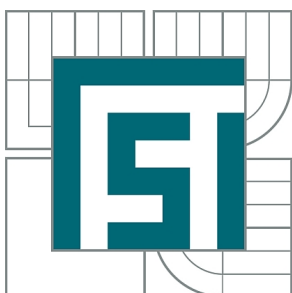




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

TECHNOLOGICKÝ PROJEKT VÝROBY NEROTAČNÍCH (DESKOVÝCH) SOUČÁSTÍ

TECHNOLOGY PROJECT FOR NON-ROTARY (PLATE) PARTS PRODUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. DAVID HENZL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL RUMÍŠEK, CSc.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. David Henzl

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:

Technologický projekt výroby nerotačních (deskových) součástí

v anglickém jazyce:

Technology project for non-rotary (plate) parts production

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

- 1) Zpracujte literární studii v oblasti technologie obrábění a oblasti technologického projektování
- 2) Zhodnoťte současný stav výroby ve společné dílně, proveďte začlenění výrobků do skupin a navrhnete varianty přesunu výroby nerotačních (deskových) součástí do nových prostor
3. Na základě analýzy vyberte optimální variantu a detailním kapacitním propočtem zhodnoťte plochy, stroje a pracovníky nového uspořádání výroby
- 4) Zpracujte dispoziční výkres nového stavu s vyznačením materiálového toku a specifikací případných úprav objektu
- 5) Proveďte technicko - ekonomické zhodnocení návrhu

Cíle diplomové práce:

Řešením základních bodů zadání, zahrnujících rozbor problematiky, návrh variantních způsobů řešení, výběr optimální varianty s jejím ideovým zpracováním a ekonomickým posouzením budou prověřeny nejen odborné znalosti studenta, ale i jeho schopnosti dobré profesní orientace při řešení zadaného úkolu z průmyslové praxe.

Seznam odborné literatury:

Odborná literatura z oblasti technologie obrábění

Odborná literatura z oblasti technologického projektování

DVOŘÁK, Milan. Technologie II. Brno: VUT – FSI . 2001. 238 s. ISBN 80-214-2032-4

DVOŘÁK, Milan.,GAJDOŠ, František., NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření (Plošné a objemové tváření). Brno: VUT – FSI. 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7

FOREJT, Milan. Teorie tváření a nástroje. Brno: VUT – FSI .1991. 187 s. ISBN 80-214-0294-6

FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: VUT – FSI . 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. Brno: VUT – FSI.1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů. Brno: VUT – FSI. 1987. 201 s.

MILO, Peter. Technologické projektovanie v praxi. Bratislava: Alfa. 1990. 399 s. ISBN 80-05-00103-7

FREMUNT, Přemysl, PODRÁBSKÝ, Tomáš. Konstrukční oceli. Brno: VUT – FSI.1996. 261 s. ISBN 80-85967-95-8

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 12.11.2009

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na vypracování technologického projektu výroby nerotačních (deskových) součástí na základě požadavků společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. V první části práce je zpracována literární studie z oblasti technologie obrábění a technologického projektování. V další části je provedeno zhodnocení současného stavu výroby a členění výrobků do skupin. Navazující část se zabývá návrhem a analýzou navržených variant uspořádání, výběrem nejvhodnější varianty, její optimalizací a zhodnocením pomocí kapacitního propočtu. V poslední části je zpracována výkresová dokumentace včetně materiálového toku a provedeno technicko – ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

frézování, technologický projekt, lehká obrobna, rozmístění frézek, kapacitní propočty, výběr varianty, hodnocení návrhů, materiálový tok

ABSTRACT

The aim of the thesis is to elaborate the technological project for non-rotary (plate) parts production based on requirements of TOS KUŘIM – OS, a.s. The literary studies from the area of machining technology and technological designing are in the first part of the thesis. The evaluation of the contemporary state of production and dividing of products into groups is made in the next part. The following part of the thesis is dealing with the design and analysis of designed variants of disposition, choosing the most suitable variant, its optimization and evaluation by the help of capacitive calculation. The drawing documentation (material flow included) and technoeconomic evaluation is elaborated in the final part of the thesis.

Key words

milling, technological project, light machining shop, layout of milling machine, capacitive calculations, choosing variant, evaluation of designs, material flow

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HENZL, D. *Technologický projekt výroby nerotačních (deskových) součástí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 90 s. Vedoucí práce. doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Technologický projekt výroby nerotačních (deskových) součástí vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně 20.května 2010

.....
David Henzl

Poděkování

Děkuji tímto svému vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Rumíškovi, CSc. za cenné rady a připomínky při vypracování diplomové práce. Dále bych poděkoval vedoucímu školícího střediska v TOS KUŘIM – OS, a.s. panu Ing. Jiřímu Micheleovi za rady a poskytnutí potřebných podkladů.

OBSAH

Abstrakt	4
Prohlášení	5
Poděkování	6
Obsah	7
Úvod	9
1 LITERÁRNÍ STUDIE	10
1.1 Technologie obrábění	10
1.1.1 Rozdělení metod obrábění	10
1.1.2 Frézování	12
1.1.2.1 Technologická charakteristika	13
1.1.2.2 Řezné podmínky	16
1.1.2.3 Frézovací nástroje	17
1.1.2.4 Frézovací stroje	19
1.2 Technologické projektování	23
1.2.1 Projektování organizačně výrobního procesu	23
1.2.2 Postup při sestavování návrhů	25
1.2.2.1 Diagnostika	25
1.2.2.2 Sběr informací	25
1.2.2.3 Rozbor	25
1.2.2.4 Návrh	26
1.2.2.5 Realizace	26
1.2.3 Kapacitní propočty	27
1.2.4 Výrobek a typ výroby	29
1.2.5 Rozmístování strojů a pracovišť	30
1.2.5.1 Volné uspořádání	32
1.2.5.2 Technologické uspořádání	32
1.2.5.3 Předmětné uspořádání	33
1.2.5.4 Modulární uspořádání	34
1.2.5.5 Buňkové uspořádání	35
1.2.5.6 Kombinované uspořádání	35
1.2.6 Zásady rozmístování jednotlivých strojů	36
1.2.7 Projektování výrobních dílen	38
1.2.8 Znázornění materiálových toků	41
1.2.9 Ergonomie v projektování	42
1.2.9.1 Rozměrové řešení pracoviště	43
1.2.9.2 Osvětlení pracoviště	43
1.2.9.3 Hluk na pracovišti	44
1.2.9.4 Bezpečnost práce	44
1.2.10 Vymezení, hodnocení a výběr variant	45
1.2.10.1 Postupy pro hodnocení a výběr varianty	45
1.2.10.2 Ekonomické hodnocení investic	46
2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	47
2.1 Představení společnosti TOS KUŘIM-OS, a.s.	47
2.1.1 Historické mezníky společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s.	48

2.1.2 Výrobní program společnosti TOS KUŘIM-OS.a.s.....	49
2.2 Prostory výrobní haly společnosti TOS KUŘIM-OS,a.s.....	50
2.2.1 Současný stav lehké obrobny	50
2.2.2 Prostory vyčleněné společností TOS – KUŘIM – OS,a.s. pro přesun frézek	53
2.3 Důvody přesunu do nových prostor	54
2.4 Výroba v lehké obrobně	54
2.4.1 Roztřídění výrobků do skupin a výběr hlavního reprezentanta	54
3 NÁVRH A ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH VARIANT PŘESUNU ZE STARÝCH DO NOVÝCH PROSTOR	57
3.1 První varianta uspořádání	57
3.2 Druhá varianta uspořádání	58
3.3 Třetí varianta uspořádání.....	60
3.4 Výběr nejvhodnější varianty	62
3.4.1 Metoda srovnávání předností a nedostatků.....	62
3.4.2 Metoda váhového hodnocení kritérií.....	63
3.5 Zhodnocení ploch, strojů a pracovníků nového uspořádání výroby kapacitním propočtem.....	65
3.5.1 Stanovení počtu strojů na základě kapacitního propočtu.....	66
3.5.2 Výpočet počtu pracovníků na základě kapacitního propočtu.....	68
3.5.3 Výpočet ploch na základě kapacitního propočtu.....	69
3.5.4 Porovnání hodnot z výkresu vybrané druhé varianty s hodnotami na základě kapacitních propočtů.....	71
3.6 Zhodnocení ploch, strojů a pracovníků kapacitním propočtem po sloučení výroby	71
3.6.1 Stanovení počtu strojů na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby.....	73
3.6.2 Výpočet počtu pracovníků na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby.....	75
3.6.3 Výpočet ploch na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby ..	76
4 DISPOZIČNÍ VÝKRES NOVÉHO STAVU VČETNĚ MATERIÁLOVÉHO TOKU.....	77
4.1 Porovnání hodnot z výkresu finální varianty s hodnotami na základě kapacitních propočtů	77
4.2 Materiálový tok	79
5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	80
5.1 Porovnání finální varianty vzhledem k současnému stavu	80
5.2 Nárůst objemu výroby o 50%	81
Závěr.....	84
Seznam použitých zdrojů	86
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	88
Seznam příloh.....	90

Úvod

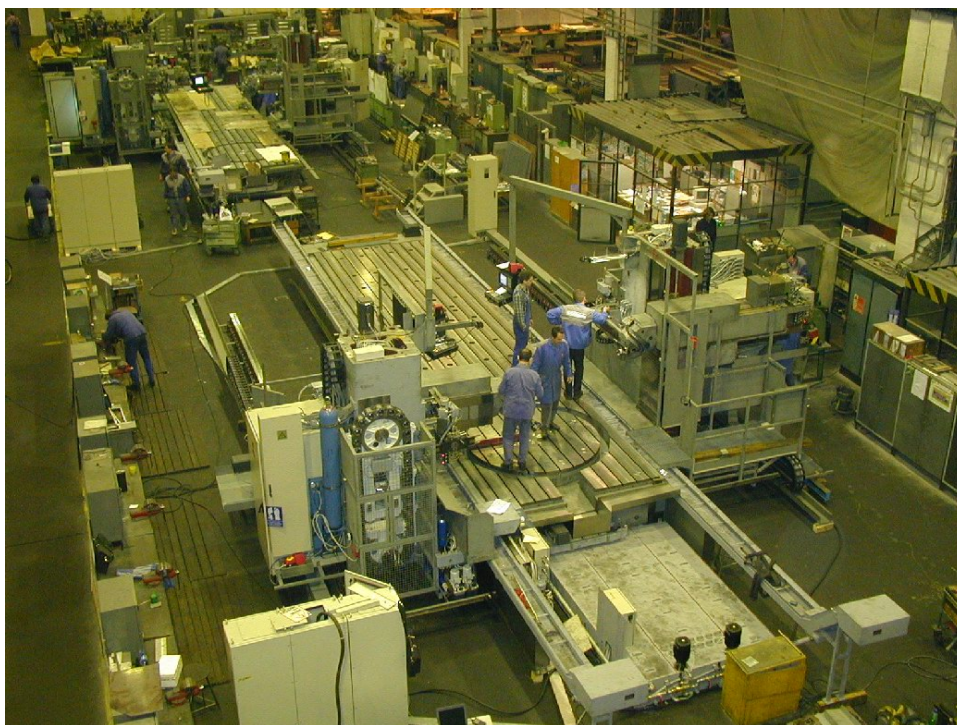
Základní činností v procesu přípravy inovace, rekonstrukce a modernizace výroby je technologické projektování. Prvním modelem struktury budoucí výroby, podle kterého se dá simulovat budoucí výrobní proces, včetně jeho ekonomických důsledků, je technologický projekt.⁵

Stálý progresivní rozvoj výrobního programu a výrobkové inovace určují hlavní rysy rozvoje výrobní základny strojírenského podniku. Každá změna v průmyslu, ať už kvantitativní nebo kvalitativní, vyžaduje dokonalou přípravu v předvýrobních fázích, která by měla zabezpečit nejjednodušší a nejefektivnější cestu uskutečnění plánované reformy, za podmínek dosažení stanoveného cíle.^{4,5}

V současnosti probíhá intenzivní rozvoj výrobní základny, který způsobil, že zásadní práce technologického projektanta se přesouvají do oblasti modernizace a rekonstrukce. Tato činnost není lehká, neboť projektant musí respektovat skutečný stav výroby a je omezený značným množstvím limitujících podmínek. Najít optimální řešení se může stát dosti problematické, ale nevyhnutelné.⁵

Tento technologický projekt výroby nerotačních (deskových) součástí je vypracován pro společnost TOS KUŘIM – OS, a.s., ve které postupem času přecházela sériová výroba na současnou výrobu kusovou, kdy hlavním výrobním sortimentem společnosti je zejména výroba velkých frézek a obráběcích strojů. Výroba menších dílů ustupuje do pozadí.

Diplomová práce by se měla stát podkladem pro uskutečnění prvního kroku zásadní modernizace firmy.



Obr. 1 Montáž obráběcího centra FFDQ 250 ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s.¹¹

1 LITERÁRNÍ STUDIE

1.1 Technologie obrábění

Technologie obrábění je vědní obor, který studuje, zkoumá a analyzuje vzájemné faktory a souvislosti obráběcího procesu jako integrální složky výrobního procesu strojírenských součástí. V obráběcím systému se realizuje obráběcí proces, který lze dále členit na subsystémy obráběcích strojů, nástrojů, manipulačních prostředků a obráběcího prostředí. Vstupem obráběcího procesu je obrobek a základním výstupem jsou příslušné obrobené plochy.¹

1.1.1 Rozdělení metod obrábění

V této podkapitole technologie obrábění je provedeno rozdělení metod obrábění do pěti základních skupin a jejich stručná charakteristika.

Diplomová práce je zaměřena na vypracování technologického projektu výroby nerotačních (deskových) součástí, proto je v další části práce podrobněji zpracována metoda frézování.

Základní metody obrábění:¹⁷

- Soustružení

Používá se pro zhotovení rotačních tvarů součástí většinou jednobřítými nástroji různého provedení. Tato metoda je pro svoji jednoduchost ve strojírenství často využívána.

- Frézování

Používá se pro obrábění rovinných nebo tvarových ploch, vnitřních nebo vnějších, vícebřítým nástrojem. Materiál při frézování je odebírán břity otáčejícího se nástroje. Metoda je podrobněji zpracována v další části práce.

- Vrtání, vyhrubování, vystružování a zahlubování

Tyto metody se využívají při obrábění válcových děr. Ve většině případů se využívá vícebřítých nástrojů, které svým tvarem a technologickými vlastnostmi ovlivňují parametry obrobené díry.

- Vyvrtávání

Při této metodě se předlité, předkované, předvrtané, předlisované nebo jiným způsobem předhotovené díry rozšiřují na požadovaný tvar a rozměr.

- Hoblování a obrázení

Používá se jednobřitého nástroje pro obrábění plochých povrchů.

- Protahování a protlačování

Patří mezi dokončovací metody, při kterých se obrábí tvarové díry nebo tvarové plochy. Rozdíl mezi protahováním a protlačováním je v konstrukci nástroje, způsobem upnutí a velikosti úběru materiálu.

Abrazivní metody obrábění: ¹

- Broušení

Broušení se používá u těch součástí, na které jsou kladeny vyšší požadavky na přesnost rozměrů, tvarů a jakost povrchu. Je to metoda velice hospodárná a v dnešní době jsou už tak výkonné brousící stroje, že se používá nejen v oblasti dokončovacích operací, ale také na produkční obrábění.

- Honování

Patří mezi dokončovací metody obrábění, kdy za působení účinku jemného brusiva se zvyšuje jakost obrobených povrchů.

- Lapování

Používá se pro dokončování rovinných, válcových a tvarových ploch, kdy se dosahuje nejvyšší rozměrové přesnosti a nejmenší drsnosti povrchu.

- Superfinišování

Je to zvláštní druh broušení, kdy pomocí velmi jemných zrn brousícího kotouče se odřezávají z dokončovaného povrchu vrcholky nerovnosti.

Beztržiskové metody dokončování obrobených povrchů: ²²

- Válečkování

Je to beztržisková metoda obrábění, která zlepšuje kvalitu povrchu bez jakéhokoliv úběru materiálu.

- Kuličkování

Podobná metodě válečkování, ale místo válečků je tvářecím nástrojem kulička uložena v držáku nebo na kroužku tak, aby se po povrchu plynule odvalovala.

- Vyhlazování povrchu diamantem

Používá se pro beztržiskové dokončování tepelně zpracovaných ocelí.

Nekonvenční metody obrábění: ¹

- Elektroerozivní obrábění

Pomocí periodicky se opakujících elektrických, popř. obloukových výbojů dochází k úběru materiálu.

- Obrábění paprskem plazmy

Obráběný materiál je postupně odtavován a odpařován povrchem plazmy, která vysokou rychlostí vystupuje z plazmového hořáku.

- Obrábění paprskem laseru

Účinkem úzkého paprsku silného monochromatického světla, soustředěného na velmi malou plošku, dochází k odebrání materiálu.

- Obrábění paprskem elektronů

Využívá se soustředěného svazku elektronů vysoké rychlosti, který natavuje obráběný materiál a dochází k jeho odpařování.

- Elektrochemické obrábění

Proces oddělování materiálu anodickým rozpouštěním v elektrolytu, kdy obrobek je anoda a nástroj katoda.

- Chemické obrábění

Řízené odleptávání tenkých vrstev materiálu z povrchu obrobku pomocí chemické reakce obráběcího materiálu s pracovním prostředím, nejčastěji kyselinou nebo hydroxidem.

- Ultrazvukové obrábění

Používá se k opracování tvrdých a křehkých, kovových a nekovových materiálů pomocí ultrazvukových vibrací.

