

P_{sk} ... skutečný počet strojů [ks]

1.4.4 Výrobní dělníci

Dělníci strojní:

$$D_{VSI} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (1.6)$$

$$D_{VSH} = (S_s - 1) D_{VSI} \quad (1.7)$$

Dělníci ruční:

$$D_{VRI} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_R \cdot S_R \cdot k_{pnR}} \quad (1.8)$$

$$D_{VRII} = D_{VRI} + D_{VRII} \quad (1.9)$$

Celkový počet výrobních dělníků:

$$D_V = D_{VS} + D_{VR} \quad (1.10)$$

kde: D_{vSI}, D_{vSII} ... počet výrobních strojních dělníků v 1. a 2. směně
 S_S, S_R ... směnnost strojních a ručních dělníků
 D_{VRI}, D_{VRII} ... počet výrobních dělníků ručních v 1. a 2. směně
 D_V ... celkový počet výrobních dělníků

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole je představena firma Axona, s.r.o., rozebrán současný stav včetně tržních možností a nevržena optimalizace výrobního programu vzhledem k možné a očekávané situaci na trhu.

2.1 Představení firmy

Firma Axona, s.r.o. je na trhu od roku 1997 a její výrobní program zahrnuje především:

- kovoobrábění,
- zámečnictví,
- výzkum a vývoj v oblasti přírodních a technických věd nebo společenských věd,
- výroba elektrických strojů a přístrojů a elektronických zařízení pracujících na malém napětí a výroba elektrického vybavení,
- příprava a vypracování technických návrhů.



Obr. 2.1 Logo společnosti.

2.2 Analýza stávajících tržních možností

Firma Axona, s.r.o. není příliš známá, proto zákazníci nemohou firmu ani sami najít. Velkým nedostatkem je absence jakýchkoli internetových stránek a firma není uvedena ani v žádném katalogu firem. Dále firma neinvestuje do žádné reklamy. Navíc vyrábí především pro jednoho odběratele, který kdyby zkrachoval nebo se dostal do problémů, ohrozil by existenci firmy Axona, s.r.o. Jednotlivé analýzy jsou rozebrány v následujících kapitolách.

2.3 Externí analýza – SLEPT, Porter

Z hlediska firemního marketingu je důležitý rozbor aktuálních podmínek a trendů v následujících oblastech:

- sociální,
- právní prostředí a legislativa
- ekonomické prostředí
- politické prostředí
- technologické faktory
- environmentální faktory

Pro analýzu oborového okolí můžeme využít například Porterovu analýzu. Profesor M. Porter z Harvardu v souvislosti s analýzou identifikoval pět vlivů, které mohou ovlivnit firmu a které mohou ovlivnit firmu a těmito faktory je potřeba se podrobně zabývat:

- konkurence mezi firmami
- hrozba vstupu nových firem
- ohrožení ze strany substitutů
- síla dodavatelů
- síla odběratelů [7]

Výsledky analýzy jsou uvedeny v následující tabulce. Největší rizika vnějšího okolí se pro firmu podle analýzy nalézají v sociální oblasti, kde je problém sehnat kvalifikovanou pracovní sílu a dále v oblasti ekonomické, kde vlivem recese může dojít k poklesu poptávky. V oborovém okolí získal nejvíce bodů vliv nové konkurence, ale není příliš významný.

Tab. 2.1 Analýza okolí firmy

	Faktor	Slovní popis	Hodnocení	Váha	Celkové hodnocení (riziko)
			1- nejlepší 10 – nejhorší	1- nejnižší 5 - nejvyšší	
Vnější okolí - SLEPT	Sociální oblast	Nekvalifikovaná pracovní síla, rozdílné požadavky zákazníků vzhledem k jejich rozdílnému kulturnímu prostředí	6	4	24
	Legislativa	Příliš vysoká daňová zátěž	4	4	16
	Ekonomika	Kurzové rozdíly, pokles poptávky vzhledem k recesi	5	5	25
	Politika	Politická kultura se postupně po pádu totality zlepšuje a nepřináší rizika.	2	2	4
	Technologie	Vysoká technologická úroveň ve všech oborech souvisejících s podnikáním firmy.	3	3	9
Oborové okolí - PORTER	Stávající Konkurence	Konkurence minimální, jde o příliš specifické výrobky.	3	4	12
	Nová konkurence	Levná asijská konkurence zaměřená na kvantitu	4	4	16
	Substituty	Firma se zaměřuje na příliš úzký segment trhu, takže substituty téměř vyloučeny.	3	1	3
	Dodavatelé	Dodavatelský trh je téměř přesycen, dodavatelé problémy nepůsobí. Problém je jen ten, že dodavatelé odmítají malé objednávky, což se dá snadno vyřešit přes subdodavatele.	3	2	6
	Odběratelé	Odběratelé jsou vědecké instituce po celém světě, takže v některých zemích je platební morálka poněkud horší.	3	4	12

2.4 Interní analýza – SWOT

Při posuzování interních firemních faktorů nás především zajímají firemní silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Takto koncipovaná analýza je označována jako SWOT podle počátečních písmen anglického označení Strengths – Weaknesses – Opportunities- Threats. V tomto pojetí jsou příležitosti a hrozby pojímány ve vztahu k firmou oslovenému trhu ne interně ve firmě. Jde tedy o obchodní firemní příležitosti a vnější hrozby, které mohou firemní úspěch ovlivnit. [7]

Tab. 2.2 SWOT analýza [3]

	Pomocné dosažení cíle	Škodlivé dosažení cíle
Vnitřní původ (atributy organizace)	Silné stránky <ul style="list-style-type: none"> ▪ podnikání v oboru s omezenou konkurencí, ▪ unikátní produkt, ▪ dlouhé zkušenosti v oboru, ▪ dobré kontakty s výhradním odběratelem, ▪ dostatečná technická vybavenost. 	Slabé stránky <ul style="list-style-type: none"> ▪ absence internetových stránek, ▪ absence reklamy, ▪ absence firmy v internetových katalogích a telefonních seznamech, ▪ zastaralost strojového parku, ▪ malý počet zákazníků.
Vnější původ (atributy prostředí)	Příležitosti <ul style="list-style-type: none"> ▪ rostoucí poptávka především z rozvíjejících se ekonomik, ▪ spolupráce s novými dodavateli, ▪ vzrůstající poptávka po produktech, ▪ spolupráce s novými dodavateli. 	Hrozby <ul style="list-style-type: none"> ▪ nedostatek kvalifikovaných pracovních sil, ▪ zhoršení situace na trhu v důsledku globální hospodářské recese, ▪ zvyšování se cen energií, ▪ ohrožení ze strany dodavatelů.

Strategie plynoucí ze SWOT analýzy

Firma se po této analýze může zaměřit na jednotlivé dílčí strategie a to:

- **S-O-Strategie:**

Vývoj nových metod, které jsou vhodné pro rozvoj silných stránek společnosti.

- **S-T-Strategie:**

Použití silných stránek pro zamezení hrozeb.

- **W-O-Strategie:**

Odstranění slabin pro vznik nových příležitostí.