- Obrábění vodním paprskem

Řezným nástrojem je paprsek vody o vysokém tlaku a rychlosti nebo vodní paprsek s abrazivní příměsí.

Speciální metody obrábění: ¹

Sem patří metody pro obrábění speciálních ploch, jako obrábění ozubených kol, závitů, drážkových profilů, válečkových profilů, klikových hřídelů apod.

- Obrábění závitů

Závity se řezou pomocí závitníků, závitových čelistí a závitových hlav. Běžně se obrábí frézováním a soustružením. Přesné závity se brousí a lapují.

- Obrábění ozubení ozubených kol

Obrábění ozubení patří mezi složitý proces obrábění. Kinematika obráběcího procesu, způsob upnutí, nástroj, technologická základna a řezné prostředí ovlivňují dosahovanou přesnost.

1.1.2 Frézování

Frézování je obráběcí metoda, při které břity otáčejícího se nástroje odebírají materiál obrobku. Posuv koná nejčastěji součást ve směru kolmém k ose nástroje. U víceosých CNC frézek a obráběcích center se posunové pohyby mohou realizovat ve všech směrech a pohyby jsou plynule měnitelné. Každý zub frézy postupně odřezává z obráběného materiálu krátké třísky nestejně tloušťky, proto je proces řezání přerušovaný. ¹

Pomocí různých druhů frézovacích nástrojů je možné obrábět plochy rovinné, ale i plochy nepravidelné, šikmé, tvarové, rotační, drážky a vybrání, na rotačních plochách závitové drážky, různé druhy ozubení, rozdělování materiálu na různé délky a pod. ¹⁶

1.1.2.1 Technologická charakteristika

V závislosti na aplikovaném nástroji se z technologického hlediska rozlišuje frézování válcové (frézování obvodem) a frézování čelní (frézování čelem). Od těchto způsobů můžeme odvodit další způsoby, jako frézování planetové a okružní.

Frézování válcové (frézování obvodem)

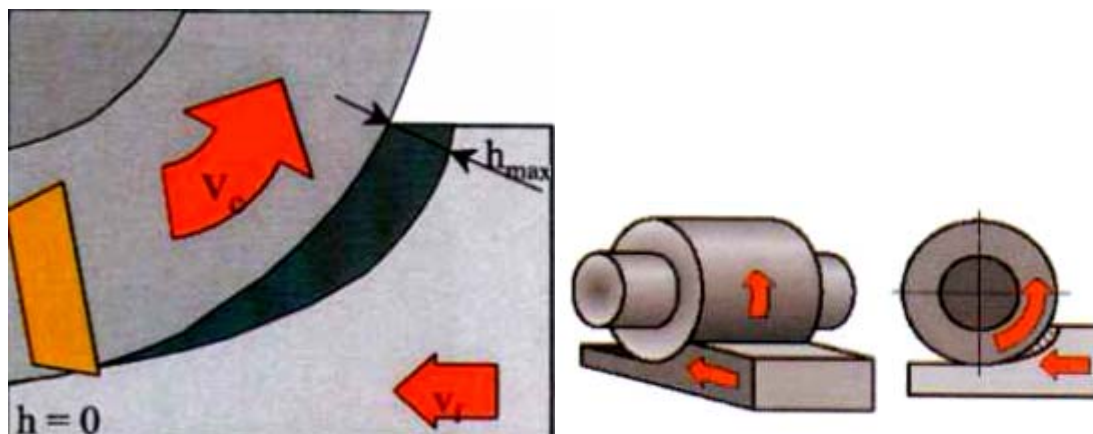
Tento druh frézování se uplatňuje při použití válcových a tvarových fréz. Zuby frézy jsou vytvořeny pouze po obvodu nástroje. Kolmo na osu frézy a směr posuvu se nastavuje hloubka řezu. Obráběná plocha je s osou otáčení frézy rovnoběžná. V závislosti na smyslu otáčení frézy ke směru posuvu obrobku, se obráběcí proces rozlišuje na frézování nesousledné (protisměrné) a sousledné (souměrné).^{1, 2}

• Nesousledné frézování

Při nesousledném frézování se fréza otáčí proti směru posuvu obrobku (obr. 1.1). Tloušťka třísky vznikající při vnikání nástroje do obrobku se postupně mění z nulové hodnoty na hodnotu maximální. V okamžiku, kdy tříska bude mít nulovou tloušťku, stále ještě nenastane její oddělení. To se uskuteční až po určitém skluzu břitu po ploše vytvořené předcházejícím zubem, což má za následek opotřebení břitu a jeho otupování, čímž se zhoršuje jakost této obrobkové plochy. Řezná síla působí směrem k nástroji a odtahuje obrobek od stolu.^{1, 16}

Výhody nesousledného frézování:^{1, 16}

- práce frézy je klidná bez rázů,
- záběr zubů frézy při jejich vřezávání nezávisí na hloubce řezu,
- výhodný pro frézování obrobků s tvrdou povrchovou vrstvou (odlitky, výkovky), protože břity do tvrdé vrstvy vnikají zespodu a teprve potom je odlamují, což má za následek, že se břity tak rychle neotupí,
- menší opotřebení matice a šroubu,
- mezi posuvným šroubem a maticí stolu není zapotřebí vymezování vůle.



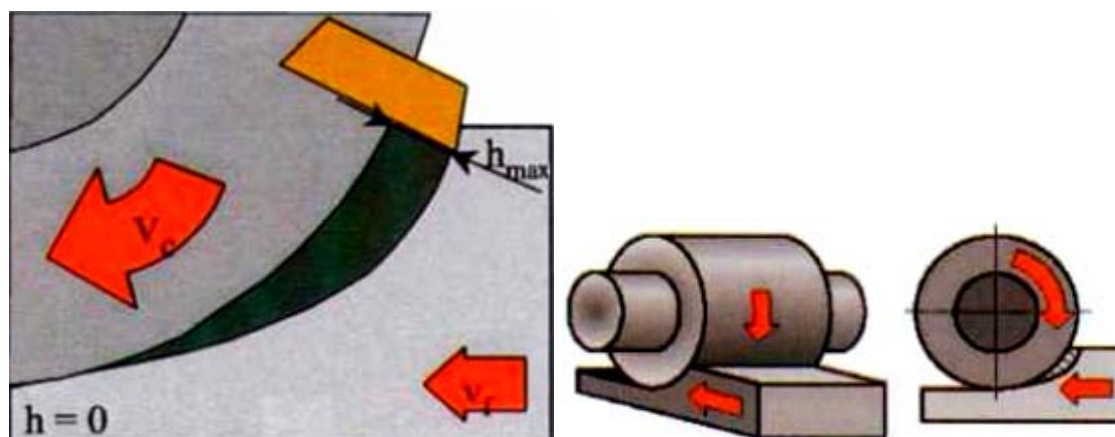
Obr. 1.1 Nesousledné frézování.¹⁶

• Sousedné frézování

Při sousledném frézování je smysl otáčení frézy shodný s posuvem obrobku (obr. 1.2). Při vnikání zubu frézy do obrobku vzniká maximální tloušťka třísky. Tloušťka třísky se při řezání zmenšuje a v nejslabším místě, kdy břit vychází ze záběru, se tříška od materiálu odděluje. Souměrné frézování může probíhat pouze na přizpůsobeném stroji, který má vymezenou vůli a předpětí mezi posunovým šroubem a maticí stolu frézy, aby při záběru frézy nedošlo vlivem vůle ke vtahování obrobku pod frézu, což by mohlo poškodit břit frézy, popřípadě i stroje. ^{1, 16}

Výhody sousledného frézování: ^{1, 16}

- řezná síla tlačí obrobek do upínače, proto lze pracovat při vyšší řezné rychlosti, hloubce řezu a lze použít jednodušších upínacích přípravků,
- menší potřebný řezný výkon,
- břity frézy se s obrobenou plochou nestýkají, nedochází k zahřívání a otupování a proto se docílí menší drsnosti obrobeného povrchu,
- menší sklon ke chvění a k tvoření nárůstku.

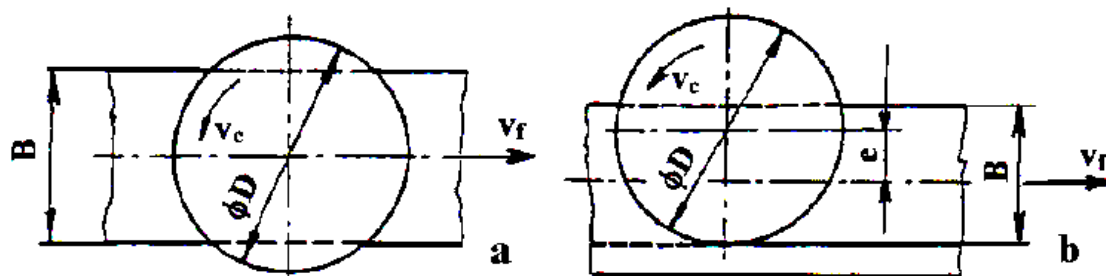


Obr. 1.2 Sousedné frézování. ¹⁶

Frézování čelní (frézování čelem)

Břity jsou vytvořeny na obvodu i čele nástroje, proto se čelní frézování uplatňuje při práci s čelními frézami. Ve směru osy otáčení frézy se nastavuje hloubka řezu. Obrobená plocha je kolmá na osu otáčení nástroje a při každém otočení frézy o 360 stupňů se obrobek posune o délku odpovídající hodnotě posuvu na otáčku. Od vstupu břitu frézy ke středu odřezávané vrstvy se tloušťka třísky zvětšuje a naopak v místě, kde dochází k výstupu břitu z materiálu dochází ke zmenšování tloušťky třísky. S ohledem na poměr šířky frézované plochy B k průměru frézy D a polohy osy frézy vzhledem k frézované ploše, se rozlišuje symetrické a nesymetrické frézování (obr. 1.3).

Oproti obvodovému frézování je čelní frézování výkonnější, protože při něm zabírá více zubů současně a tím je možné použít větší posuv obrobku.^{1, 16}

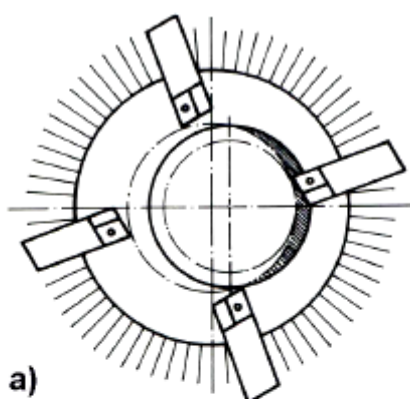


Obr. 1.3 Čelní frézování.¹⁸

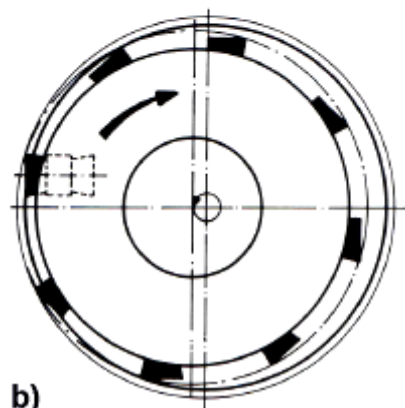
a – symetrické; b -nesymetrické

Frézování okružní

Okružní frézování se využije pro obrábění dlouhých válcových tyčí, nebo při výrobě závitů. Při obrábění koná frézovací hlava, která je obsazena několika noži, rotační a posuvný pohyb. V případě řezání závitu koná frézovací hlava pouze rotační pohyb. Obrobek vykonává zbývající pohyby nutné k obrábění.^{1, 16}



a)



b)

Obr. 1.4 Okružní frézování.¹⁷

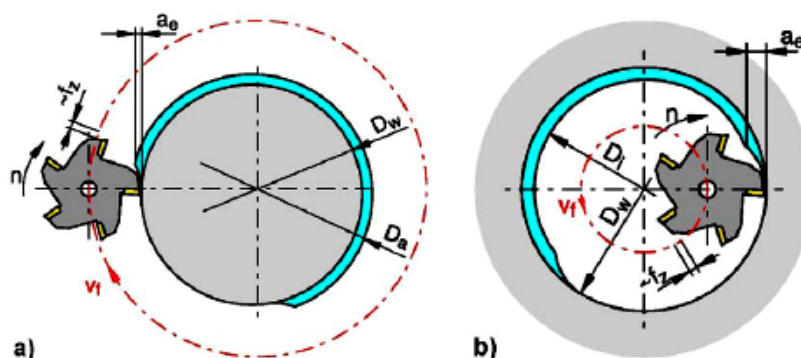
a) vnější; b) vnitřní



Obr. 1.5 Hlava pro vnější okružní frézování na univerzálním hrotovém soustruhu.¹⁷

Planetové frézování

Tento způsob frézování se uplatňuje u obráběcích center vybavených kruhovou interpolací dráhy nástroje a u číslicově řízených frézek. Lze obrábět části nebo i celé rotační plochy, protože u těchto strojů může být řízen pohyb frézy po kružnici. Planetové frézování se také dá využít pro frézování kruhových zaoblení, vnitřních zápchů, čelních ploch, větších otvorů a vnějších válcových výstupků.^{1, 16}



Obr. 1.6 Planetové frézování.¹⁷

a) vnější; b) vnitřní

1.1.2.2 Řezné podmínky

Při frézování koná hlavní pohyb fréza, která je definovaná řeznou rychlostí v_c [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$].

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

π ... Ludolfovo číslo
 D ... průměr frézy [mm]
 n ... otáčky vřetene [min^{-1}]

Vedlejší pohyb v_f [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$] koná obrobek a závisí na druhu frézy, hodnotě posuvu na zub f_z a počtu zubů z .

$$v_f = \frac{f_z \cdot z \cdot n}{1000}$$

f_z ... posuv na zub [mm]
 z ... počet zubů
 n ... otáčky frézy [min^{-1}]

Řezné podmínky volíme v závislosti na druhu práce, požadované jakosti obrobených ploch a na druhu použité frézy. S přihlédnutím k hloubce odebírané vrstvy, tuhosti obrobku a výkonu na vřetenu frézky se při hrubování volí co největší posuv.^{1, 3}

1.1.2.3 Frézovací nástroje

Frézy jsou několikabřité nástroje, které mají břity uspořádané na válcové, kuželové nebo jiné tvarové ploše. Pokud se jedná o čelní frézy, jsou také na čelní ploše.

Technologie frézování má ve strojírenské výrobě rozsáhlé uplatnění, proto se používá mnoho typů fréz. V závislosti na technologickém uplatnění můžeme frézy třídit do jednotlivých skupin podle různých hledisek.^{1, 17}

a) Podle umístění zubů na tělese nástroje

- frézy válcové,
- frézy čelní,
- frézy válcové čelní,

b) Podle nástrojového materiálu břitu

- frézy z rychlořezné oceli,
- frézy ze slinutých karbidů,
- frézy z řezné keramiky,
- frézy z kubického nitridu bóru (KNB),
- frézy z polykrystalického diamantu (PKD).

c) Podle tvaru zubů (obr. 1.7)

- frézy se zuby frézovanými,
- frézy se zuby podsoustruženými.

d) Podle směru zubů

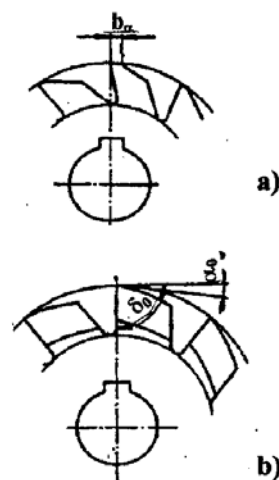
- frézy se zuby přímými,
- frézy se zuby ve šroubovici – pravé,
– levé.

e) Podle počtu zubů vzhledem k průměru frézy

- frézy jemnozubé,
- frézy polohrubozubé,
- frézy hrubozubé.

f) Podle konstrukčního uspořádání

- frézy celistvé,
- frézy s vkládanými řeznými destičkami – RO,
– SK,
- frézy dělené a združené,
- frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami,



Obr. 1.7 Zuby fréz.¹
a) frézované;
b) podsoustružené

g) Podle geometrického tvaru

- frézy válcové – nástrčné,
– se stopkou,
- čelní válcové frézy – nástrčné,
– se stopkou,
- kotoučové frézy – s přímými zuby,
– se zuby ve šroubovici – pravá,
– levá,
- frézy se zuby pouze na válcové ploše nebo na jedné, popř. obou čelních plochách,
- úhlové frézy – jednostranné,
– dvoustranné,
- tvarové frézy.

h) Z technologického hlediska

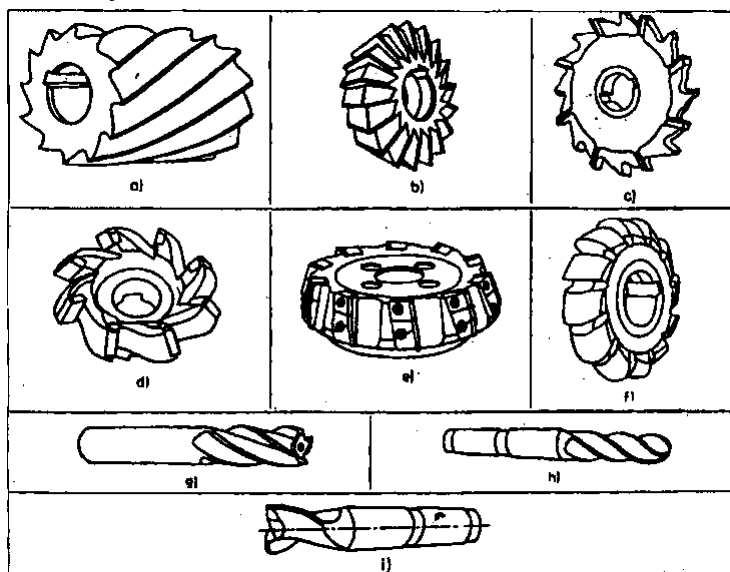
- frézy pro frézování rovinných ploch – válcové,
– čelní,
– frézovací hlavy,
- frézy pro frézování tvarových ploch – tvarové,
– na drážky klínu a per,
– na upínací drážky,
– kopírovací.

i) Podle způsobu upnutí fréz na stroji

- frézy nástrčné,
- frézy s válcovou stopkou,
- frézy s kuželovou stopkou.

j) Podle smyslu otáčení

- frézy pravořezné,
- frézy levořezné.