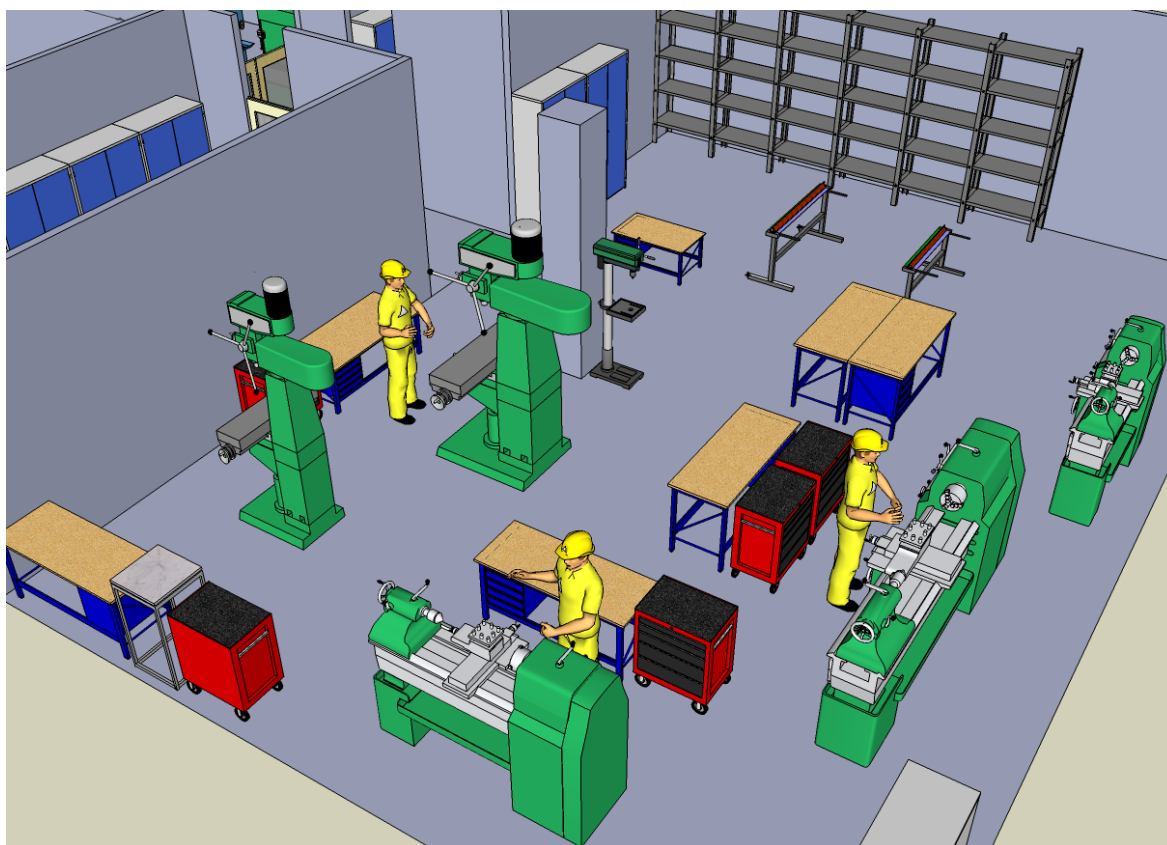
- **W-T-Strategie:**

Vývoj strategií, díky nimž je možné omezit hrozby, ohrožující naše slabé stránky. [7]

Po předchozí analýze se zdá být pro firmu nejvhodnější zvolit W-O-Strategii.

2.5 Současné uspořádání pracoviště

Jak už vyplývá z kapitoly 1.1, tak firma se zabývá lehkou strojírenskou kusovou až malosériovou výrobou. Obrobna má podlahovou plochu 100 m². Nachází se v ní celkem 3 soustruhy, 2 frézky a 7 ostatních strojů. Tyto stroje obsluhují 3 zaměstnanci. Dále je součástí firmy montážní pracoviště o celkové podlahové ploše 20 m², které je obsluhováno jedním zaměstnancem. Další prostory tvoří sklad o ploše 33 m² a šatna o ploše 13 m².



Obr. 2.2 Současné uspořádání pracoviště.

2.6 Vývoj průmyslu v ČR

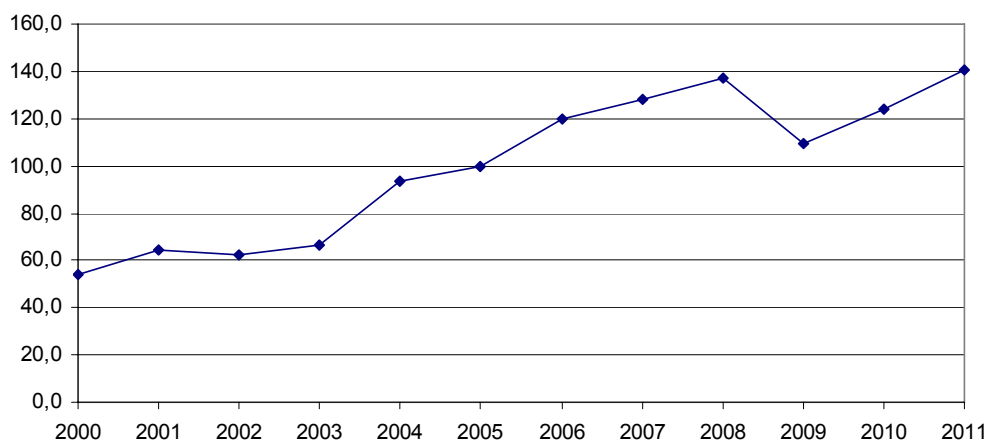
Výrobky firmy míří výhradně na export, proto je nutno přihlídnout k vývoji průmyslových zakázek ze zahraničí. Data dle českého statistického úřadu jsou uvedena v následující tabulce grafu.

Tab. 2.3 Nové průmyslové zakázky ze zahraničí (za vybraná odvětví) - bazické indexy (běžné ceny) [4].

(průměr roku 2005 = 100)

CZ-NACE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Průmysl ČR	45,5	64,8	70,9	75,1	92,6	100,0	118,0	133,0	125,9	106,9	124,8	139,8
13 Výroba textilií	62,6	102,8	95,5	94,9	98,9	100,0	107,2	114,8	94,3	80,8	90,0	101,9
14 Výroba oděvů	73,5	118,9	113,3	109,2	102,4	100,0	87,5	84,7	60,0	73,5	73,1	75,9
17 Výroba papíru a výrobků z papíru	59,4	84,9	86,0	79,3	94,0	100,0	94,4	107,0	92,9	93,3	112,9	112,0
20 Výroba chemických látek a chemických přípravků	53,7	100,1	97,9	81,8	92,6	100,0	117,1	130,0	120,7	103,4	119,4	127,9
21 Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků	44,0	76,8	81,6	72,2	79,6	100,0	97,2	128,5	136,0	124,9	112,4	117,8
24 Výroba základních kovů, hutní zpracování; slévárenství	68,2	71,1	63,4	75,0	100,4	100,0	117,5	125,6	138,1	82,5	111,7	123,1
25 Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení	54,0	64,7	62,1	66,7	93,7	100,0	119,6	127,8	137,1	109,3	124,3	140,4
26 Výroba počítačů, elektronických a optických přístrojů a zařízení	20,0	43,8	80,1	80,6	109,0	100,0	111,1	111,4	112,5	94,6	106,5	135,4
27 Výroba elektrických zařízení	31,3	57,6	55,4	66,1	85,4	100,0	126,5	151,4	136,9	118,9	143,9	160,3
28 Výroba strojů a zařízení, j.n.	36,9	49,2	52,6	61,3	79,8	100,0	129,5	155,6	149,6	109,7	135,6	152,0
29 Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů	50,5	65,9	71,9	77,3	90,0	100,0	119,8	138,4	122,4	113,5	131,9	144,2
30 Výroba ostatních dopravních prostředků a zařízení	37,0	65,1	49,2	92,7	87,1	100,0	96,7	134,1	147,1	191,4	181,7	206,0

Nové průmyslové zakázky ze zahraničí - výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení



Obr. 2.3 Růst zakázek ze zahraničí v jednotlivých letech (průměr roku 2005 = 100) [4].

2.7 Optimalizace výrobního programu

Z předchozích analýz vyplývá, že hlavním nebezpečím by mohla být slabá poptávka ze strany výhradního odběratele, proto je z dlouhodobého hlediska vhodné, zajistit si více zákazníků, aby nedocházelo k velkým výkyvům poptávky a tím spojeným existenčním problémům. Jak ale vyplývá ze statistických dat o našem zpracovatelském průmyslu, tak je období propadu zažehnáno a firma by se měla zaměřit na efektivní vytížení pracoviště, zvláště s důrazem na zvyšování objemu produkce.

3 KAPACITNÍ PROPOČET

3.1 Volba představitelů

V této kapitole je rozebrána volba představitele neboli reprezentanta. Jelikož firma vyrábí velké množství výrobků, byly tyto rozřizeny do čtyřech skupin.

První skupinou jsou součásti frézované drobné, představitelem byla zvolena součást 02-07.

$$N_{p1} = \frac{n_1 t_1 + n_1 t_1 + n_1 t_1 \dots n_m t_m}{t_p} = \frac{549,9}{0,15} = 3666 \text{ ks/rok} \quad (3.1)$$

Druhou skupinu tvoří součásti frézované velké deskové, představitelem byla zvolena součást 01-03.

$$N_{p2} = \frac{1294,7}{3} = 431 \text{ ks/rok} \quad (3.2)$$

Třetí skupinu tvoří součásti soustružené drobné, představitelem byla zvolena součást 01-12

$$N_{p3} = \frac{583,5}{0,3} = 1945 \text{ ks/rok} \quad (3.3)$$

Čtvrtá skupina zahrnuje součásti soustružené větší, představitelem byla zvolena součást číslo 01-06.

$$N_{p4} = \frac{1165,95}{0,15} = 7773 \text{ ks/rok} \quad (3.4)$$

3.2 Roční využitelné časové fondy

Roční fond ručního pracoviště v jedné směně:

$$E_r = (365 - 52 - 52 - 9) \cdot 8 = 2016 \text{ hod/rok} \quad (3.5)$$

Roční fond strojního pracoviště v jedné směně:

$$E_s = E_r - (0,04 \cdot E_r) = 2016 - (0,04 \cdot 2016) = 1935 \text{ hod/rok} \quad (3.6)$$

Efektivní časový fond dělníka:

$$E_d = E_r - (15 + 15) \cdot 8 = 2016 - 30 \cdot 8 = 1776 \text{ hod/rok} \quad (3.7)$$

3.3 Stanovení počtu strojů a zařízení

3.3.1 Počet strojů pro prvního představitele

$N=3666\text{ks}$; $E_s=1935\text{hod/rok}$; $S_s=1$; $k_{pns}=1,2$; $t_{k1}=9$.

$$P_{th1} = \frac{t_{k1} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{9 \cdot 3666}{60 \cdot 1935 \cdot 1 \cdot 1,2} = \underline{\underline{0,2368}} ; P_{sk1}=1 \text{ stroj.} \quad (3.8)$$

Pro zabezpečení výroby představitele č. 1 bude zapotřebí 1 stroj.

3.3.2 Počet strojů pro druhého představitele

$$P_{th2} = \frac{t_{k2} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{180 \cdot 431}{60 \cdot 1935 \cdot 1 \cdot 1,2} = \underline{\underline{0,5568}} ; P_{sk2}=1 \text{ stroj.} \quad (3.9)$$

Pro zabezpečení výroby představitele č. 2 bude zapotřebí 1 stroj.

3.3.3 Počet strojů pro třetího představitele

$$P_{th3} = \frac{t_{k3} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{18 \cdot 1945}{60 \cdot 1935 \cdot 1 \cdot 1,2} = \underline{\underline{0,2513}} ; P_{sk3}=1 \text{ stroj.} \quad (3.10)$$

Pro zabezpečení výroby představitele č. 3 bude zapotřebí 1 stroj.

3.3.4 Počet strojů pro čtvrtého představitele

$$P_{th4} = \frac{t_{k4} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{9 \cdot 7773}{60 \cdot 1935 \cdot 1 \cdot 1,2} = \underline{\underline{0,5021}} ; P_{sk4}=1 \text{ stroj.} \quad (3.11)$$

Pro zabezpečení výroby představitele č. 4 bude zapotřebí 1 stroj.

3.4 Výpočet využití strojů

Využití stroje pro představitele č.1.:

$$\eta_1 = \frac{P_{th1}}{P_{sk1}} \cdot 100 = \frac{0,2368}{1} \cdot 100 = \underline{\underline{23,68\%}} \quad (3.12)$$

Využití stroje pro představitele č.2.:

$$\eta_2 = \frac{P_{th2}}{P_{sk2}} \cdot 100 = \frac{0,5568}{1} \cdot 100 = \underline{\underline{55,68\%}} \quad (3.13)$$

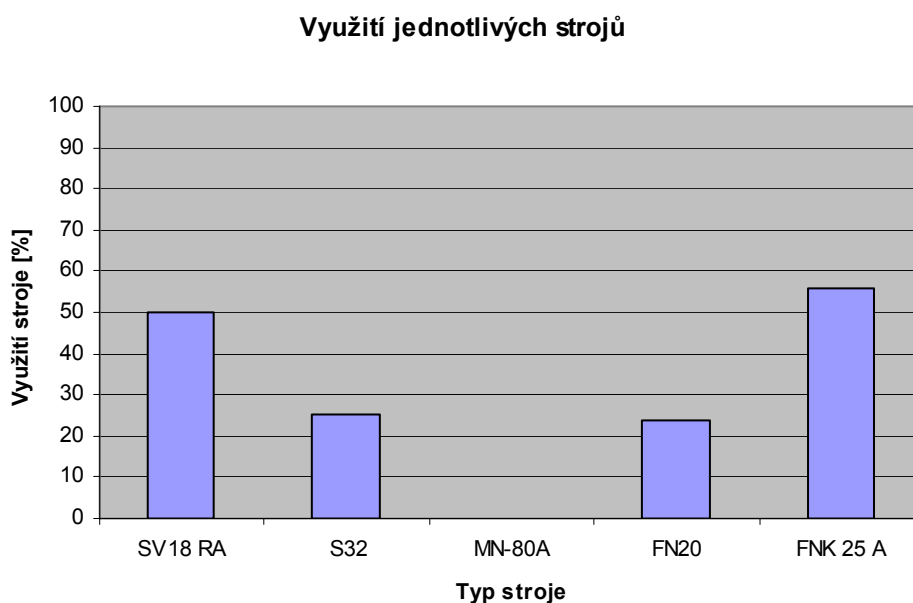
Využití stroje pro představitele č.3.:

$$\eta_3 = \frac{P_{th3}}{P_{sk3}} \cdot 100 = \frac{0,2513}{1} \cdot 100 = \underline{\underline{25,13\%}} \quad (3.14)$$

Využití stroje pro představitele č.4.:

$$\eta_4 = \frac{P_{th4}}{P_{sk4}} \cdot 100 = \frac{0,5021}{1} \cdot 100 = \underline{\underline{50,21\%}} \quad (3.15)$$

Vzhledem k procentnímu vytížení jednotlivých strojů lze konstatovat, že lze dosáhnout vyššího vytížení snížením stavu strojového parku. Další možností je, že námi zvolená metoda není nejobjektivnější a bylo by vhodné ji ověřit i jinou metodou. Například experimentální s měřením skutečného času výroby.



Obr. 3.1 Současné využití jednotlivých strojů.

3.5 Výpočet výrobních dělníků

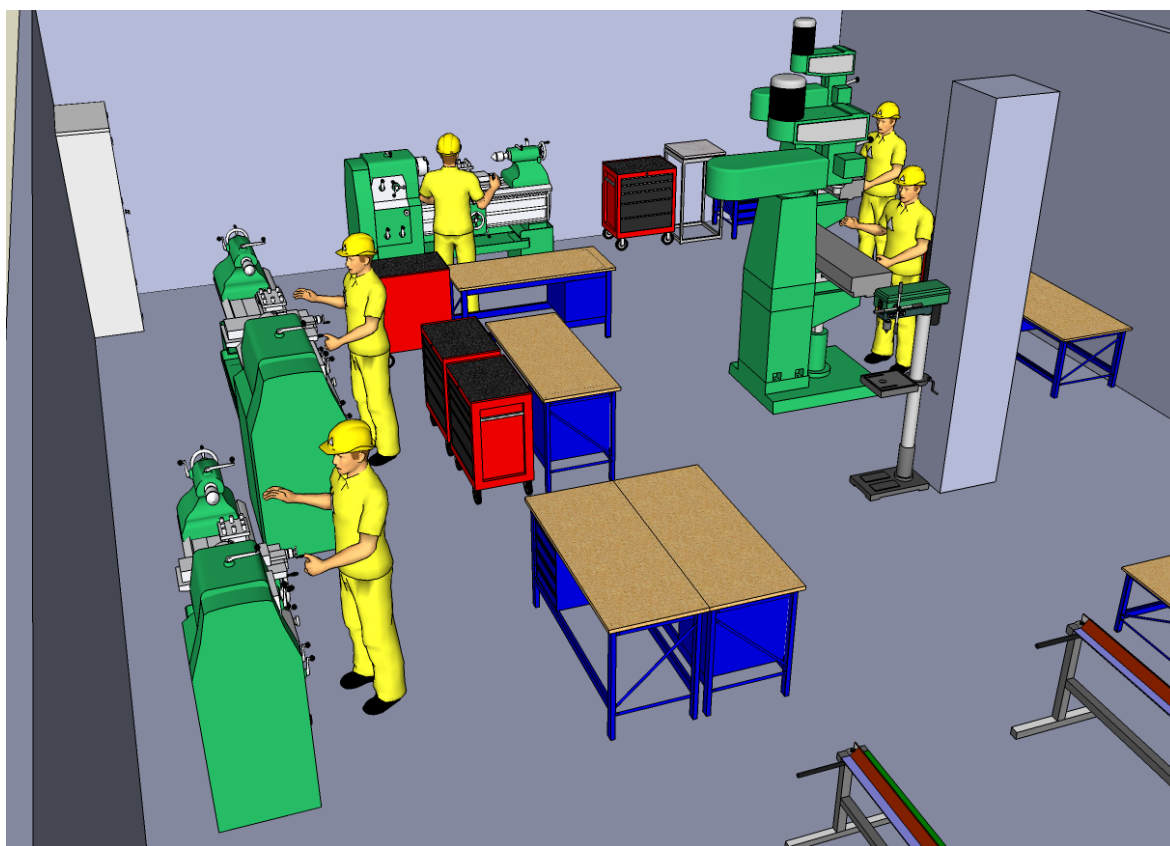
Počet dělníků bude odpovídat počtu strojů protože se jedná o jednosměnný provoz. To znamená, že by výrobu zabezpečovali 4 dělníci. Nicméně podle nízkého vytížení jednotlivých strojů lze konstatovat, že je záhodno některé stroje zrušit.