Obr. 1.8 Základní druhy fréz. ¹

- a) válcová fréza;
- b) úhlová fréza;
- c) kotoučová fréza;
- d) čelní fréza;
- e) frézovací hlava;
- f) tvarová fréza;
- g) čelní válcová fréza;
- h) kopírovací fréza ;
- i) drážkovací fréza

1.1.2.4 Frézovací stroje

Frézovací stroje jsou dodávány v rozsáhlém počtu modelů, velikostí a zvláštním příslušenstvím.

Podle konstrukčně – technologické koncepce se zpravidla frézky člení na: ¹

- frézky konzolové,
- frézky stolové,
- frézky rovinné,
- frézky speciální,
- CNC obráběcí centra.

Podle řízení pracovního cyklu: ¹

- frézky ovládané ručně,
- frézky řízené programově – tvrdá automatizace,
– pružná automatizace.

Konzolové frézky

Pro konzolové frézky je charakteristická výškově přestavitelná konzole, po které se pohubují příčné sáně s podélným pracovním stolem. Obrobek je upnut na pracovním stole ve třech pravouhlých souřadnicích vzhledem k nástroji. ¹

Vyrábějí se ve třech základních variantách: ^{1, 18}

- Konzolové frézky svislé (obr. 1.9)

Mají svislou osu pracovního vřetene kolmou k upínací ploše stolu. Používají se na nich čelní frézy upnuté na krátkém trnu nebo s válcovou stopkou upnuté do sklíčidla a nebo s kuželovou stopkou upnuté do kužele vřetena. Frézují se na nich zejména rovnoběžné a rovinné plochy.

- Konzolové frézky vodorovné (obr. 1.10)

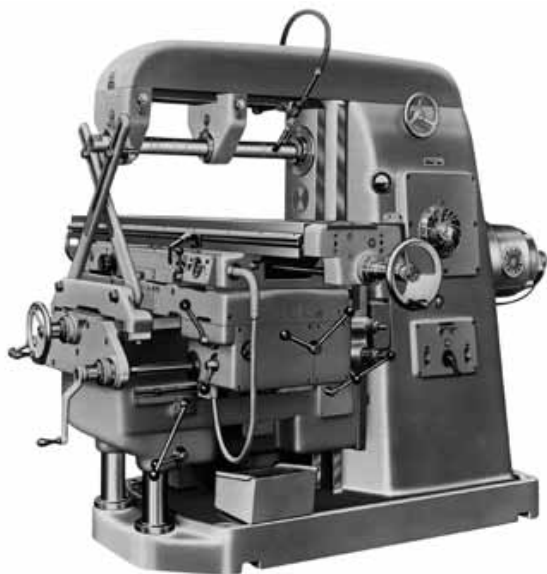
Mají vodorovnou osu pracovního vřetene rovnoběžnou s plochou podélného stolu a kolmou na směr pohybu podélného stolu. Používají se na nich nejčastěji kotoučové, válcové a tvarové frézy. Frézují se na nich zejména plochy rovnoběžné, drážky a tvarové plochy.

- Konzolové frézky univerzální (obr. 1.11)

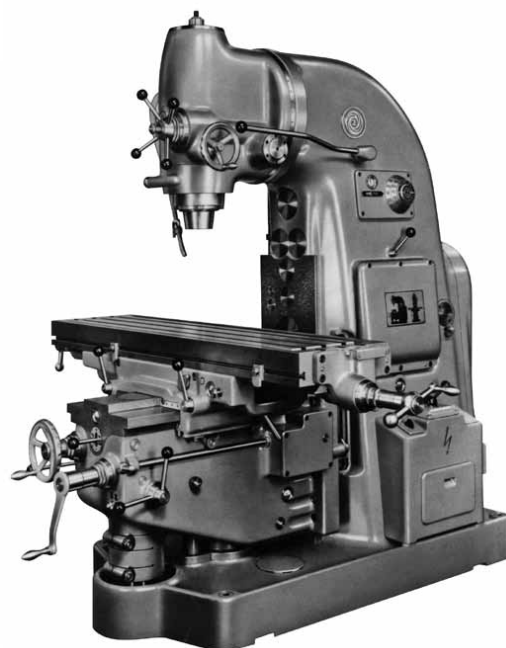
Mají vodorovnou osu vřetene a jejich otočný podélný stůl má rozsah natočení $\pm 45^\circ$.

Konzolové frézky jsou vybaveny příslušenstvím:

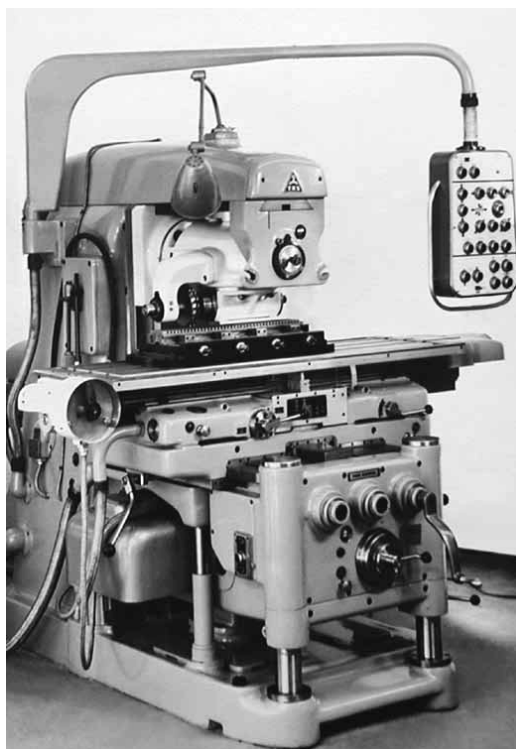
- univerzální frézovací hlava,
- univerzální vrtací hlava,
- svislá frézovací hlava,
- obrážecí hlava,
- otočný stůl,
- jednoduchý dělicí přístroj,
- univerzální dělicí přístroj.



Obr. 1.10 Konzolová frézka F4 ve vertikálním provedení. ¹⁴



Obr. 1.9 Konzolová frézka F4 v horizontálním provedení. ¹⁴



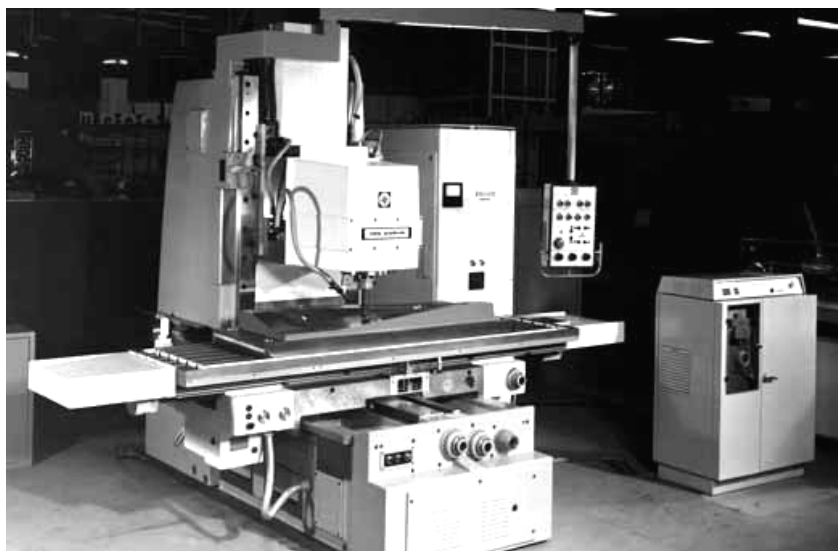
Obr. 1.11 Univerzální konzolová frézka FB. ¹⁴

Stolové frézky

Stolové frézky mají přestavitelný vřeteník ve svislé poloze a pracovní podélný stůl uložený na příčných saních (obr. 1.12). Lze na nich obrábět rozměrnější a těžší součástky.¹

Vyrábějí se v provedení :¹⁸

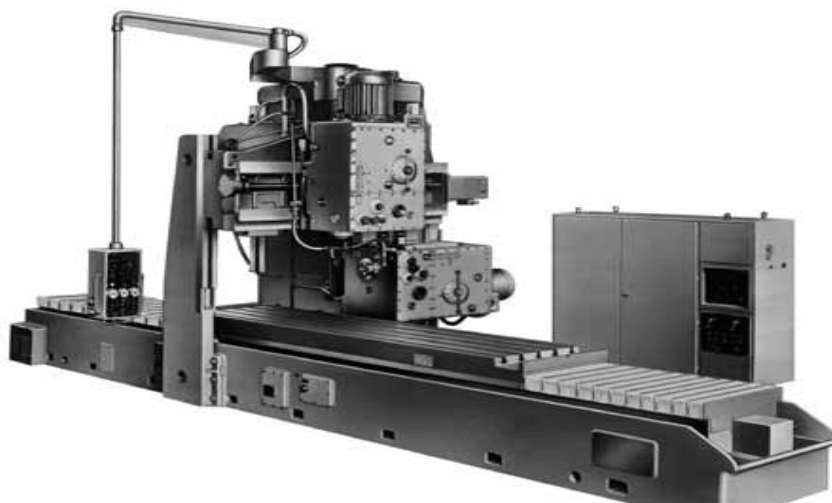
- svislém – mají svislou osu vřetena,
- vodorovném – mají vodorovnou osu vřetena.



Obr. 1.12 Stolová frézka FC 50 V.¹⁴

Rovinné frézky

Rovinné frézky mají pracovní stůl s jedním stupněm volnosti (obr. 1.13). Jsou robustní konstrukce, disponují velkým výkonem a lze na nich obrábět obrobky vyšších hmotností. Při obrábění vodorovných, svislých a šikmých ploch se používá nejčastěji frézovací hlava a při frézování úzkých ploch a drážek stopková fréza. Použití rovinných ploch je vhodné v kusových a malosériových výrobách, ale dají se dobře využít i v sériové výrobě.^{1, 18}



Obr. 1.13 Rovinná frézka řady FR.¹⁴

Speciální frézky

Používají se pro speciálně zaměřené frézovací procesy jako například frézování závitů, frézování ozubení ozubených kol, drážek, vaček apod.

Patří sem zejména odvalovací frézky na výrobu ozubení čelních kol, frézky na výrobu ozubení kuželových kol se zakřivenými zuby, atd. ^{18, 19}



Obr. 1.14 Speciální šestivřetenový svislý soustružnický poloautomat. ¹⁴

CNC obráběcí centra

- Frézovací obráběcí centra s horizontální osou vřetena (obr. 1.15)

Jsou to tři až pětiosé multiprofesní stroje pro obrábění nerotačních obrobků, které jsou většinou skříňovitého tvaru. Nosná část se skládá z neměnné nástrojové části, která má navzájem tři kolmé řízené osy a ze stavebnicově proměnné obrobkové části, která má dvě rotační osy. Existují i modifikovaná provedení. Pro obrábění rozměrných a těžkých součástí se používají obráběcí centra s posuvným stojanem po samostatném loži. ¹⁹

- Frézovací obráběcí centra s vertikální osou vřetena

Jsou to tři až pětiosé multiprofesní stroje pro obrábění plochých nerotačních součástí. Na pojízdném portálu je umístěno vřeteno s třemi, popřípadě dvěma ovládanými osami. Obrobková část je proměnná a může mít prostý pevný stůl, otočný „dvojstůl“ s krytem proti třískám nebo stůl s vícenásobnými upínači. Pro plnohodnotné pětiosé obrábění se používá otočný a sklopný stůl se dvěma otočnými osami. ¹⁹



Obr. 1.15 Horizontální frézovací obráběcí centrum s pevným rámem FO(Q) 80. ¹⁵

1.2 Technologické projektování

Technologické projektování je kontinuální tvůrčí činnost, která má technicko – ekonomický charakter. Technologické projektování spočívá především v analýze, navrhování, plánování a zpracování podmínek pro optimální využití hmotných zdrojů jako jsou energie, materiál, prostor, výrobní, manipulační i kontrolní prostředky, pracovní síly atd. Tyto faktory zásadně ovlivňují efektivnost celého výrobního procesu. ⁴

Pro modernizované i pro nově zřízené výrobní systémy jsou výsledky technologického projektování zaznamenány ve formě technologické a projektové dokumentace. ⁴

1.2.1 Projektování organizačně výrobního procesu

Na obr. 1.16 lze vidět zjednodušený model projektování organizačně výrobního procesu, kde projektování představuje postupnou činnost probíhající v pěti fázích. ⁵

- Fáze I - projektant získává základní informace o výrobku, pro který má navrhnout způsob výroby.
- Fáze II - základní údaje se rozpracují do formy, aby bylo zřejmé na čem se bude pracovat v oddělení projekce, v technologickém oddělení, v plánovacím oddělení, ve výpočtovém středisku, v ekonomických útvarech apod.
- Fáze III - po přípravě a zpracování vstupních údajů nastává vlastní činnost projektování organizačně výrobního procesu, tzv. statická část projektu.

1.2.2 Postup při sestavování návrhů

Metodický postup je důležitým předpokladem pro sestavení dobrého návrhu. Příprava návrhu je cyklická činnost a probíhá v těchto etapách.⁶

- Diagnostikace (orientační průzkum),
- Sběr informací (shromáždění podkladů),
- Rozbor stávajícího stavu (současného stavu),
- Návrh.

1.2.2.1 Diagnostika

V této etapě se jedná o prvotní, rychlé seznámení s objektem řešení, specifikování hlavních a podstatných problémů, možných projekčních a racionálních přístupů. Diagnostiku obvykle provádí nejzkušenější pracovníci, znají vzájemných závislostí, jevů a jejich možných řešení.^{4,6}

1.2.2.2 Sběr informací

Sběr informací je potřeba organizovat, aby mohlo dojít k efektivnímu zkrácení průběžné doby. Pokud tak neučiníme, bude to mít za následek značné nevyužití tvůrčích pracovníků, kteří ztratí mnoho času sháněním potřebných podkladů. Existují dvě skupiny informací – informace z evidence a informace z pozorování.^{4,6}

- Informace z evidence - jsou jednoznačné, ale mnohdy se musí přepočítávat, přivádět nebo dále členit do skupin, které jsou vázány na řešený problém.
- Informace z pozorování - tyto informace se sice získávají obtížně, ale za to jsou aktuální, konkrétně zaměřené a objektivně zobrazují realitu.

1.2.2.3 Rozbor

Pokud je rozbor dobře proveden, vyplynou z něho možné varianty řešení dané problematiky. Rozborová příprava se týká široké oblasti - výrobku, výrobního programu, výrobního zařízení, technologie, pracovníků, řízení a organizace procesu.^{4,6}

Základní typy rozborů:^{4,6}

- rozbor standardizace, unifikace či typizace součástí,
- rozbor výrobků z hlediska hmotnosti, technologie výroby a tvaru,
- rozbor vybavenosti výroby stroji, zařízeními a jejich využití,
- rozbor výhledu, stálosti, rovnoměrnosti, struktury a výrobních nákladů,
- rozbor technologického stavu základních prostředků,
- rozbor vybavenosti výroby speciálním nářadím,

- rozbor úrovně mechanizace a automatizace výrobního procesu,
- rozbor toku materiálu, manipulace a manipulačních prostředků,
- časové rozbor výroby a manipulace,
- rozbor stávajícího dispozičního řešení a stavu výrobních kol,
- rozbor ergonomických vlivů,
- rozbor věkové a kvalifikační struktury pracovníků,
- rozbor úrovně organizace, řízení a řídicí techniky,
- atd.

1.2.2.4 Návrh

Při návrhu by měl řešitel postupovat samostatně, uplatnit vlastní tvůrčí talent a vhodně využívat dílčích a vzorových řešení, aby by byl řešitel schopen, za pomoci nejnovějších poznatků vědy a techniky, rozpracovat jednotlivé směry řešení a vybrat nejvhodnější variantu. ⁶

Další součástí projektu je ekonomické zhodnocení návrhů, kde provádíme porovnání nákladů a přínosů. ⁶

Na závěr se vypracovává časový plán realizace, který mívá formu síťového grafu. ⁶

Metody sestavování návrhů:

V dnešní době existuje řada metod, které projektantovi pomohou sestavit optimální dispozici. V průběhu projektování se kombinuje řada metod, návodů, technik a zvyklostí. ⁶

Pro návrh dispozic se nejčastěji používají metody: ⁶

- metoda využívající schématu vícepředmětného sledu činností,
- trojúhelníková metoda,
- kruhová metoda,
- prostá trojúhelníková metoda,
- metoda těžiště,
- metoda S.L.P. („ Systematic Layout Planning “),
- metoda souřadnic,
- metoda k posouzení možností vytváření specializovaných dílen,
- metoda posloupnosti operací,
- metoda vyhodnocování mezidíleňských vztahů,
- metoda CRAFT („ Computer Relative Allocation of Facilities Technique “),
- experimentální a simulační metoda.

1.2.2.5 Realizace

Realizace je dovršením celého přípravného procesu. V počátečním období provozu se v průběhu realizace mohou objevit nedostatky projektové přípravy, vady v koncepci a ekonomickém hodnocení. ⁶

Realizaci je možné zabezpečit – dodavatelsky,
– vlastními silami,
– kombinovaně.