4 NÁVRH PRACOVIŠTĚ

Na základě předchozích analýz je patrné, že největším rizikem je nedostatek objednávek od majoritního zákazníka, ale zároveň hrozí, že firma nebude stíhat vyrábět. Proto budou voleny varianty, které zohlední všechny tyto faktory.

4.1 Varianta I

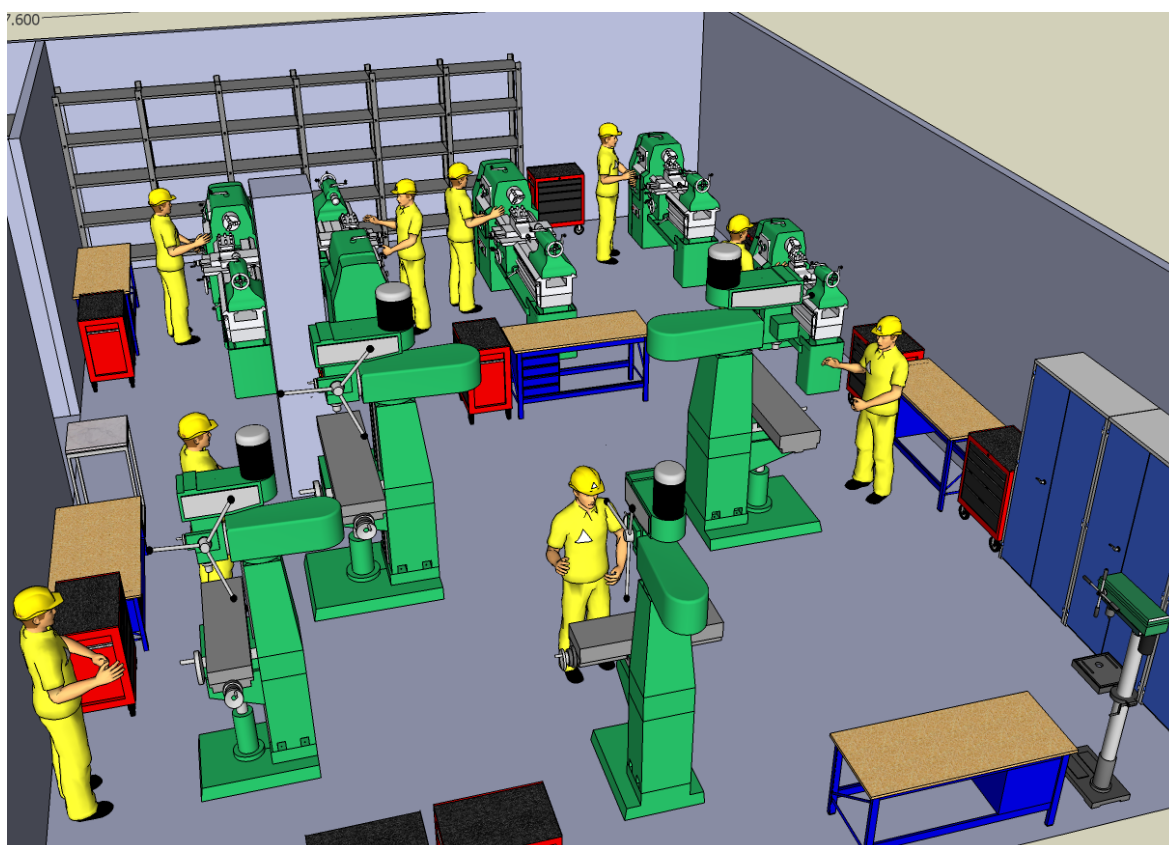
Kapacita stávajícího pracoviště je dosti nevytížená, proto první varianta bude počítat jen s drobnými změnami a se zvýšením vytiženosti pracoviště. Bude potřeba přijmout nové pracovníky. Nicméně tato varianta nezlepšila stávající stav a to velkou vzdáleností skladu materiálu. I když pracovníci půjdou do skladu jednou za den, celoroční ztráta času může být více než významná. Detailní výkres dispozic je vyobrazen v příloze 1.



Obr. 4.1 Varianta I.

4.2 Varianta II

Vzhledem k tomu, že je zde možnost zvýšit počet strojů, bude tato varianta uvažovat maximální využití plochy, novými stroji. Také bude potřeba přijmout nové pracovníky. Současná výrobní plocha skrývá značné rezervy, proto bylo přistoupeno k nákupu nového vybavení a obsazení co největší plochy stroji. Byly zde umístěny nově dva soustruhy a dvě frézky, čímž stoupl strojní park na dvojnásobek. Nicméně jde dosáhnout stejného efektu zavedením dvojsměnného provozu a odpadnou náklady na nákup nových strojů. Čímž by se tato varianta stala nevýhodnou. Tato varianta ale také nedosáhla výsledku přiblížení skladu materiálu ke strojům. Detailní výkres dispozic je vyobrazen v příloze 2.

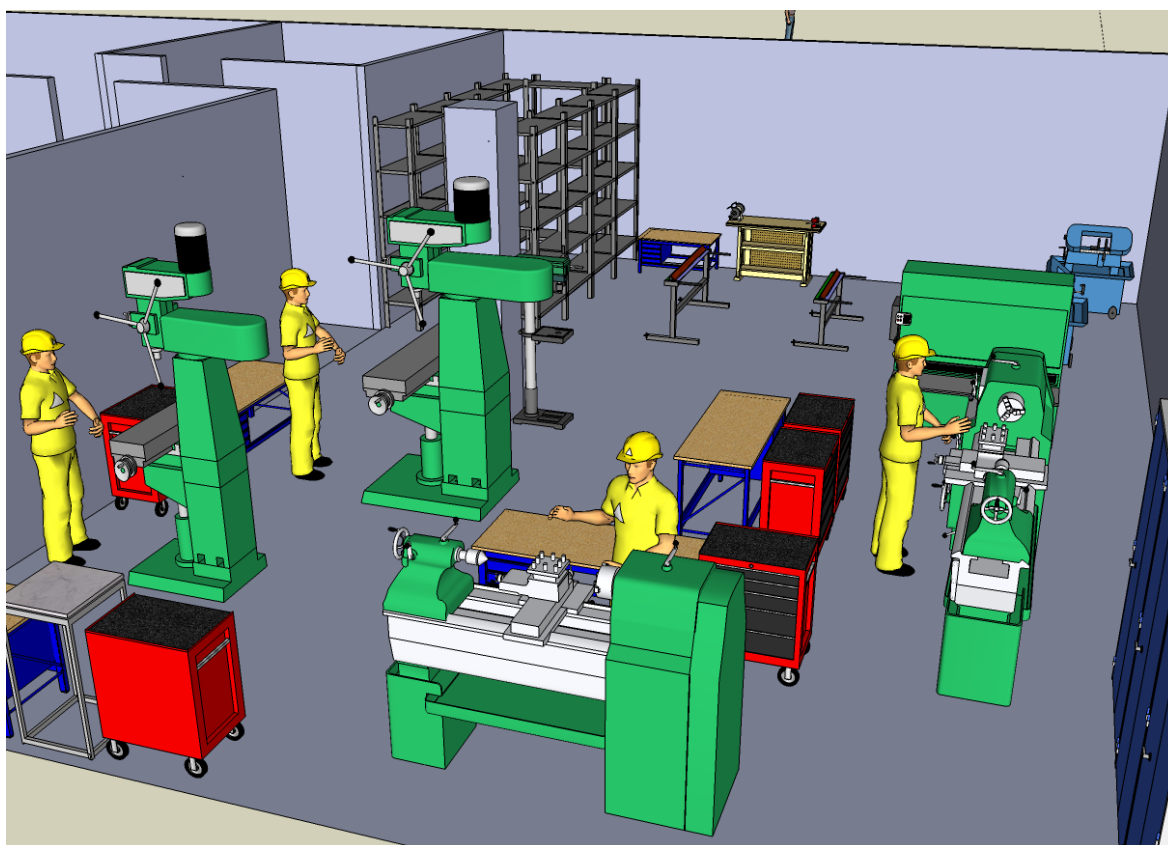


Obr. 4.2 Varianta II.

4.3 Varianta III

Třetí varianta bude předpokládat snížení množství produkce a s ním spojenou minimalizaci nákladů včetně zmenšování výrobních ploch. Je to varianta, která hned na první pohled zaujme svou jednoduchostí. Navíc došlo k úspoře výrobních a skladovacích ploch o 32 m², což může ušetřit nemalou částku na nájmem.

Tato varianta také vyzdvihuje fakt, jak jsou prostorově úsporné skladové regály, když jsou umístěny všechny na co nejmenším prostoru. Tímto řešením se nám podařilo zkrátit největší docházkovou vzdálenost do skladu na polovinu a to z 20 na 10 metrů. Jen při pětiminutové úspoře času denně na jednoho pracovníka to může znamenat až 18,5 hodiny ročně, což při počtu třech zaměstnanců znamená téměř 7 pracovních směn strávených na cestě do skladu. Tato varianta by byla určitě volena při propadu poptávky.



Obr. 4.3 Varianta III.

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Výběr nejvhodnější varianty bude proveden pomocí multikriteriálního hodnocení. Toto hodnocení se provede tak, že nejprve budou určena hodnotící kritéria a k nim následně stupně důležitosti neboli váhy kritéria s hodnotou 1÷5. Následně se ohodnotí jednotlivé varianty body 1÷5 dle toho, jak jednotlivá varianta splňuje dané kritérium. Varianta, získá nejvíce bodů, bude vybrána za nejvýhodnější.

5.1 Volba kritérií multikriteriálního hodnocení

Aby bylo možno ohodnotit zvolené varianty co nejlépe, budou volena kritéria nejlépe charakterizující situaci posuzované firmy. První tři kritéria jsou technického charakteru a následující dvě charakteru ekonomického.

Tabulka 5.1 Návrh jednotlivých kritérií multikriteriálního hodnocení.

Označení kritéria	Váha kritéria	Název kritéria	Popis kritéria
T1	5	Bezpečnost práce	Plný počet bodů získá nejbezpečnější varianta.
T2	5	Manipulace s materiálem	Nejvíce bodů získá varianta, která zajistí nejkratší dobu manipulace s materiálem.
T3	3	Rozmístění strojů	Maximální počet bodů získá varianta s nejlepším rozmístěním.
E1	2	Náklady na provoz	Nejvyšší počet bodů získá nejlevnější varianta.
E2	4	Náklady na přesun strojů	Nejvyšší počet bodů získá nejlevnější varianta.

5.2 Hodnocení jednotlivých variant

5.2.1 Varianta I

Kritérium bezpečnosti práce T1

Okolí strojů příliš přeplněno různým nábytkem, z čehož může plynout nebezpečí úrazu.

Kritérium manipulace s materiálem T2

Dopravní cesty jsou poměrně neprůchodné, příliš velká vzdálenost do skladu.

Kritérium rozmístění strojů T3

Poměrně neergonomické umístění některých strojů.

Kritérium nákladů na provoz E1

Náklady nejsou příliš vysoké. Pokud by nastoupil nový zaměstnanec, zvýšily by se mzdové náklady.

Kritérium nákladů na přesun strojů E2

Náklady na přesun strojů jsou nulové, plný počet bodů.

Tabulka 5.2 Bodové hodnocení varianty I.

Označení kritéria	Váha kritéria	Splnění kritéria	Body celkem
T1	5	1	5
T2	5	2	10
T3	3	2	6
E1	2	4	8
E2	5	5	25
		Celkem	54

5.2.2 Varianta II

Kritérium bezpečnosti práce T1

Některé stroje jsou příliš blízko sebe, což může snižovat bezpečnost.

Kritérium manipulace s materiálem T2

Dopravní cesty poměrně průchodné, příliš velká vzdálenost do skladu.

Kritérium rozmístění strojů T3

Stroje jsou seřazeny do skupin podle výrobního programu a technologické příbuznosti.

Kritérium nákladů na provoz E1

Dvojnásobný počet strojů, dvojnásobné náklady na energii, vysoké mzdové náklady.

Kritérium nákladů na přesun strojů E2

Poměrně značné přesuny strojů.

Tabulka 5.3 Bodové hodnocení varianty II.

Označení kriteria	Váha kritéria	Splnění kriteria	Body celkem
T1	5	1	5
T2	5	3	15
T3	3	5	15
E1	2	1	2
E2	5	1	5
		Celkem	42

5.2.3 Varianta III**Kriterium bezpečnosti práce T1**

Velké bezpečnostní zóny kolem strojů, vysoká bezpečnost..

Kritérium manipulace s materiálem T2

Dopravní cesty dobře průchodné, malá vzdálenost do skladu.

Kritérium rozmístění strojů T3

Stroje jsou rozmístěny dostatečně přehledně.

Kritérium nákladů na provoz E1

Menší podlahová plocha, nižší nájem, nižší náklady na provoz.

Kritérium nákladů na přesun strojů E2

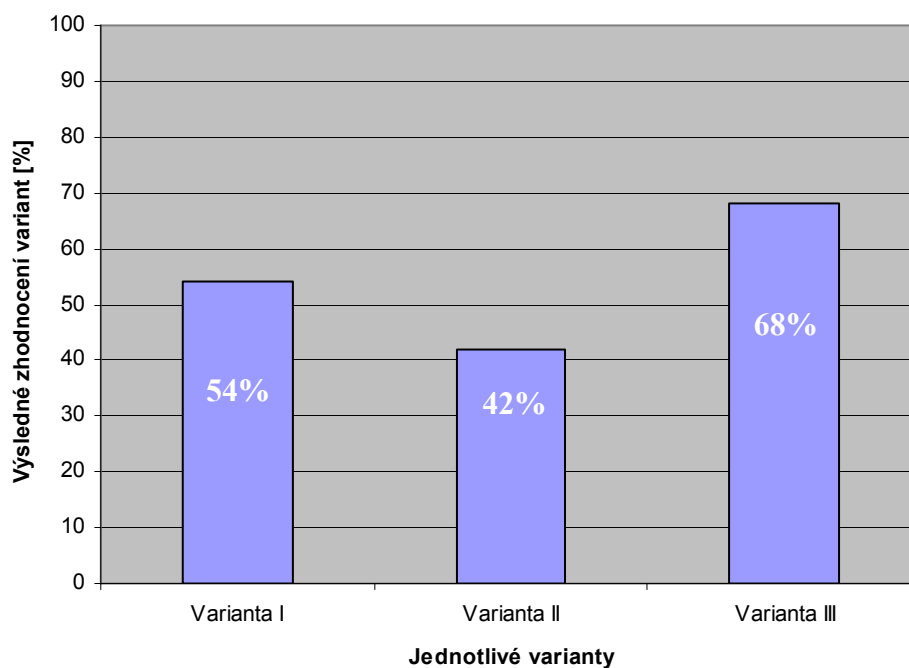
Přesuny strojů minimální. Jen přesun skladu a pár drobnějších strojů.

Tabulka 5.3 Bodové hodnocení varianty III.

Označení kritéria	Váha kritéria	Splnění kritéria	Body celkem
T1	5	4	20
T2	5	4	20
T3	3	4	12
E1	2	3	6
E2	5	2	10
		Celkem	68

5.3 Zhodnocení jednotlivých variant

Jako nejefektivnější i nejbezpečnější se jeví varianta III s celkem 68 body i procenty. Na druhém místě se umístila varianta I s 54 body i procenty a na třetím nejhorším místě varianta II se 42 body i procenty.



Obr. 5.1 Výsledky multikriteriálního hodnocení.

Z předchozí analýzy vyplývá, že, nejbezpečnější variantou pro malou výrobní firmu je varianta s citlivými zásahy dle aktuálních potřeb.

5.4 Návrhy pokračování řešení

Z použitých metodik je patrné, že se v malé strojírenské firmě jako nejefektivnější jeví způsoby, při kterých se provádí nejmenší zásahy do uspořádání strojů a pracovišť. To znamená, že je nutno optimalizovat výrobu průběžně.