Průběžná doba realizace by měla být co možná nejkratší, aby se minimálně ovlivnil původní záměr a ekonomie. Předání může proběhnout

podpisem tzv. předávacího protokolu. U větších jednotek probíhá předání formou kolaudace.⁶

Nadále je důležité sledovat provoz a vypracovat závěrečné vyhodnocení projektu.⁶

1.2.3 Kapacitní propočty

Aby se zabezpečilo plnění plánované výroby v jednotlivých dílnách, provozech a závodech, je potřeba zpracovat kapacitní výpočet.

Kapacitním výpočtem lze stanovit teoretickou potřebu:^{5,6}

- prostředků pro manipulaci,
- strojů a zařízení,
- pracovníků,
- ploch,
- energií dle jednotlivých druhů.

Pomocí kapacitních propočtů lze porovnat vzájemné vztahy mezi požadavky a současnými možnostmi, zjišťujeme nedostatek strojů a zařízení, popřípadě nedostatečné využití strojů. Také je kapacitní propočet podkladem pro určování investičních a provozních nákladů.^{5,6}

Podle podrobnosti zpracování se dá kapacitní propočet rozlišit na:^{5,6}

- orientační: - není potřeba mít přesné údaje o počtu a druhů strojů, stačí základní podklady o potřebě ploch, pracovníků, orientační potřebě energie.
- podrobné: - pro zpracování kapacitního propočtu se vychází z konkrétních údajů.

Následující výběr vzorců je proveden na základě potřeb pro kapacitní propočet této práce.

Časové fondy:

Pro určení potřebné množství pracovišť, strojů, zařízení a dělníků je nutno znát, kolik hodin v roce mohou pracovat – tzv. efektivní časové fondy. Při výpočtech přitom vycházíme z kalendářního roku a počtu pracovních dnů.⁶

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.⁶

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

$$E_s = E_r - (0,04 \div 0,08) \cdot E_r \quad (1.1)$$

E_d – Efektivní časový fond dělníka [h/rok]. Tento fond je snížen o průměrnou délku dovolené a o tzv. neplánovanou absenci (nemoc, placené volno, atd.)⁶

Výpočet strojů a zařízení: ⁶

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (1.2)$$

kde: P_{th} ... teoretický počet strojů [ks]
 T_k ... kusový čas na danou operaci [Nmin]
 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

Pro zajištění možných přesunů a jiná opatření a hodnocení nám slouží rozbor využití operace. ⁶

$$\eta_{op} = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

kde: η_{op} ... využití strojů dané operace [%]
 P_{th} ... teoreticky vypočtený počet strojů [ks]
 P_{sk} ... skutečný počet strojů [ks]

Tento výpočet se velice často převádí do grafického znázornění, kdy za pomoci např. sloupových grafů získáme přehled o časovém využití strojů. ⁶

Výpočet dělníků: ⁶

strojní:
$$D_{vs1} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (1.4)$$

$$D_{vs2} = (S_s - 1) \cdot D_{vs1} \quad (1.5)$$

ruční:
$$D_{vr1} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_r \cdot S_r \cdot k_{pnr}} \quad (1.6)$$

rozdělíme je do směn:
$$D_{vs2} = D_{vr1} + D_{vr2} \quad (1.7)$$

celkový počet výrobních dělníků:
$$D_v = D_{vs} + D_{vr} \quad (1.8)$$

kde: D_{vs1}, D_{vs2} ... počet výrobních strojních dělníků v 1. a 2. směně
 S_s, S_r ... směnnost strojních a ručních dělníků
 D_{vr1}, D_{vr2} ... počet výrobních dělníků ručních v 1. a 2. směně
 D_v ... celkový počet výrobních dělníků

Výpočet ploch: ⁶

plocha výrobní: $F_v = F_s + F_r$ (1.9)

$$F_s = f_s \cdot P_{sk} \quad (1.10)$$

$$F_r = f_r \cdot P_r \quad (1.11)$$

kde: F_v ... výrobní plocha [m²]
 F_s ... výrobní plocha strojních pracovišť [m²]
 F_r ... výrobní plocha ručních pracovišť [m²]
 f_r ... měrná plocha ručního pracoviště [m² / ruční pracoviště]
 f_s ... měrná plocha strojního pracoviště [m² / stroj]

plocha pomocná:

$$F_p = F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pdc} + F_{pk} = (0,4 \div 0,6) \cdot F_v \quad (1.12)$$

Strukturální rozložení je následující:

$$F_{phn} = (14 \div 16)\% \cdot F_p \quad \dots \text{ pomocná plocha hospodaření s náradím} \quad (1.13)$$

$$F_{pú} = (14 \div 16)\% \cdot F_p \quad \dots \text{ pomocná plocha údržby} \quad (1.14)$$

$$F_{pskl} = (27 \div 30)\% \cdot F_p \quad \dots \text{ pomocná plocha skladová} \quad (1.15)$$

$$F_{pdc} = (32 \div 35)\% \cdot F_p \quad \dots \text{ pomocná plocha vnitřních dopravních cest} \quad (1.16)$$

$$F_{pk} = (7 \div 9)\% \cdot F_p \quad \dots \text{ pomocná plocha kontroly} \quad (1.17)$$

1.2.4 Výrobek a typ výroby

Na zpracování technologického projektu má zásadní vliv výrobek a typ výroby. Na základě převládající výroby se charakterizuje celý závod, například v těžkých provozech bývá typ výroby obvykle kusový. Výrobek a typ výroby mají zásadní vliv na volbu strojů a zařízení, manipulačních prostředků, ale také na dispoziční uspořádání strojů a zařízení. ^{6, 21}

Podle typu výroby rozdělujeme strojírenskou výrobu na:

- Kusová výroba

Výrobky se zpravidla vyrábějí jen jednou, obvykle za použití univerzálních náradí a na univerzálních strojích. Snažíme se o to, aby na jednom stroji bylo provedeno co nejvíce operací a také, aby strojní povrch umožňoval použití různých způsobů zpracování. Využití strojů je v kusové výrobě oproti sériové výrobě nižší, neboť musíme neustále stroje seřizovat na

nový typ výroby. Také kvalifikace pracovníků musí být vyšší oproti sériové výrobě. Stroje se zpravidla rozmisťují na základě technologické příbuznosti.^{6,21}

- Sériová výroba

Pro sériovou výrobu je charakteristický vyšší počet výrobků, které jsou vyráběny v dávce. Na základě tvaru a velikosti výrobku se dá sériová výroba podrobněji rozčlenit na malou (5 – 50ks výrobků), střední (50 – 500ks výrobků) a velkou sérii (přes 500ks výrobků). Stroje jsou progresivnější a na každém pracovišti se provádí menší počet operací. Produktivita práce je vyšší a nároky na kvalifikaci pracovníků jsou ve srovnání s kusovou výrobou nižší.^{6, 21}

- Hromadná výroba

Tento typ výroby se uplatňuje zejména při výrobě velkého počtu stejných výrobků. Stroje jsou jednoúčelové a operace jsou na nich rozloženy tak, aby se mohly provádět na jednom pracovišti v určitém taktu. Tyto stroje jsou v lince, a pokud dojde ke změně konstrukce nebo technologie výroby, je nutno provést přestavbu linky. Při hromadné výrobě se docílí nejvyšší produktivity práce s nejnižší nutností kvalifikace pracovníků oproti předcházejícím způsobům výroby.^{6, 21}

Podle hmotnosti výrobků rozdělujeme strojírenskou výrobu na:⁶

- lehkou,
- středně těžkou,
- těžkou.

1.2.5 Rozmístování strojů a pracovišť

Optimální rozmístění strojů, zařízení a pracovišť je nejhlavnější činnost technologického projektování.⁵

Správné uspořádání pracoviště by mělo zabezpečovat:⁵

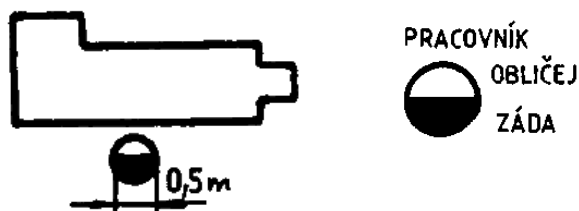
- efektivnost výroby,
- minimální mezioperační přepravu,
- jednoduché řízení,
- bezpečnostní předpisy,
- šetření výrobní plochy,
- kulturu a hygienu pracovního prostředí.

Pracoviště základní a pomocné výroby dělíme na:⁴

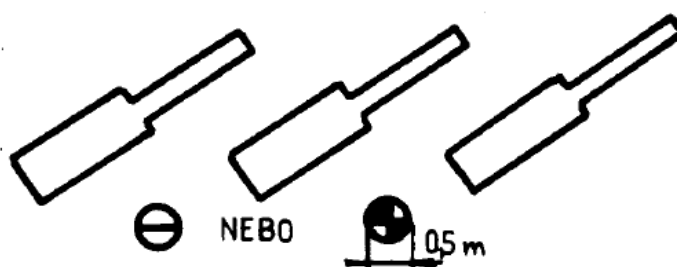
- strojní pracoviště – zahrnuje plochu stroje, plochu pro obsluhu stroje a plochu potřebnou pro skládku hotových výrobků a materiálu.
- ruční pracoviště – plocha, kterou potřebuje dělník, aby mohl vykonávat svoji práci.

Podle počtu dělníků, kteří na stroji pracují, se může strojní pracoviště dále dělit na:⁴

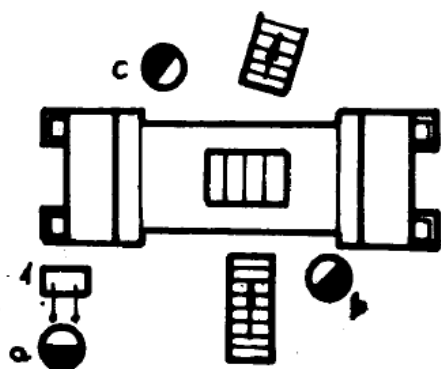
- normální (obr. 1.17) – jeden pracovník obsluhuje jeden stroj.

Obr. 1.17 Normální strojní pracoviště. ⁴

- s víceobsluhou (obr. 1.18) – jeden pracovník obsluhuje několik strojů.

Obr. 1.18 Strojní pracoviště s víceobsluhou. ⁴

- s méněobsluhou (obr. 1.19) – několik pracovníků obsluhuje jeden stroj nebo pracoviště.



První pracovník a) obsluhuje rozvod 1, druhý pracovník b) vkládá materiál do lisu a třetí pracovník c) vyjímá z lisu hotové výlisky a odkládá je na dopravník.

Obr. 1.19 Strojní pracoviště s méněobsluhou. ⁴

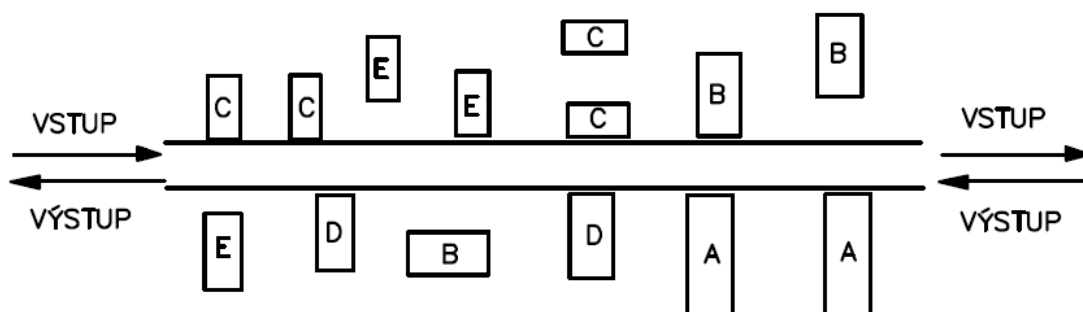
V současné době můžeme rozlišit tyto základní způsoby uspořádání pracovišť:

- volné uspořádání,
- technologické uspořádání,
- předmětné uspořádání,
- modulární uspořádání
- buňkové uspořádání,
- kombinované uspořádání.

1.2.5.1 Volné uspořádání

Při volném uspořádání jsou stroje a pracoviště v dílně uspořádány náhodně (obr. 1.20). Setkáváme se s tím tam, kde není možné dopředu určit materiálový tok, návaznost operací, organizační a řídicí vztahy. Toto uspořádání bývá ve výrobních seskupeních, které mají charakter kusové výroby. Bývají to často prototypové a údržbářské dílny. I v tomto nahodilém způsobu rozmístění strojů a pracovišť je nutno dodržovat některá pravidla. Například není možné umístit dokončovací brusky v blízkosti těžkých hrubovacích soustruhů, nebo naopak hlučný omílací buben do prostoru tiché obrobny.^{4, 5, 6}

Nevýhodou tohoto typu uspořádání je složitý tok materiálu mezi jednotlivými stroji a pracovišti, proto je z dnešního hlediska tento typ uspořádání nevhodující a takřka se nepoužívá.^{4, 5, 6}



Obr. 1.20 Volné uspořádání pracoviště.⁵

1.2.5.2 Technologické uspořádání

Při technologickém uspořádání se stroje a pracoviště sdružují do skupin s technologicky příbuznými stroji a zařízeními, v obrobě například skupina soustruhů, frézek, vrtaček, brusek apod., bez ohledu na tok materiálu (obr. 1.21). Proto například operace, které se týkají svařování se provádí ve svařovně, obráběcí operace v obrobě, kování v kovárně atd.^{4, 5, 6}

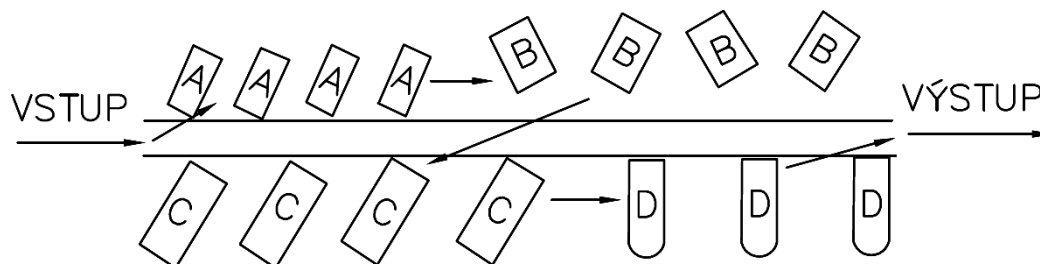
Technologické uspořádání se nejčastěji používá v kusové a malosériové výrobě těžkého a středního strojírenství. Zejména v údržbářských, opravárenských dílnách a v dílnách na výrobu prototypů.^{4, 5, 6}

- Výhody technologického uspořádání:^{4, 5, 6}

- možnost zavedení vícestrojové obsluhy zejména tam, kde jsou dlouhé operační časy,
- snížení spotřeby nástrojového vybavení (jedno přídatné zařízení může sloužit pro dva a více strojů),
- zjednoduší se práce seřizovačům a ušetří se pomocné pracovní síly,
- lépe se využije výrobní plocha v dílně oproti předmětnému uspořádání,
- docílíme lepšího využití strojů,
- poruchy strojů nenaruší výrobu,
- snadnější údržba.

- Nevýhody technologického uspořádání: ^{4, 5, 6}

- komplikovaný a dlouhý tok materiálu,
- větší nároky na výrobní plochu,
- dlouhá průběžná doba,
- rostou náklady na manipulaci a dopravu.



Obr. 1.21 Technologické uspořádání pracoviště. ⁵

1.2.5.3 Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání je výhodné použít při vyšší sériovosti výroby nebo při opakované výrobě malých sérií (obr. 1.22). U předmětného uspořádání je charakteristické to, že stroje a pracoviště jsou seřazeny dle operací na základě technologického postupu. Pokud se docílí vytížení strojů na 80 až 90% , je vhodné pro ně uspořádat pracoviště do výrobní linky, kde se dá dosáhnout nejvyššího stupně organizace výrobního procesu – proudová forma. Pokud linku automaticky synchronizujem, docílí se nejvyššího stupně předmětného uspořádání. ^{4, 5, 6}

- Při předmětném uspořádání je nutno respektovat: ^{4, 5, 6}

- materiálový tok,
- mezioperační dopravu,
- příbuznost technologických procesů,
- systém organizace a řízení,
- hygienu a bezpečnost práce.

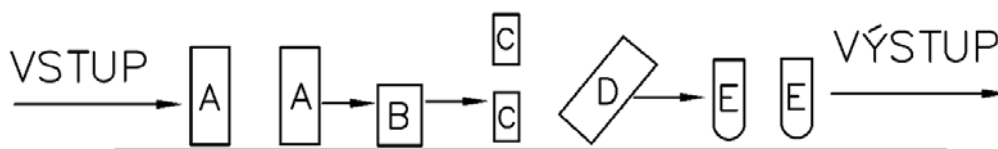
- Výhody předmětného uspořádání: ^{4, 5, 6}

- zkrácení manipulačních drah a tím pádem mezioperačních časů a nákladů na manipulaci,
- snížení rozpracovanosti,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zmenšená potřeba výrobní plochy a tím úspory investičních nákladů,
- zlepšení operativního řízení výroby,
- snížení nákladů na skladování.

- Nevýhody předmětného uspořádání: ^{4, 5, 6}

- pokles využití strojů v důsledku snížení objemu výroby,
- uspořádání vyžaduje konstrukci speciálních jednocelových strojů, jejichž výroba je nákladnější.