Úplně jiný způsob zefektivnění výroby je výchova vlastních špičkových odborných pracovníků. Protože se jedná o malosériovou výrobu, musí být personál poměrně hodně kvalifikovaný. Lze vysledovat trend, že při každém odchodu dlouholetých pracovníků do důchodu prudce poklesne produktivita práce a zvýší se zmetkovitost.

Předpokládá se totiž, že v budoucnu odejdou klíčoví pracovníci do důchodu a nový nekvalifikovaný personál by stávající situaci opět zhoršil. Nesmí se proto zanedbat tento aspekt ze sociální roviny.

ZÁVĚR

Tato práce nejdříve analyzovala stávající tržní možnosti sledované firmy. Odhalila možné hrozby a příležitosti uvnitř firmy i v jejím okolí a její silné a slabé stránky. Dále se zaměřila na kapacitní propočet s odhalením nízkého vytížení strojů. Z tohoto důvodu byly navrhнутy varianty nového uspořádání a ty byly následně analyzovány metodou multikriteriálního hodnocení. Jako nejlepší vyšla z této analýzy varianta III., která se snaží minimalizovat veškeré náklady.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. 2. doplnené vydanie. Bratislava : Alfa, 1990. 400 s. ISBN 80-05-00103-7.
2. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů : Technologické projekty I*. Vydání třetí. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
3. SWOT [online]. Poslední změna 14. 2. 2012 v 00:11 [cit. 2012-05-19]. Wikipedie : otevřená encyklopedie. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT> >
4. Český statistický úřad [online]. Poslední změna 6. 2. 2012 [cit. 2012-05-19] Dostupné z WWW: <[http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab33_prur/\\$File/prucr020612_33.xls](http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab33_prur/$File/prucr020612_33.xls) >
5. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Vyd. 1. Brno : VUT Brno, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
6. ČVANDA, Petr. *Technologický projekt výroby rotačních součástí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 82 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.
7. Chlebovský, V. *Marketing pro B-2-B trhy* Vyd. 1. Brno : VUT Brno, 2010. 103 s. ISBN 978-80-214-4129-3.
8. ZELENKA, A., VOLF, L. a POSKOČILOVÁ, A. *Projektování výrobních systémů: Návod na cvičení*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. 150 s. ISBN 978-80-01-04394-3.
9. ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů a systémů*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
10. SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.

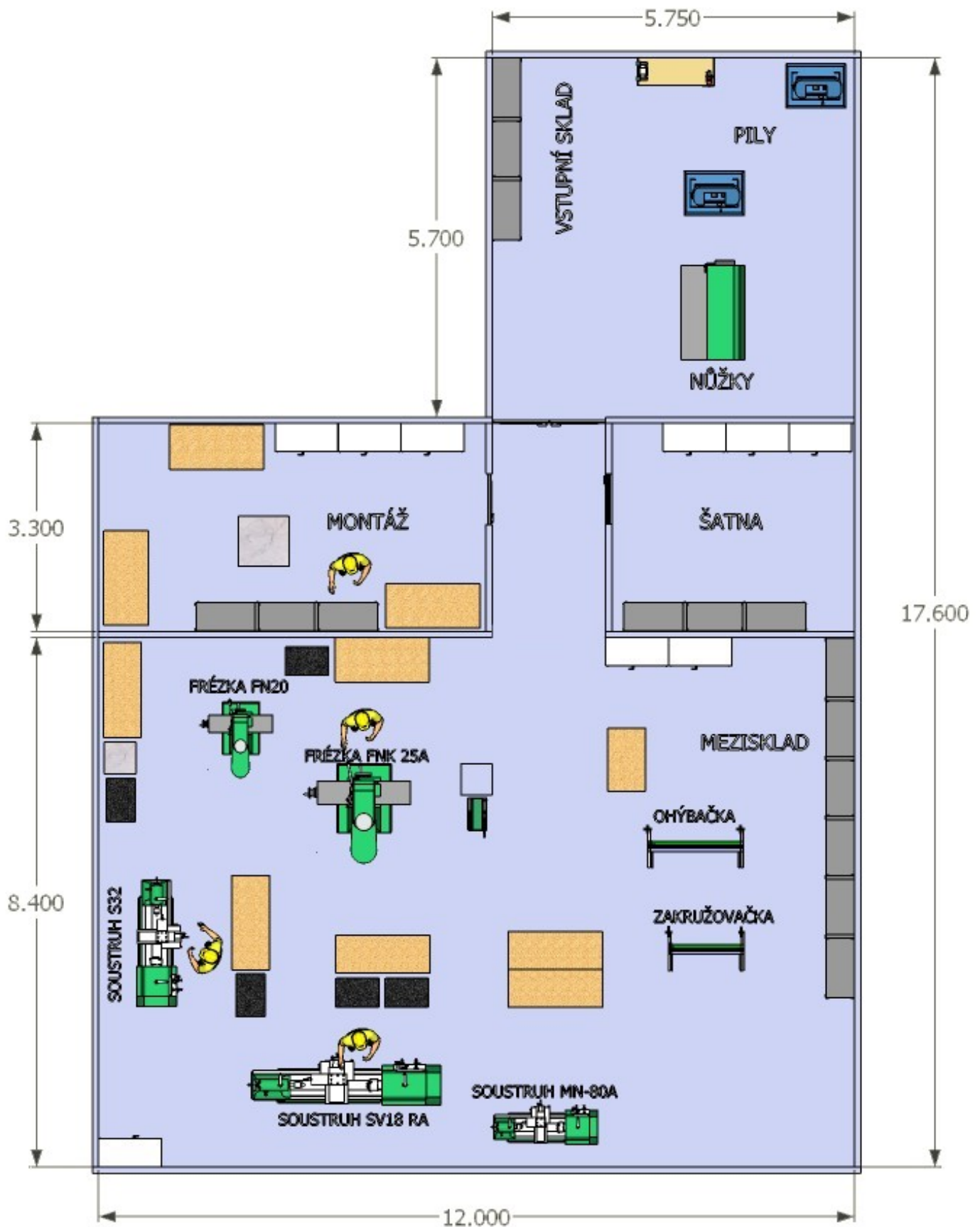
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Jednotka	Popis
D_V		celkový počet výrobních dělníků
D_{VS}		počet výrobních strojních dělníků
D_{VR}		počet výrobních dělníků ručních
Ed	[h/rok]	časový fond dělníka
Es	[h/rok]	roční časový fond stroje
Er	[h/rok]	roční časový fond ručního pracoviště
N	[ks]	počet vyráběných kusů
N_p	[ks/rok]	přepočtený počet kusů představitele
P_{sk}	[ks]	skutečný počet strojů
P_{th}	[ks]	teoreticky vypočtený počet strojů
k_{pns}		koeficient překračování norem
m	[ks]	počet vyráběných druhů výrobků
n_i	[ks/rok]	počet i-tého výrobku
s_s		směnnost strojních pracovišť
s_R		směnnost ručních pracovišť
t_i	[Nh]	pracnost i-tého výrobku
t_k	[Nh]	kusový čas na danou operaci
t_p	[Nh]	pracnost představitele
η_{op}	[%]	využití strojů dané operace