- jakákoliv změna ve výrobním programu má za následek vyvolání změny ve strojním zařízení a uspořádání strojů



Obr. 1.22 Předmětné uspořádání pracoviště. ⁵

1.2.5.4 Modulární uspořádání

Modulární uspořádání strojů a pracovišť seskupuje stejné technologické bloky, ve kterých každý plní více technologických funkcí (obr. 1.23). ^{4, 5, 6}

Příkladem modulárního uspořádání je předání do klasicky řízené dílny skupinu NC strojů nebo obráběcích center. Modulární pracoviště se vyznačuje vyšší produktivitou práce, proto má v dílně prioritní postavení a z důvodu dosažení vysokého využití se musí okolí přizpůsobit. ^{4, 5, 6}

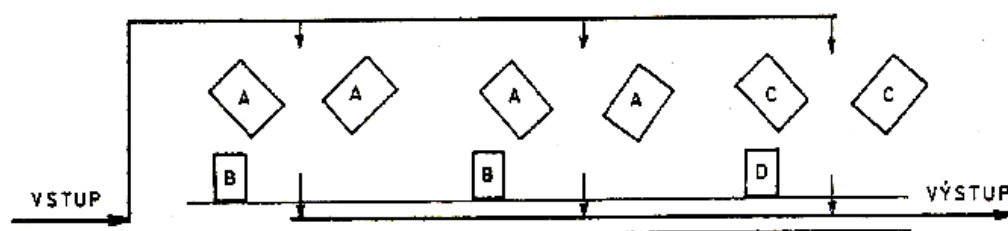
Modulární uspořádání se používá v kusové a malosériové výrobě v těžkém a středně těžkém průmyslu. ^{4, 5, 6}

- Výhody modulárního uspořádání ^{4, 5, 6}

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

- Nevýhody modulárního uspořádání ^{4, 5, 6}

- vysoká cena strojů a zařízení,
- větší nároky na technickou přípravu výroby,



Obr. 1.23 Modulární uspořádání pracoviště. ⁵

Pro mezioperační manipulaci se u modulárního uspořádání často využívají manipulátory a roboty.

1.2.5.5 Buňkové uspořádání

Příkladem buňkového uspořádání jsou plně mechanizovaná, automatizovaná nebo robotizovaná pracoviště – tzv. automatizovaných výrobních systémů (obr. 1.24). U těchto systémů se pracoviště skládá z více výrobních zařízení, u kterých je dokonale vyřešena operační a mezioperační manipulace a vlastní řídicí systém ovládaný nadřazeným řídicím systémem.^{4, 5, 6}

Při navrhování buňkového uspořádání pracovišť musí projektant uplatnit systémový přístup, se zřetelem na celek a navazující okolí systému.^{4, 5, 6}

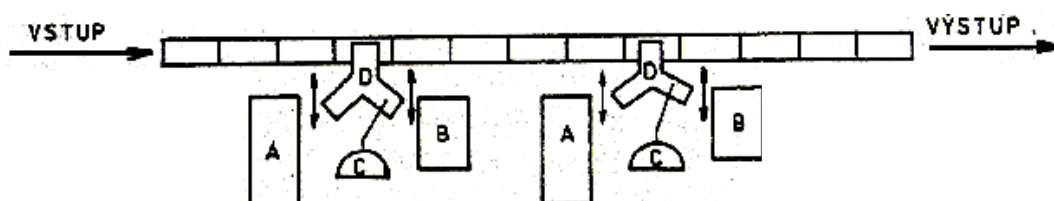
Použití buňkového uspořádání je podobné jako u modulárního uspořádání. Takto uspořádaná pracoviště často pracují v třísměnném provozu, neboť přípravné operace se provádějí v čase chodu hlavního pracoviště. Na pomocném pracovišti a v čase hlavních technologických operací probíhá nastavování a výměna nástroje.^{4, 5, 6}

- Výhody buňkového uspořádání^{4, 5, 6}

- vysoká produktivita práce,
- minimalizovaná, automatizovaná a robotizovaná manipulace s materiálem,
- zvýšení kvality výroby dodržováním technologické disciplíny,
- zefektivnění výrobního procesu.

- Nevýhody buňkového uspořádání

- takřka stejné jako u modulárního uspořádání.

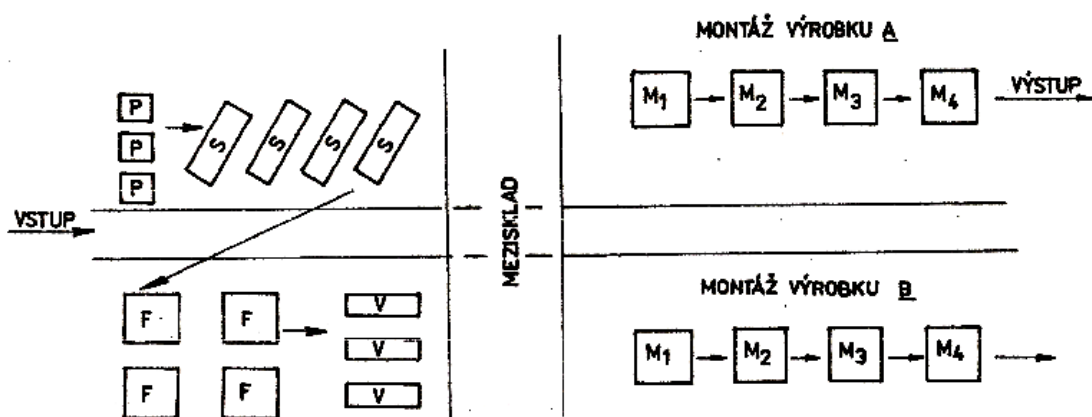


Obr. 1.24 Buňkové uspořádání pracoviště.⁵

1.2.5.6 Kombinované uspořádání

Při projektování větších celků obvykle nestačí použít jen jeden způsob již zmíněných uspořádání pracovišť, ale kombinaci dvou a více způsobů (obr. 1.25). Nejčastěji se kombinuje předmětné a technologické uspořádání pracovišť. Například v teplých provozech se odlitky a výkovky zhotovují ve velkém množství, a proto je vhodné použít předmětné uspořádání, zatímco na zbývající část výroby je vhodné použít technologické uspořádání strojů.^{4, 6}

Kombinovaný způsob uspořádání se často využívá u všeobecné a středně těžké strojírenské výroby a u obou typů uspořádání se snažíme využít jejich výhody.^{4, 6}



Obr. 1.25 Kombinované technologické a předmětné uspořádání pracovišť. ⁶

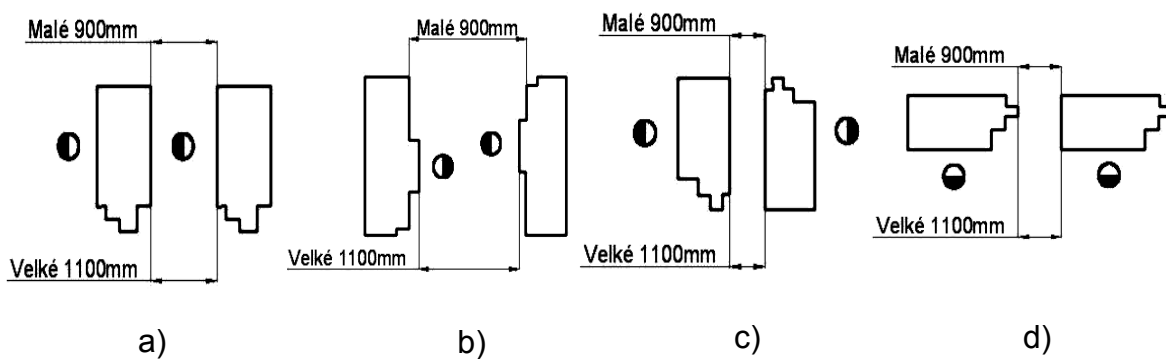
1.2.6 Zásady rozmíst'ování jednotlivých strojů

Při rozmíst'ování jednotlivých strojů je nutno dodržet základní projektanské zvyklosti a normy, které jsou stanoveny na základě bezpečnosti a hygieny práce. Podle těchto zvyklostí je dobré rozmístit jednotlivé stroje tak, aby zabraly co možná nejmenší plochu. Pokud se budou na stroji upínat těžké předměty, je potřeba ke stroji situovat sloupový jeřáb, balancér, atd. Kromě samotných strojů se do dispozice zakreslují taktéž příslušenství jako rozváděcí skříně, skříňky na nářadí, odkládací prostory, regály a pracoviště dělníka. ⁶

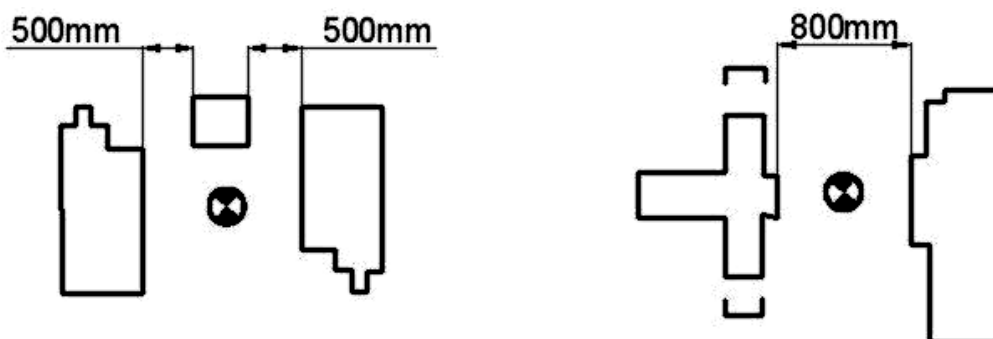
Rozmístěné stroje se kótují od sloupů ke krajnímu obrysu stroje. Stroje s obrysem cca 800 x 1500mm se řadí mezi malé. Stroje, které mají jeden rozměr větší jak 3500 mm se řadí mezi velké. ⁶

V následující části jsou uvedeny vzdálenosti: ⁶

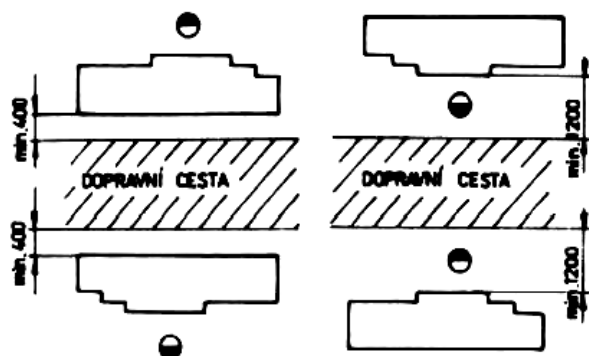
- mezi jednotlivými stroji při jednostrojové obsluze (obr. 1.26),
- mezi jednotlivými stroji při dvoustrojové obsluze (obr. 1.27),
- vzdálenosti od dopravních cest (obr. 1.28),
- vzdálenosti postavení strojů u sloupů (obr. 1.29),
- vzdálenosti od stěn (obr. 1.30).



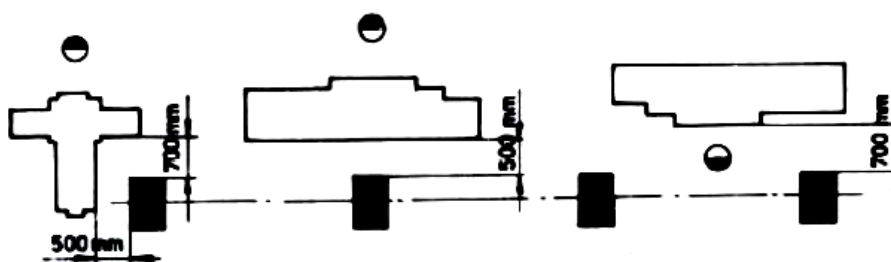
Obr. 1.26 Vzdálenosti mezi jednotlivými stroji při jednostrojové obsluze.⁶
 a) stroje umístěné za sebou; b) čelem k sobě – jednostrojová obsluha;
 c) zadními stěnami k sobě; d) bočními stěnami k sobě



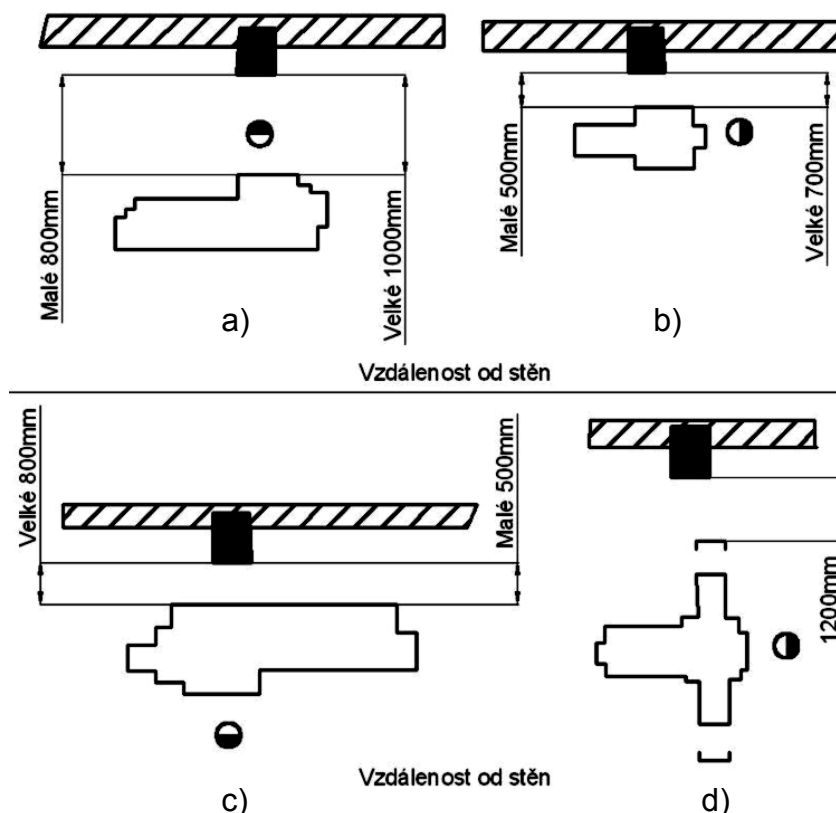
Obr. 1.27 Vzdálenosti mezi jednotlivými stroji při dvoustrojové obsluze.⁶



Obr. 1.28 Vzdálenosti od dopravních cest.⁶



Obr. 1.29 Vzdálenosti postavení strojů u sloupů.⁶

Obr. 1.30 Vzdálenosti od stěn.⁶

- a) pracoviště dělníka je mezi strojem a stěnou; b) stroj je postaven bokem ke stěně;
c) u stěny je zadní strana stroje; d) pohyblivá část stroje směřuje ke stěně

1.2.7 Projektování výrobních dílen

Výrobní dílna se skládá ze strojů, zařízení, ručních pracovišť a volných ploch uspořádaných podle rozhodujících výrobních vztahů, umístěných na konkrétní ploše a řízených z jednoho centra. Dílna je v podstatě nejmenší samostatná výrobní jednotka, která má vlastní organizační a řídicí systém.⁵

Výrobní program v dílně se určuje na základě:⁵

- návaznosti operací,
- příbuznosti technologických procesů.

Na základě těchto kritérií volí technologický projektant uspořádání pracovišť v dílně.⁵

Ve strojírenských provozech se vyskytuje celá řada výrobních dílen např. slévárny, kovárny, lisovny, svařovny, obrobny, brusírny, ostřírny, nářaďovny, lakovny, atd. Každé pracoviště má v projektování svá specifická kritéria.⁵

Diplomová práce je zaměřena na projektování mechanické obrobny, proto je tomuto pracovišti, v další části práce, věnováno více pozornosti.

Tab. 1.1 Postup činností při projektování výrobních dílen:⁵

I.	Řešení hlavních výrobních činností	<ol style="list-style-type: none"> 1. Statický kapacitní výpočet. 2. Volba počtu strojů a ručních pracovišť. 3. Určení materiálového toku. 4. Dynamický kapacitní výpočet. 5. Výpočet vytížení strojů. 6. Určení kritických míst pro konkrétní časové úseky. 7. Schéma rozmístění pracovišť. 8. Určení velikosti výrobních ploch. 9. Návrh manipulace a manipulačních zařízení. 10. Kapacitní výpočet manipulačních zařízení. 11. Určení prioritních požadavků a omezení.
II.	Řešení pomocných činností	<ol style="list-style-type: none"> 1. Řešení systému dopravy: dopravní trasy, dopravní prostředky, nakládací a vykládací místa: <ol style="list-style-type: none"> a) přísun polotovarů, b) mezioperační přeprava rozpracovaných výrobků, c) odsun hotových výrobků, d) přísun pomocného materiálu a náradí, 2. Výpočet a určení skladů a meziskladů. 3. Určení velikosti pomocných ploch. 4. Řešení výdajů náradí, nástrojů a výrobní dokumentace. 5. Sběr, úprava, odvoz třísek a ostatního odpadu. 6. Příprava a uskladnění chladících emulzí v obrobě. 7. Nastavení strojů a nástrojů. 8. Řešení údržby a oprav.
III.	Energie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Výpočet potřeby energií: elektrická energie, stlačený vzduch, technické plyny, teplo (pára, vařící voda). 2. Porovnání potřeby s kapacitami zdrojů.
IV.	Řízení a kontrola	<ol style="list-style-type: none"> 1. Situování a vybavení řídicího stanoviště. 2. Určení komunikačních prostředků. 3. Situování a vybavení stanoviště kontroly.
V.	Bezpečnost a hygiena práce	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vytipování speciálních požadavků na bezpečnost práce. 2. Stanovení přístrojů s nebezpečím výbuchu nebo požáru. 3. Řešení hygienických požadavků: osvětlení, vytápění, klimatizace, větrání a odsávání, hluchnost, barevnost. 4. Řešení sociálních zařízení.
VI.		Zpracování výkresu dispozičního rozmístění.