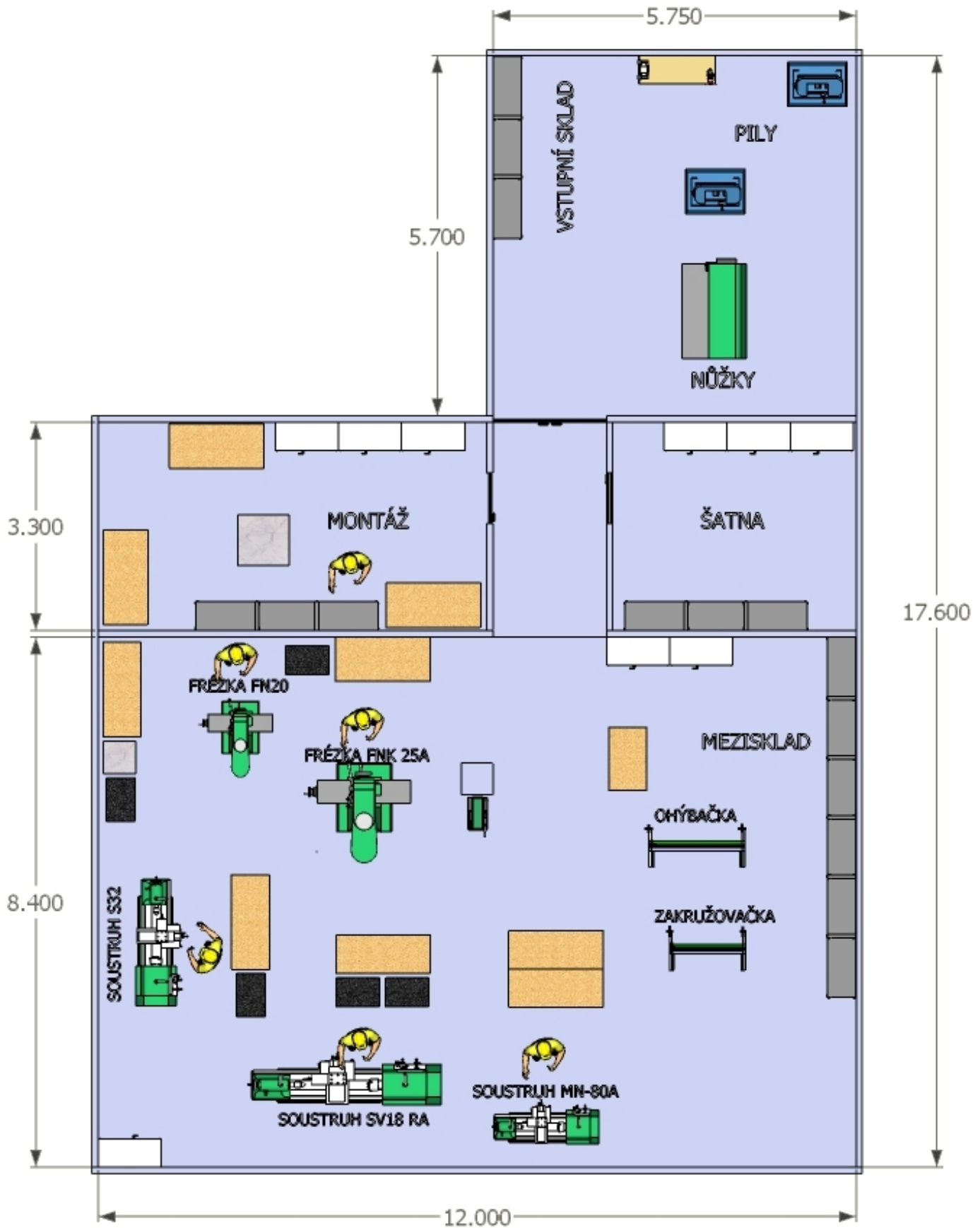
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Dispozice výrobní haly – současný stav
Příloha 2	Dispozice výrobní haly – varianta I
Příloha 3	Dispozice výrobní haly – varianta II
Příloha 4	Dispozice výrobní haly – varianta III
Příloha 5	Kusovník 1
Příloha 6	Kusovník 2
Příloha 7	Kusovník 3