Mechanické obrobna:

Technologie třískového obrábění je dosti rozšířená a druhy používaných strojních zařízení jsou rozmanité. Na základě zvolené technologie a strojního zařízení se odvíjí dispoziční řešení.⁶

Třídění obráběcích dílen a jejich struktura:⁷

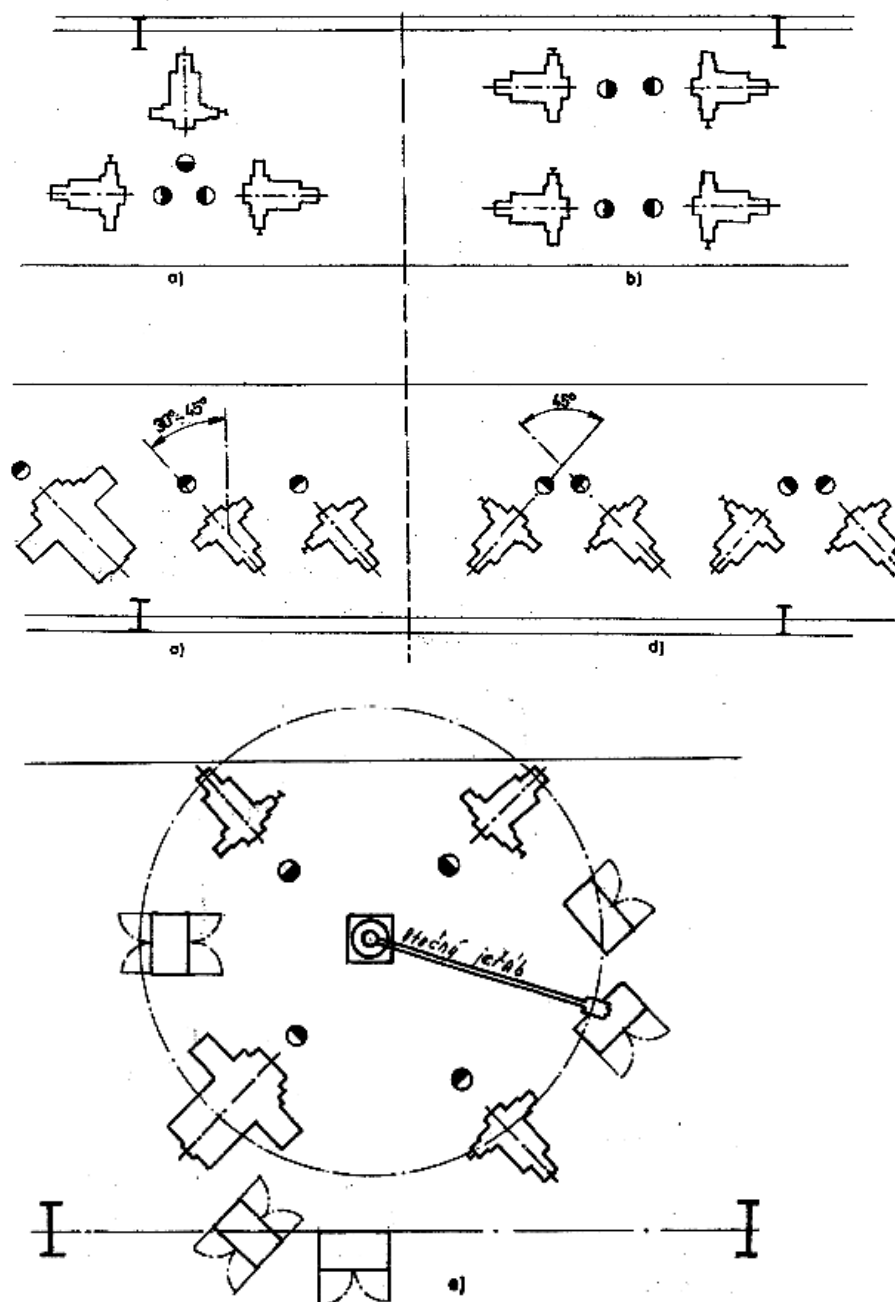
- **Podle hmotnosti obráběné součásti:**
 - jemné obrobny do 10kg,
 - lehké obrobny do 100kg,
 - středně těžké do 2 000kg,
 - těžké do 15 000kg,
 - zvláště těžké nad 15 000kg.
- **Podle sériovosti výroby:**
 - kusovou (malosériovou) – neopakovanou,
 - sériovou – opakovanou v dávkách,
 - velkosériovou (hromadnou) – trvale opakovanou.
- **Podle počtu obráběcích strojů:**
 - malé – do 150 strojů,
 - střední – do 300 strojů,
 - velké nad 300 strojů.

Rozmístění frézek v mechanické obrobně:

Takřka všechny stroje lze situovat v lodi tak, že hlavní osa stroje je rovnoběžná s podélnou osou lodi nebo je kolmá na podélnou osu lodi a nebo svírá s osou lodi určitý úhel (šikmé umístění).⁶

Na obr. 1.31c,d je znázorněno příklady umístění frézek. Výhodou šikmého umístění pracovišť (c,d) je značné snížení ohrožení sousledného pracoviště odletujícími třískami.⁶

Na obr. 1.31e vidíme rozmístění 4 frézek kolem jednoho pracovníka, který může obsluhovat 4 pracoviště. U tohoto způsobu rozmístění, ale musíme počítat s dostatečným prostorem pro přísun, odsun a odkládání materiálu.⁶

Obr. 1.31 Rozmístění frézek (a – e).⁶

1.2.8 Znázornění materiálových toků

Nejběžnějším způsobem pro znázornění materiálového toku je Sankeyův diagram (obr.1.32), který může být zpracován například na jeden výrobní objekt nebo na celý areál závodu. Tento diagram je vhodný pro znázornění mezidíleňského materiálového toku.⁵

Tloušťka čar vyjadřuje objem manipulovaného materiálu ve zvolených jednotkách, nejčastěji však v hmotnostních. Délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy a šipka směr materiálového toku. Různými druhy šrafování nebo barevným označením je vhodné odlišit druhy přepravovaného materiálu.⁵

1.2.9.1 Rozměrové řešení pracoviště

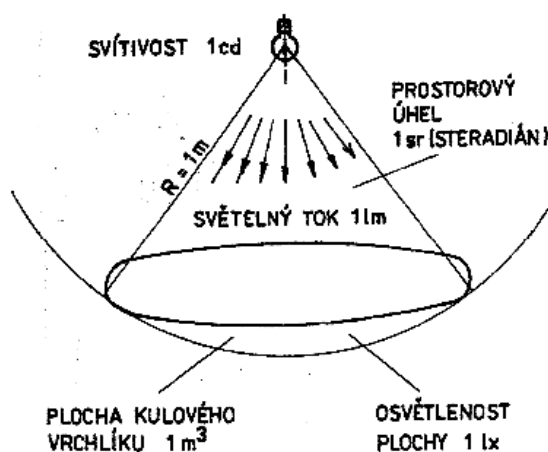
Při rozměrovém řešení by se měl brát ohled na: ⁶

- pohlaví a stáří člověka,
- pohybový prostor,
- zorné podmínky,
- pracovní polohu,
- speciální podmínky dané práce.

1.2.9.2 Osvětlení pracoviště

Světlo a hygienicky správné osvětlení má v práci ,ale i v životě člověka důležitou úlohu. 80% informací dostává člověk pomocí zraku, proto nedostatečné osvětlení má negativní vliv na zdraví a pracovní pohodu, ale také na produktivitu a kvalitu práce. ^{5,6}

Osvětlení se mění se čtvercem vzdálenosti od světelného zdroje. Na obr. 1.34 je vidět zobrazení světelných jednotek. ^{5,6}



Obr. 1.34 Světelné jednotky. ⁶

Při navrhování dispozic je nutné brát ohled na požadavky kladené na osvětlovací zařízení při osvětlení umělém a též při osvětlení přirozeném. Umělé osvětlení bývá zajištěno pomocí osvětlovacích těles, tvořených armaturou včetně stínidla a žárovkou nebo zářivkou. Nejvhodnějším osvětlením pracovišť je světlo přirozené, které je nejlevnější a pro zrak nejvhodnější. Proto by mělo být pracoviště řešeno s největším podílem osvětlení přirozeného. ^{5,6}

Tab. 1.2 Doporučené osvětlení provozů. ⁴

Název provozu nebo pracoviště	Osvětlení (lx)	Celkové osvětlení místnosti	
		průměrné (lx)	nejmenší (lx)
Soustružení, frézování ,vrtání	200	40	20

1.2.9.3 Hluk na pracovišti

Hluk působí na sluchový orgán, nervový a oběhový systém, a proto následkem hluku může dojít k jeho poškození. Také dochází k příznakům chronické únavy, nervozity, nespavosti. Všechny tyto negativní faktory mají vliv na nedostatečnou výkonnost, zvýšení zmetkovitosti a úrazovosti.^{5,6}

Při zpracování technologického projektu může projektant do značné míry ovlivnit celkovou hladinu hluku, např. pomocí využití protihlukových schopností některých materiálů, volbou méně hlučné technologie, uzavřením hlučných pracovišť apod.^{5,6}

Boj proti hlučnosti je složitý, nákladný a není vždy možné udělat technická opatření na jeho snížení. Proto je třeba pracovníky, pohybující se v hlučném prostředí, vybavit ochrannými prostředky – chrániče sluchu.^{5,6}

Tab. 1.3 Pásma hluku podle Lehmana.⁶

Číslo třídy hluku N	Charakteristická pásma
Kolem 0	Bezzvukovost, která je v přírodě těžko dosažitelná. Na člověka působí nepříznivě.
do 30	Přírodní prostředí, normální hluk vyskytující se v přírodě, jako pohyb osob a zvířat, vítr, déšť, šustění listů apod.
30 - 65	Relativní hluk – jeho vliv na člověka závisí na subjektivním hodnocení (nepříjemné zvuky). Dlouhodobě působí rušivě při psychických činnostech.
65 - 80	Od této hranice je to hluk absolutní, který je škodlivý bez ohledu na individuální postoj člověka. Působí nervové podráždění, ruší duševní soustředění, snižuje kvalitu práce atd.
80 - 95	Působí nepříznivě na sluchové orgány, při dlouhodobé expozici způsobuje ohluchnutí.
95 - 110	Je třeba používat osobní ochranné pracovní prostředky, hluk způsobuje bolesti hlavy, zvyšuje únavu.
110 - 130	Vnímání začíná vzbuzovat bolest, je nutné nosit protihlukové přilby, hluk poškozuje sluch.
130 - 150	Rychlé poškození sluchu, vznik závratí a prudkých bolestí.
nad 150	Způsobuje okamžité ohluchnutí, při vyšších intenzitách a u slabších jedinců smrt.

1.2.9.4 Bezpečnost práce

Definice ideální bezpečnosti je stav, kdy nemůže nastat úraz. Takové bezpečnosti, ale nelze dosáhnout, protože každý používaný stroj, pracoviště má určitý stupeň nebezpečí.⁶

Jednáním člověka, které může vést k úrazu, může být způsobeno:⁶

- psychickofyziologickými vlastnostmi
 - slabý zrak, sluch, nezodpovědnost, kondice, zdraví, malá reakční schopnost, sklon k riskování.
- sociální vlivy
 - nedostatečná motivace, rodinné poměry, špatné mezilidské vztahy.
- vinou druhé osoby
 - hlavní příčinou nehod při práci je z 70 - 80% člověk.
- metody pro určování nebezpečnosti stroje:⁶
 - porovnávací metody,
 - průzkumové metody,
 - výpočtové metody,
 - pozorovací metody,
 - bodovací metody,
 - matematicko – statické metody.

1.2.10 Vymezení, hodnocení a výběr variant

Pro rozhodovací proces jsou pojmy vymezení, hodnocení a výběr velice úzce související kroky.

- vymezení reálných variant:⁸

V okamžiku, kdy je definovaný problém, který je potřeba vyřešit a kdy jsou jasně definovány cíle, pak lze teprve přistoupit k vymezení reálných variant.

- hodnocení navržených variant⁸

Slouží k tomu, abychom byli schopni vybrat optimální řešení na základě porovnání jednotlivých možností. Pro hodnocení se používají kritéria, pomocí nichž lze vybírat z několika řešení problému, nám nejvíce vyhovující. Správný výběr kritérií je rozhodující pro konečný výsledek. Zanedbáním kritérií může vést ke zkreslení a nesprávnému posouzení výsledku.

- Obecně lze kritéria rozdělit na:⁸

- absolutní – vyjadřuje nezbytné podmínky, bez kterých se neobejde žádná reálná varianta.
- relativní – slouží k určení stupně účelnosti jednotlivých variant a jejich vzájemnému srovnání.

1.2.10.1 Postupy pro hodnocení a výběr varianty

- Metoda srovnání předností a nedostatků^{4, 8}

Tato metoda se dá použít pouze u méně složitých případů, kde hodnotíme pouze pomocí „ano – ne“, případně „plus – minus“.

- Metoda bodovací^{4, 8}

Používá se mají-li kritéria, potřebná pro výběr, přibližnou nebo stejně důležitou hodnotu. Tato metoda umožňuje větší diferencovanost a často se pro hodnocení používá stupnice od nejhoršího po nejlepší nebo stupnice nejhorší – vyhovující – nejlepší.

- Metoda váhového hodnocení kritérií^{4, 8}

Oproti předchozím metodám je tato varianta výhodnější, neboť bodovacím stupněm je navíc přiřazena váha důležitosti. Tato metoda zahrnuje stanovení rozhodovacích kritérií, určení jejich důležitosti a posouzení variant na základě takto definovaných kritérií. Výhodou je současné zohlednění více kritérií a to jaký mají pro nás význam.

- Metoda výběru mezi pesimistickou a optimistickou variantou^{4, 8}

Používá se u složitějších situací, budeme-li s minimem informací rozhodovat o něčem, co se dá vymežit pouze rámcově. Pak je vhodné zohlednit míru optimismu, nebo naopak pesimismu s jakou hodnotíme situaci. Lze volit 3 přístupy.

- „maximax“ – snaha o maximalizaci maximálního dosaženého výsledku.
- „maximin“ – snaha o maximalizaci minimálního dosaženého výsledku.
- „minimax“ – snaha o minimalizaci maximální míry neúspěchu, respektivně zklamání z nedosažení očekávaných výsledků.

- Metoda využití pravděpodobnosti^{4, 8}

Používá se zejména při rozhodování za podmínek rizika, kdy se dá do určité míry určit pravděpodobnost úspěchu jednotlivých variant. Existuje řada metod, které pro rozhodnutí využívají metodu pravděpodobnosti.

- Ekonomický propočet^{4, 8}

Provádí se vzájemně buď u dvou variant a nebo u každé varianty, které jsou ve vztahu k původnímu stavu.

1.2.10.2 Ekonomické hodnocení investic

Ekonomické hodnocení investic je porovnání vynaloženého kapitálu s výnosy, které by investice měla přivést. Do výnosu investic se započítává přírůstek zisku a přírůstek odpisů. Pokud výnosy převýší náklady na její pořízení, pak se může investice považovat za přijatelnou.²⁰

Stupeň likvidity a rizikovost patří mezi další kritéria pro hodnocení efektivnosti investic.²⁰

- Pro hodnocení investic se postupuje podle následujících kroků:²⁰

- určení jednorázových nákladů na pořízení investic,
- odhad budoucích výnosů,
- odhadnutí kapitálu na pořízení investic,
- aplikace metod pro ekonomické hodnocení investic.

2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Představení společnosti TOS KUŘIM-OS,a.s.

Společnost TOS KUŘIM byla založena v roce 1942. V tomto roce byla zahájena výroba přesných vyvrtávacích strojů, hoblovacích strojů na kuželová ozubení, soustruhů, konzolových frézek a speciálních strojů. Již od svého založení se stala průkopníkem v zavádění nových technologií do praxe a obchodní značka firmy se stala celosvětovým symbolem spolehlivých a přesných obráběcích strojů s dlouhodobou životností. Od roku 2005 se stává majoritním vlastníkem TOS KUŘIM-OS.a.s. česká obchodní společnost ALTA.a.s., která má sídlo v Brně. ¹⁵

Ve společnosti se vyrábí zejména velké frézky a obráběcí centra, které umožňují obrábět těžké, rozměrově a tvarově velmi složité obrobky s použitím souvislého řízení v pěti osách. Jedná se zejména o portálová obráběcí centra a obráběcí centra s posuvným stojanem. Společnost se snaží vyhovět potřebám zákazníků, a proto výrobní program zahrnuje pracoviště šité na míru. Předností strojů vyráběných v TOS KUŘIM-OS.a.s. je systém výměnných vřetenových hlav. ¹⁵

Strategie firmy je zaměřena na soustavném inovování strojů a jejich komponentů, systémů a příslušenství, které jsou dodávány od světoznámých výrobců. ¹⁵

Stroje vyráběné společností TOS KUŘIM-OS.a.s. mají široké uplatnění v těžkém strojírenství, leteckém, zbrojařském, loďařském a železničním průmyslu, ve výrobě těžkých stavebních strojů a důlní techniky. ¹⁵

Firma má zkušenosti získané při výrobě více jak 65 automatických obráběcích strojů, 3550 jednoúčelových strojů a 83 000 univerzálních obráběcích strojů. ¹⁵



Obr. 2.1 Pohled na TOS KUŘIM -OS,a.s. ¹¹

2.1.1 Historické mezníky společnosti TOS KUŘIM – OS,a.s.**1942**

Zahájení výroby přesných vyvrtávacích strojů, hoblovacích strojů na kuželová ozubení, konzolových frézek, soustruhů a speciálních strojů. 1946-1982 byla zahájena sériová výroba jednoduchých a výkonných konzolových frézek řady FA.