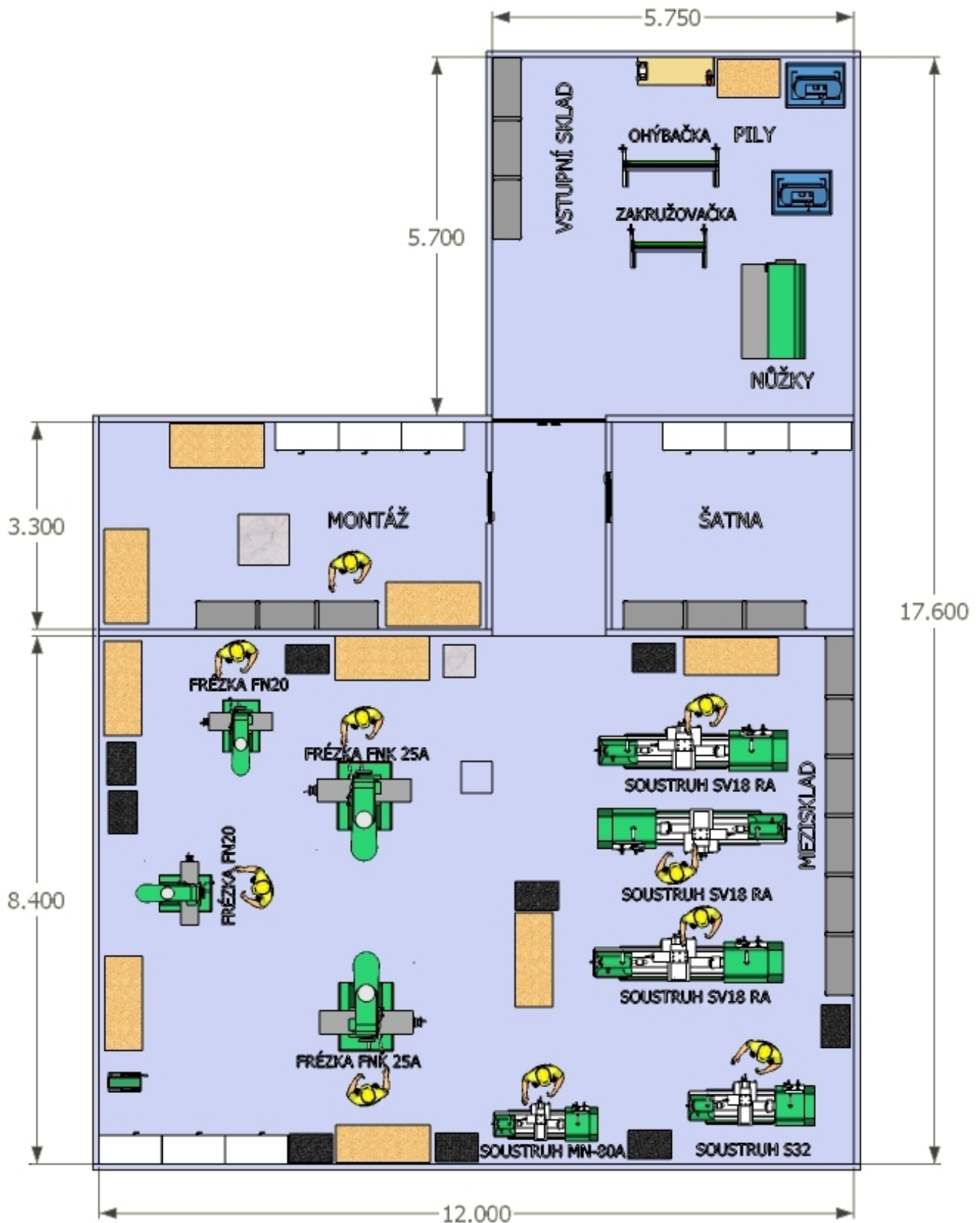
PŘÍLOHA 1 – DISPOZICE VÝROBNÍ HALY – SOUČASNÝ STAV



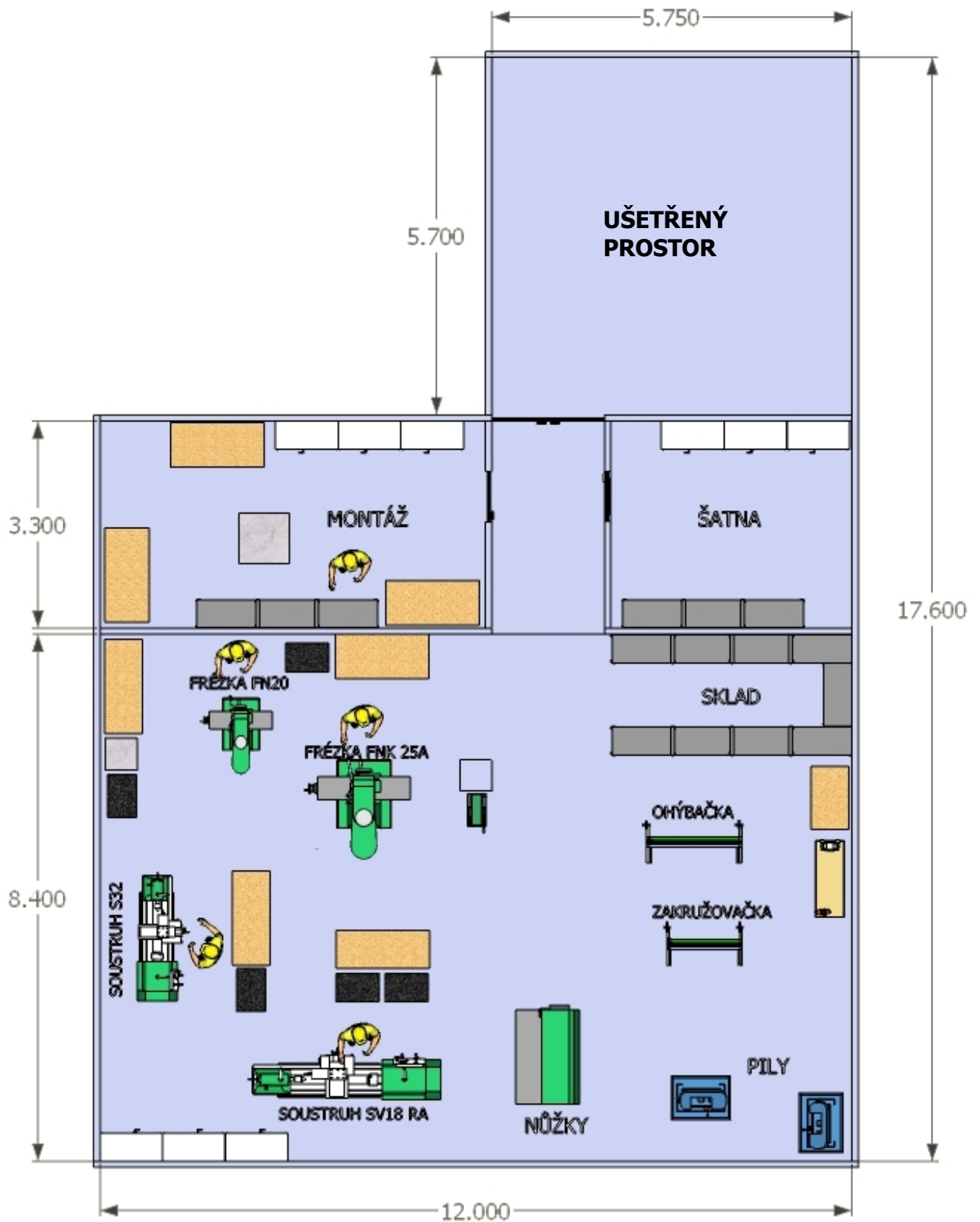
PŘÍLOHA 2 – DISPOZICE VÝROBNÍ HALY – VARIANTA I



PŘÍLOHA 3 – DISPOZICE VÝROBNÍ HALY – VARIANTA II



PŘÍLOHA 4 – DISPOZICE VÝROBNÍ HALY – VARIANTA III



PŘÍLOHA 5 – KUSOVNÍK 1

i	Stroj	ni [ks/rok]	ti [Nh]
01-18	frézka FN20	20	1,21
01-19	frézka FN20	20	0,605
01-21	frézka FN20	20	0,615
01-33	frézka FN20	20	0,605
01-35	frézka FN20	20	0,305
02-01	frézka FN20	20	3,025
02-05	frézka FN20	20	0,605
04-02	frézka FN20	20	0,91
04-23	frézka FN20	20	3,04
04-27	frézka FN20	40	3,0125
04-36	frézka FN20	20	0,61
04-37	frézka FN20	20	0,61
04-38	frézka FN20	20	0,61
04-39	frézka FN20	20	0,61
05-01	frézka FN20	20	1,21
05-02	frézka FN20	20	0,305
05-07	frézka FN20	20	0,305
05-08	frézka FN20	20	0,305
05-09	frézka FN20	40	0,3025
05-11	frézka FN20	20	0,305
05-12	frézka FN20	20	0,305
05-13	frézka FN20	40	0,1525
05-15	frézka FN20	20	1,205
05-16	frézka FN20	20	0,605
05-17	frézka FN20	20	0,605
05-18	frézka FN20	20	0,305
02-07	frézka FN20	232	0,15043103
	Celkem	812	22,432931
01-01	frézka FNK 25A	20	6,05
01-05	frézka FNK 25A	20	4,6
01-01	frézka FNK 25A	58	3,00862069
01-02	frézka FNK 25A	58	3,00862069
01-03	frézka FNK 25A	58	3,00862069
01-04	frézka FNK 25A	58	3,00862069
01-05	frézka FNK 25A	58	3,00862069
02-03	frézka FNK 25A	58	0,90172414
02-04	frézka FNK 25A	58	0,90172414
02-05	frézka FNK 25A	58	0,90172414
02-06	frézka FNK 25A	58	0,90172414
	Celkem	562	29,3

PŘÍLOHA 6 – KUSOVNÍK 2

i	Stroj	ni [ks/rok]	ti [Nh]
01-08	soustruh MN-80A	60	0,30333333
01-12	soustruh MN-80A	80	0,30125
02-13	soustruh MN-80A	20	0,305
02-18	soustruh MN-80A	40	0,1525
04-25	soustruh MN-80A	20	0,155
04-26	soustruh MN-80A	20	0,155
04-32	soustruh MN-80A	40	0,3025
04-35	soustruh MN-80A	20	0,305
04-41	soustruh MN-80A	20	0,155
05-20	soustruh MN-80A	20	0,605
06-04	soustruh MN-80A	40	0,3025
06-05	soustruh MN-80A	40	0,3025
06-06	soustruh MN-80A	40	0,3025
06-07	soustruh MN-80A	40	0,3025
06-08	soustruh MN-80A	40	0,3025
06-09	soustruh MN-80A	40	0,3025
	Celkem	580	4,55458333
01-09	soustruh S32	80	0,30125
01-29	soustruh S32	60	0,30166667
02-04	soustruh S32	20	0,605
02-08	soustruh S32	20	0,605
02-20	soustruh S32	40	0,3025
03-04	soustruh S32	20	0,61
03-05	soustruh S32	20	0,61
03-06	soustruh S32	20	0,91
03-07	soustruh S32	20	0,91
04-21	soustruh S32	20	0,605
05-19	soustruh S32	20	0,605
05-21	soustruh S32	20	0,605
05-22	soustruh S32	20	0,605
06-01	soustruh S32	40	3,0125
06-02	soustruh S32	40	0,3025
06-03	soustruh S32	40	2,4125
	Celkem	500	13,3029167

PŘÍLOHA 7 – KUSOVNÍK 3

i	Stroj	ni [ks/rok]	ti [Nh]
01-02	soustruh SV18 RA	20	1,825
01-04	soustruh SV18 RA	20	1,975
01-06	soustruh SV18 RA	80	1,20625
01-07	soustruh SV18 RA	60	0,90833333
01-10	soustruh SV18 RA	200	0,3005
01-11	soustruh SV18 RA	140	0,60071429
01-13	soustruh SV18 RA	120	0,60166667
01-14	soustruh SV18 RA	60	0,60166667
01-16	soustruh SV18 RA	20	0,61
01-26	soustruh SV18 RA	40	0,6025
01-27	soustruh SV18 RA	40	0,605
01-36	soustruh SV18 RA	20	0,305
01-37	soustruh SV18 RA	20	0,305
02-02	soustruh SV18 RA	20	0,305
02-03	soustruh SV18 RA	20	0,305
02-06	soustruh SV18 RA	40	0,3025
02-07	soustruh SV18 RA	40	0,1525
02-10	soustruh SV18 RA	20	0,605
02-11	soustruh SV18 RA	20	0,605
02-12	soustruh SV18 RA	20	0,305
02-14	soustruh SV18 RA	20	0,605
02-16	soustruh SV18 RA	20	0,61
02-17	soustruh SV18 RA	40	0,3025
02-19	soustruh SV18 RA	20	0,605
03-01	soustruh SV18 RA	20	0,905
03-02	soustruh SV18 RA	20	0,605
04-01	soustruh SV18 RA	20	0,91
04-03	soustruh SV18 RA	20	0,31
04-04	soustruh SV18 RA	20	0,155
04-05	soustruh SV18 RA	20	0,155
04-06	soustruh SV18 RA	20	0,605
04-22	soustruh SV18 RA	20	0,305
04-24	soustruh SV18 RA	20	0,62
04-29	soustruh SV18 RA	40	0,6025
04-30	soustruh SV18 RA	40	0,6025
04-31	soustruh SV18 RA	40	0,6025
04-33	soustruh SV18 RA	20	0,61
04-42	soustruh SV18 RA	20	0,31
04-43	soustruh SV18 RA	80	0,60125
05-03	soustruh SV18 RA	20	0,305
05-14	soustruh SV18 RA	40	0,6025
01-06	soustruh SV18 RA	464	0,15010776
01-07	soustruh SV18 RA	174	0,30057471
01-08	soustruh SV18 RA	58	0,30172414
01-10	soustruh SV18 RA	116	0,30086207
01-11	soustruh SV18 RA	116	0,30086207
01-12	soustruh SV18 RA	116	0,30086207
	Celkem	2644	25,6103738