1950

Zřízení národního podniku TOS KUŘIM.

1953

Pravidelnou výrobu zahajuje slévárna šedé litiny.

1955

Zahájena výroba rovinných frézek.

1957

Zahájena výroba 1. automatické linky pro švédskou firmu SKF.

1965

Jako celek se stává národní podnik TOS KUŘIM součástí Továren strojírenské techniky se sídlem v Praze.

1967

Zahájení výroby kuličkových šroubů, první dodávka švédské firmě.

1974

Zahájena výroba konzolových frézek řady FGS.

1982

Zahájena výroba ložových frézek a center řady FS.

1.1.1991

TOS KUŘIM se stává státní akciovou společností.

1991

Jako první strojírenský podnik z východních zemí získal TOS KUŘIM doklad o certifikaci systému jakosti pro výstupní kontrolu a zkoušení výrobků dle normy ČSN ISO 9003.

1.5.1992

Vzniká 5 samostatných subjektů – akciové společnosti TOS KUŘIM, SLÉVÁRNA KUŘIM, TOS LIPNÍK, TOS ZNOJMO a TOS JASOVÁ.

1.7.1996

Transformace do privátní firmy, založení společnosti TOS KUŘIM - OS, s.r.o.

1996-1997

Zahájena výroba konzolových frézek řady FGS-B.

1998

Zahájena výroba rovinných frézek s posuvným portálem řady FRF.

1999

Vývoj, konstrukce a dodávky progresivních flexibilních výrobních linek s víceosými centry.

1.1.2001

Rozhodnutím jediného zakladatele společnosti TOS KUŘIM - OS, s.r.o., je založena společnost TOS KUŘIM - OS, a.s. vkladem jmění - movitého a nemovitého majetku, registrované ochranné známky a know - how nezbytného k realizaci podnikatelských záměrů.

2001-2003

Vývoj, konstrukce a dodávky progresivních obráběcích center s výměnnými hlavami a jejich ekonomických variant.

2003

Zahájení výroby obráběcích center s posuvným stojanem po samostatném loži v různých provedeních.

2004

Zahájení dodávek obráběcích center řady FUQ, dokončení vývoje stroje FSGQ 80.

2005

Majoritním vlastníkem TOS KUŘIM - OS, a.s. se stává česká obchodní společnost ALTA, a.s. se sídlem v Brně, jejíž významnou obchodní komoditou jsou obráběcí stroje.

2006

Na trh je uvedena nová koncepce strojů - horizontální obráběcí centrum řady FO.

2008

Dokončení výroby prototypu portálového centra řady FRP. ¹⁵

2.1.2 Výrobní program společnosti TOS KUŘIM-OS.a.s.

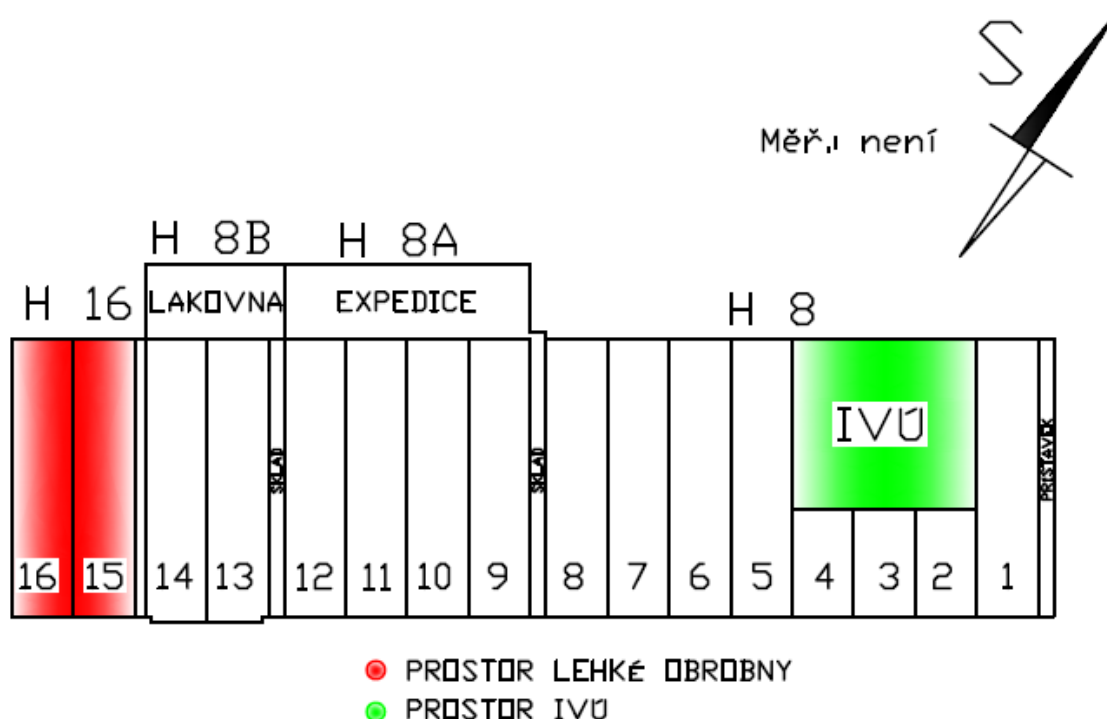
1. Univerzální stroje – ložová obráběcí centra – FS 80/100/125,
 - FSG 80,
 - FSG 80 A,
 - obráběcí centra s posuvným stojanem,
 - obráběcí centra se dvěma posuvnými stojany,
 - portálová obráběcí centra – FRF,
 - FRU,
 - FRP,
 - obráběcí centra s posuvným stojanem – FU EFEKTIV,
 - FU,
 - FUA,
 - horizontální obráběcí centra,
 - vertikální obráběcí centra.

2. Jednoučelové stroje a automatické obráběcí linky ¹⁵

2.2 Prostory výrobní haly společnosti TOS KUŘIM-OS,a.s.

Výrobní hala je rozdělena na tři části označené H 8, H 8A, H 8B (obr.2.2). Na tuto halu navazuje starší zástavba označená H 16, která se skládá ze dvou lodí 15, 16 a nalézá se zde plocha lehké obrobny. Část H 8B se skládá ze dvou lodí 13, 14, skladu a lakovny, část H 8A z lodí 9 až 12, skladu, expedice a část H8 z přístavku, lodi 1 až 8 a prostoru vymezeného pro IVÚ (integrovaný výrobní úsek), který byl z důvodu postupného přecházení na kusovou a malosériovou výrobu nevyužíván a později odstaven.

Úkolem diplomové práce je vypracování projektu přemístění frézovacích strojů, používaných pro výrobu nerotačních (deskových) součástí, z lehké obrobny do těchto nevyužívaných prostor bývalého IVÚ.



Obr. 2.2 Schématický náčrt výrobní haly společnosti TOS KUŘIM – OS,a.s.

2.2.1 Současný stav lehké obrobny

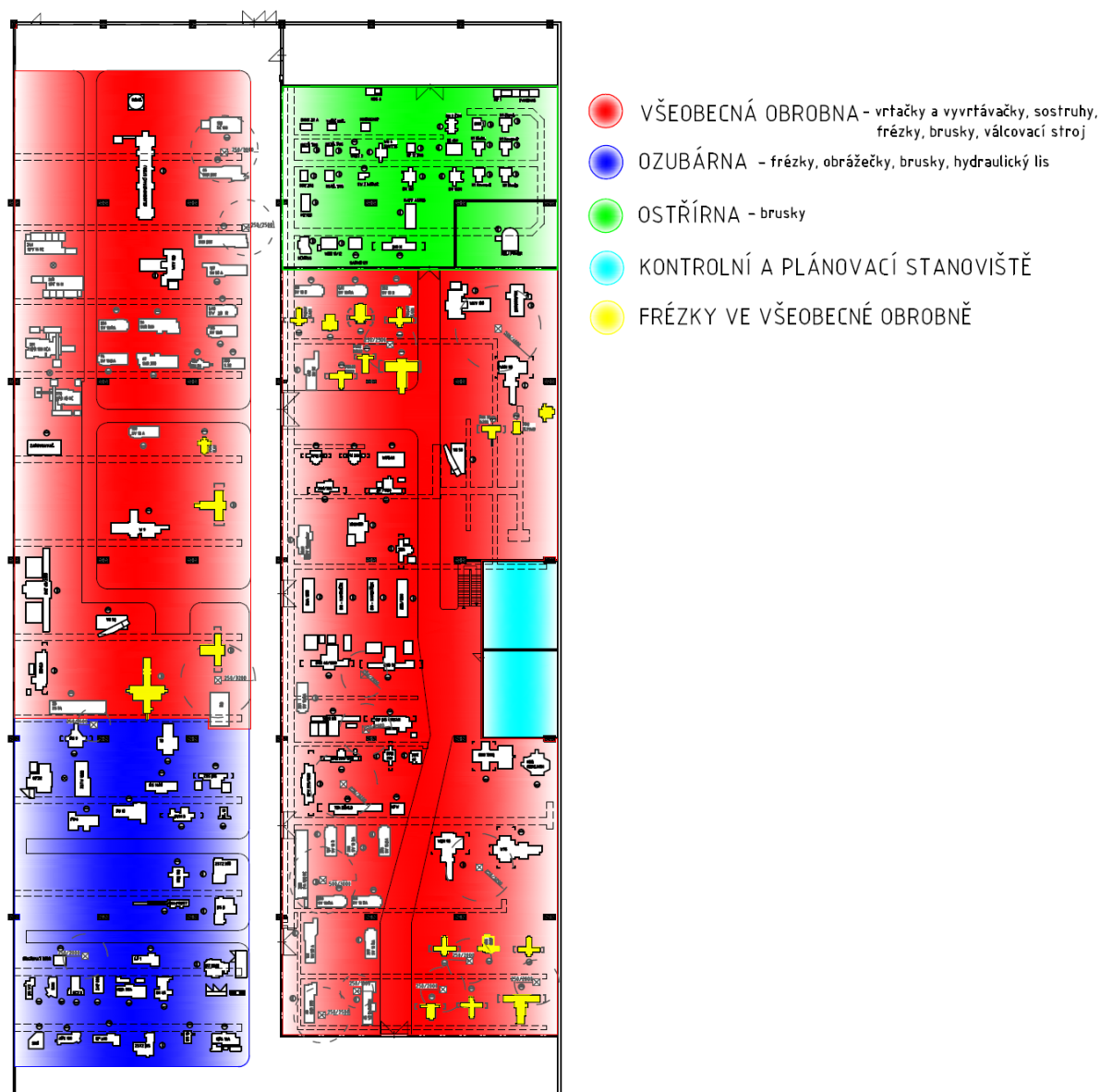
Lehká obrobna se nalézá v hale označené H 16, kterou tvoří dvě lodě 15 a 16. Délka lodě je 96 m a šířka 24 m. Z těchto rozměrů vychází plocha lodě 2 304 m² a plocha celé lehké obrobny včetně komunikací, plánovacího a kontrolního stanoviště 4 608 m². Hala je opatřena sloupy, které mají v podélném směru rozteč 16 m a v příčném směru 8 m.

Z obr.2.3 je zřejmé, že plochy v lehké obrobně se dají rozdělit na čtyři základní části :

- všeobecnou obrobnu,
- ozubárnu,
- ostřírnu,
- kontrolní a plánovací stanoviště.

Na těchto pracovištích se nalézá několik typů vrtaček, vyvrtávaček, soustruhů, frézek, brusek, obrážeček, dále válcovací stroj a hydraulický lis. Kromě těchto strojů se také v prostorách lehké obrobny nacházejí regály, palety a sloupové jeřáby. Třídník strojů a prací používaných v TOS KUŘIM – OS, a.s. a výkres současného stavu jsou v příloze.

Rozmístění strojů vychází z dob, kdy v lehké obrobně probíhala sériová výroba a následně pak docházelo k redukci výrobních prostor. Proto současné rozmístění strojů není zcela vyhovující a je kombinací volného a předmětného uspořádání. Z těchto důvodů je materiálový tok často složitý a různě putuje po obrobně.



Obr. 2.3 Rozdělení ploch a rozmístění strojů v lehké obrobně.

Frézky ve všeobecné obrobě

Následující tab. 2.1 udává, na základě třídníků strojů a prací používaných v TOS KUŘIM – OS,a.s., frézky v současné době ve všeobecné obrobě. Tyto frézky je třeba přemístit a vhodně rozmístit do nových prostor bývalého IVÚ (integrovaný výrobní úsek). Fotografická dokumentace frézek je v příloze.

Tab. 2.1 Frézky ve všeobecné obrobě dle třídníku TOS KUŘIM-OS,a.s.¹²

výrobce	typ	rozměry			stř.	profese	poznámky	
		š.stolu	L.stolu	kužel				
Konzolové frézky svislé – vertikální.								
TOS Kuřim	FD 40V	560	1800	strmý 50	359	05224		
Zbrojovka	FV 32	250	900	Metrický 32	360	05225		
TOS Olom.	FA 3 AV	300	1375	strmý 50	359	05226		
TOS Olom.	FA 4 AV	350	1600	strmý 50	359	05226		
TOS Kuřim	FA 4 V	315	1600	ISA 50	359,360	05226		
TOS Kuřim	FB 32 V	315	1250	strmý 50	359	05226		
TOS Kuřim	FB 32 V	315	1250	strmý50	359	05226		
TOS Kuřim	FA5 BV	450	2000	strmý 50	359	05226		
Zbrojovka	F 4 S	320	1300	Metrický 40	359	05227		
Zbrojovka	F 5 S	400	1700	Metrický 50	359	05227		
TOS Kuřim	FGSV 50	500	1800	ISO 50	359	15213		
Konzolové frézky vodorovné - horizontální a univerzální.								
výrobce	typ	rozměry				stř.	profese	poznámky
		š.stolu	L.stolu	vřet.	kužel			
TOS Olom.	FA 3 U	250	1250	75	Mo 4	359	05162	univerzální
TOS Olom.	FGS 25	320	1000		ISO 40	360,665	05135	vodorovná
TOS Kuřim	FA 5 BU	450	2000	105	strmý 50	360	05167	univerzální
Zbrojovka	F 5 J	400	1700			359	05136	vodorovná
Frézky rovinné dvouřetenové a portálové.								
výrobce	typ	rozměry			stř.	profese	poznámky	
		š.stolu	L.stolu	poč. a druh vřet.				
TOS Kuřim	FRL 5	500	2000	2	359	05278	rovinná	
Frézky zvláštní.								
výrobce	typ	rozměry				stř.	profese	poznámky
		stůl	š.dráž	dl.dráž	poč.vř			
NDR	FNS36	200x500	36	500	1	360	05318	Na drážky
výrobce	typ	rozměry				stř.	profese	poznámky
		š. stolu	L.stolu	měř/kuž	otáčky			

Frézky nástrojařské

TOS Kuřim	FNK 25	290	1250	ISA 30	4500	360	05379	nástr. frézka
DECKEL	FP 2	240	830	ISA 40		360	05372	nástr. frézka
TOS Čelák.	FNGJ 32	400	800	ISO 40		360	05373	čísl. indikace

výrobce	typ	rozměry			stř.	profese	poznámky
		š.stolu	L.stolu	kužel			

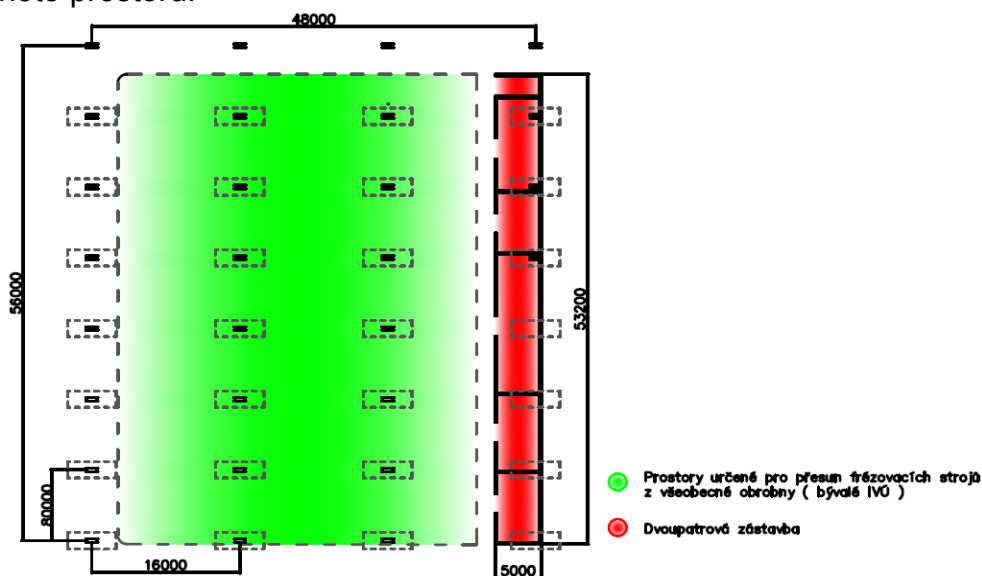
Frézky NC.

TOS Kuřim	FCQV 63 NC	630	2200	ISO 50	121	45225	
-----------	------------	-----	------	--------	-----	-------	--

2.2.2 Prostory vyčleněné společností TOS – KUŘIM – OS,a.s. pro přesun frézek

Na obr.2.4 je schématický náčrt prostor vyčleněný společností TOS KUŘIM – OS,a.s. pro přesun frézovacích strojů. Tento prostor má označení IVÚ (integrovaný výrobní úsek), který byl z důvodu postupného přechodu na kusovou a malosériovou výrobu odstaven. V současné době jsou prostory bývalého IVÚ vyklizeny a připraveny pro přesun strojů z všeobecné obrobny. Na toto nejlukrativnější místo dostanou přednost frézovací a soustružnické stroje, protože frézovna a obrobna má největší podíl z celkových výrobních kapacit lehké obrobny. Přesun soustružnických strojů do těchto prostor řeší jiná diplomová práce.

Tento prostor má přibližnou rozlohu 2688 m² včetně dvoupatrové zástavby o rozloze 266 m², což je přibližně 1,7x menší prostor, než stávající lehká obrobna. Předpokládá se, že tyto prostory budou pro přesun frézovacího a soustružnického pracoviště dostačující, ale pro všechny stroje z lehké obrobny dostačující nebudou, proto zbylé stroje budou rozmístěny kolem tohoto prostoru.



Obr. 2.4 Schématický náčrt prostor vyčleněný společností TOS KUŘIM – OS,a.s.

2.3 Důvody přesunu do nových prostor

- Současná výrobní základna společnosti TOS KUŘIM – OS.a.s. je větší než potřebují, proto se usiluje o její zmenšení.
- V lehké obrobě jsou v současné době umístěny stroje, které nejsou způsobilé k provozu, proto je snahou vybrat do nových modernizovaných prostor jen ty, které budou dostatečně využity.
- Jedná se o přizpůsobení výrobního vybavení firmy současným podmínkám a potřebám, které vyplývají z marketingových průzkumů.
- Společnost přechází na výrobu dílenských strojů a tím výroba menších dílů ustupuje do pozadí.
- Snížení současné výrobní plochy.
- Zkvalitnění současného stavu výrobního prostředí.
- S největší pravděpodobností se budou stroje postupně nahrazovat stroji vyšších výkonů. Jedná se o první krok zásadní modernizace firmy.
- Plánuje se demolice objektu současné lehké obrobny a místo něj výstavba nových prostor pro těžkou montáž.
- Vytápění objektů společnosti je dosti finančně náročné. Demolicí lehké obrobny a modernizací firmy se plánuje snížení těchto nákladů nejméně o 10%.

2.4 Výroba v lehké obrobě

Výrobní program společnosti TOS KUŘIM – OS.a.s. je zaměřen na výrobu univerzálních strojů, jednoúčelových strojů a automaticky obráběcích linek. Podrobněji je výrobní program společnosti rozepsán kapitole 2.1.2.

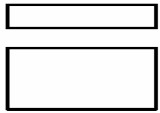

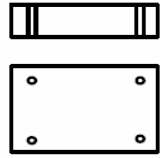
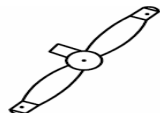
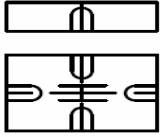
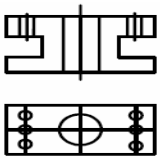
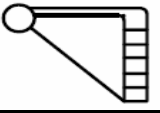
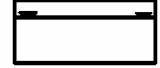
Závod TOS KUŘIM, jako jeden z prvních, zavedl sériovou výrobu obráběcích strojů, jmenovitě frézovacích strojů a soustruhů. Také výroba v lehké obrobě měla charakter sériové výroby. V průběhu několika let docházelo ke změnám prodeje a výroby obráběcích strojů, společnost se restrukturalizovala a v současné době má výroba v lehké obrobě charakter kusový, až malosériový. Převážnou část výroby také tvoří výroba na zakázku na základě specifických požadavků zákazníků.

2.4.1 Roztřídění výrobků do skupin a výběr hlavního reprezentanta

Výrobní sortiment v lehké obrobě je velice rozmanitý od malých, středních a velkých výrobků a jejich rozčlenění do skupin je určeno podle tvaru na základě číslování výkresů.

Následující tab.2.2 udává roztrídění nerotačních (deskových) součástí vyráběných ve společnosti TOS KUŘIM – OS.a.s. na základě čísla výkresů do 9. základních tvarových skupin.

Tab.2.2 Roztřídění nerotačních (deskových) součástí do tvarových skupin na základě číslování výkresů. ¹³

Skupina součástí	Hlavní obráběné plochy a jejich vzájemná poloha	Druhy součástí	Schématický náčrt
0	ROVINNÉ ROVNOBĚŽNÉ	Klíny, lišty, narážky, pera, příložky, atd.	
1	ROVINNÉ JINÉ	Klíny kosové, lišty, upínky, atd.	
2	ROVINNÉ VRTANÉ ROVNOBĚŽNÉ	Deska, kameny, lišty, matice, nonius, pravítka, páčky, atd.	
3	ROTAČNÍ JINÉ	Páky, přesunovače, třmeny, atd.	
4	ROVINNÉ ROVNOBĚŽNÉ OTVORY L - X	Desky, kostky, lišty, rozvodky, spojky, atd.	
5			
6	ROVINNÉ ROVNOBĚŽNÉ ROTAČNÍ VRTANÉ	Čelisti, desky, drážky, nož. hlavy, příložky, víko, atd.	
7	ROVINNÉ ROVNOBĚŽNÉ ROTAČNÍ JINÉ	Konzoly, páky, ramena, závěsy, atd.	
8	SOUČÁSTI OZUBENÉ	Lišty, hřebeny, lyže, atd.	
9	OSTATNÍ NEPRAVIDELNÉ	LYRY	

Nejčastěji vyráběné součástí patří do 2. a 4. skupiny, ze kterých jsou vybrány tři hlavní reprezentanti. K výběru reprezentantů jsem se rozhodl rovněž proto, že opakující se hlavní výrobní sortiment je vhodné si udržet ve společnosti a výrobky, které se vyrábějí jen jednou za čas, je účelnější vyrábět mimo tuto společnost. Nechávat si stroje jen na tyto okrajové operace by bylo velice neekonomické.

Následující tab.2.3 udává informace o vybraných reprezentantech. Výkresy těchto reprezentantů jsou propůjčeny z archívu TOS KUŘIM – OS.a.s. a jsou společně s jejich technologickými postupy v příloze.

Tab. 2.3 Vybraní reprezentanti.

	název	materiál	výchozí rozměr mat.	hmot. [kg]	číslo výkresu
1.reprezentant	KOSTKA	11 600.0	□ 65x135+13	4,9	3102 64 100915
2.reprezentant	DESKA BRZDY	11 373.1	ČSN 425310.01PL16	7,3	2 62 102644
3.reprezentant	RUKA - TĚLESO	12 050.1	150/50x745+37	46	1 62 102292

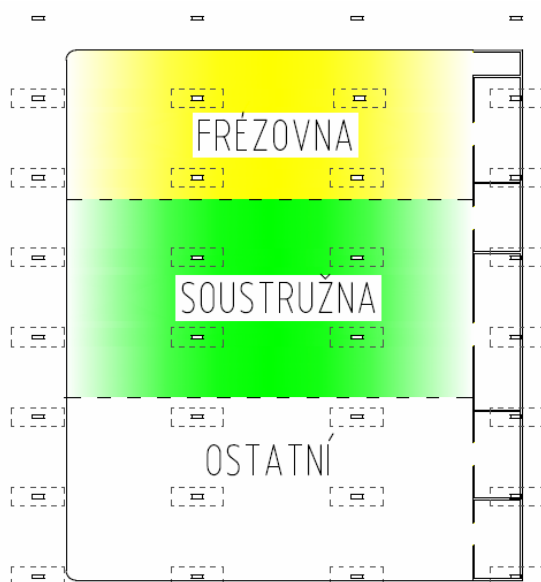
3 NÁVRH A ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH VARIANT PŘESUNU ZE STARÝCH DO NOVÝCH PROSTOR

Způsoby a zásady rozmisťování strojů a pracovišť jsou popsány v literární studii práce, v kapitole 1.2.5 a 1.2.6.

Na základě zadání diplomové práce a bodů dotýkajících se analýzy jednotlivých variant, přicházejí v úvahu následující možnosti uspořádání.

3.1 První varianta uspořádání

První varianta uvažuje přesun všech frézovacích strojů, které jsou v současné době v prostorách všeobecné obrobny. Převážnou část výroby tvoří kusová, až malosériová výroba a také výrobní sortiment je rozmanitý, proto se uvažuje technologické uspořádání jednotlivých pracovišť (obr.3.1)



Obr. 3.1 Uspořádání pracovišť.

Frézařské pracoviště, které je předmětem této práce, je umístěno v horní části prostoru vyčleněného společností TOS KUŘIM – OS.a.s. z důvodu, že některé součásti vyráběné na frézařském pracovišti jsou větších rozměrů, a proto je vhodné, aby toto pracoviště mělo dostatečný přístup ke komunikaci. Pod frézařským pracovištěm bude umístěna soustružna, kterou řeší jiná diplomová práce. Ve zbylé části prostoru budou umístěny ostatní typy strojů s ohledem na technologické uspořádání.

Celý prostor je na samostatném základě a plánuje se výstavba nové, vibračně oddělené podlahy, proto by nemělo docházet k vibračnímu ovlivnění těžkou obrobnu a mezi jednotlivými stroji.

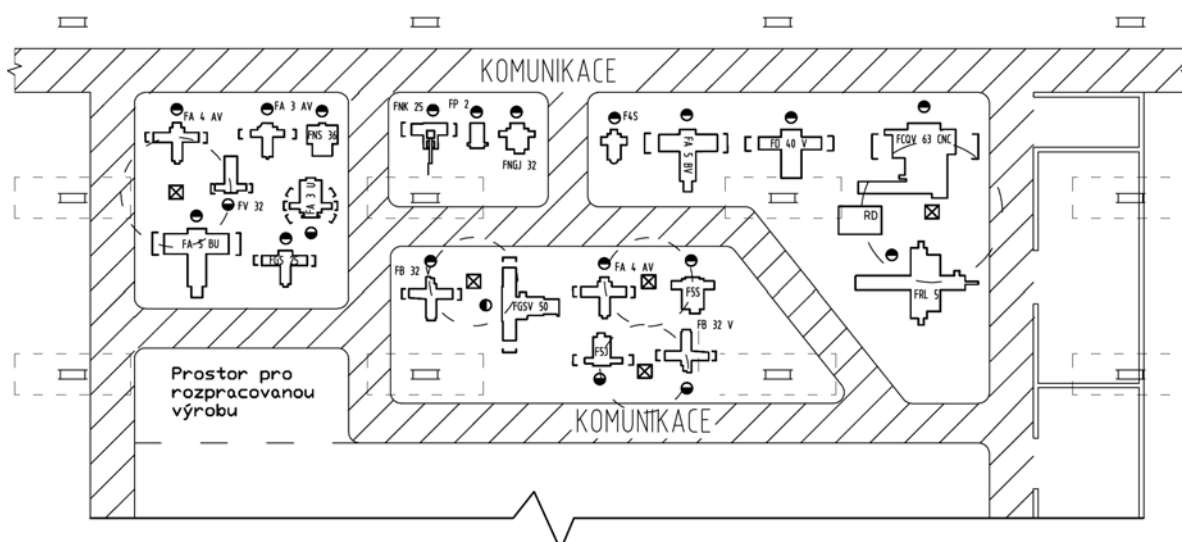
Rozmístění frézek v 1. variantě uspořádání:

První varianta uspořádání vychází prakticky ze stávajícího uspořádání frézovacích strojů tzn., že stroje jsou ponechány ve skupinách, ve kterých se nalézají v současné době v prostorách všeobecné obrobny (obr. 3.2).

Společně s frézkami se přesune i pět sloupových jeřábů (3x 250kg / 2000mm , 1x 250kg / 3200mm a 1x 250kg / 2500mm), jejichž umístění je ponecháno u frézek, u kterých byly umístěny doposud, s ohledem na tu skutečnost, aby akční rádius sloupového jeřábu zasahoval do komunikace pro ulehčení manipulace s těžšími součástmi.

Tab. 3.1 Počet objektů a velikost ploch v první variantě uspořádání.

Počet frézovacích strojů	21	
Počet ručních pracovišť	1	1x rýsovací deska
Počet sloupových jeřábů (kg / mm)	5	1x 250 / 3200 1x 250 / 2500 3x 250 / 2000
Zastavěná plocha	420,9m ²	
Prostor pro rozpracovanou výrobu	41,7m ²	
Plocha vnitřních komunikací	155 m ²	
Celková plocha	617,6 m²	



Obr. 3.2 Frézky v první variantě uspořádání.

Tato varianta nemusí být zcela ideální z hlediska uvažovaného budoucího uspořádání, protože současné stávající uspořádání vycházelo v minulosti z toho, že některé stroje byly dokupovány a eventuálně dopracovány.

3.2 Druhá varianta uspořádání

Druhá varianta opět uvažuje o přesunu všech frézovacích strojů nalézajících se ve všeobecné obrobně a uspořádání jednotlivých pracovišť bude rovněž technologické (obr. 3.1).

Návrh uspořádání je provedeno s ohledem na zohlednění maximálních požadavků dotýkající se bezpečnosti práce, při jednotlivých strojích, vycházející z doporučení nebo ze směrnic a především tak zohledňuje možnosti celistvého zabezpečení výroby.

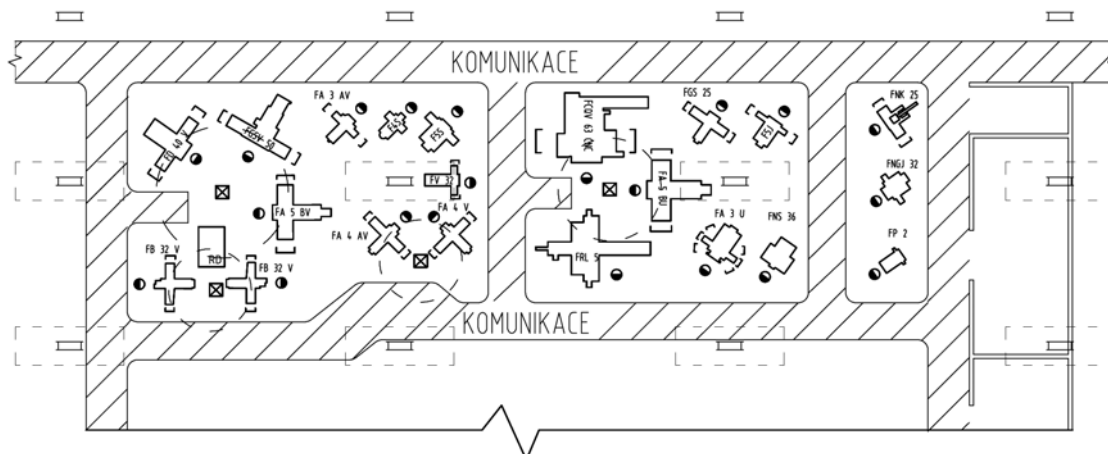
Rozmístění frézek ve 2. variantě uspořádání:

Rozmístění frézek ve druhé variantě je provedeno na základě typu strojů (obr. 3.3). V levé části jsou umístěny konzolové frézky svislé, v pravé části nástrojařské frézky a v prostřední části zbylé typy frézek (konzolové frézky vodorovné a univerzální, frézka dvouřetenová rovinná, frézka zvláštní a stolová NC frézka). Ve srovnání s první variantou jsou stroje v místech, kde by mohlo být sousední pracoviště ohroženo odletujícími třískami, vhodně pootočený o 30 až 45 stupňů, čímž docílíme celkové navýšení bezpečnosti práce a zároveň se vhodnějším uspořádáním jednotlivých strojů zmenší zastavěná plocha.

Společně s frézkami se přesunou i jednotlivé typy sloupových jeřábů, jejichž umístění je opět s ohledem na ulehčení manipulace řešeno tak, aby jejich akční rádius zasahoval do komunikace. Při této variantě je rýsovací deska umístěna mezi dvěma sloupovými jeřáby, což je výhodné, neboť se stala přístupná pro pět okolních frézek. Oproti první variantě se jiným uspořádáním strojů, které nevychází ze současného stavu umístění, také podařilo ušetřit jeden sloupový jeřáb 250kg / 2000mm.

Tab. 3.2 Počet objektů a velikost ploch ve druhé variantě uspořádání.

Počet frézovacích strojů	21	
Počet ručních pracovišť	1	1x rýsovací deska
Počet sloupových jeřábů (kg / mm)	4	1x 250 / 3200 1x 250 / 2500 2x 250 / 2000
Zastavěná plocha	370,5m ²	
Prostor pro rozpracovanou výrobu	0 m ²	
Plocha vnitřních komunikací	125,4 m ²	
Celková plocha	496 m²	



Obr. 3.3 Uspořádání frézek ve druhé variantě.

3.3 Třetí varianta uspořádání

Třetí varianta uspořádání vychází, ačkoli převážná část výroby je kusová až malosériová a výrobní sortiment společnosti TOS KUŘIM – OS.a.s. je rozmanitý, z myšlenky, že opakující se hlavní výrobní sortiment je vhodné si udržet ve společnosti a výrobky, které se vyrábějí jen jednou za čas, vyrábět mimo tuto společnost. Tato varianta dává na základě vybraných reprezentantů jakousi úvahu o rozčlenění strojů do výrobní linky s tím, že odděluje stroje na nezbytně nutné pro výrobu reprezentantů a pro výrobu ostatního sortimentu.

Rozmístění strojů potřebných pro výrobu vybraných reprezentantů a ostatních frézek ve 3. variantě uspořádání:

V horní části vyčleněného prostoru (obr. 3.4) jsou umístěné stroje podle pravidel předmětného uspořádání, tzn. že stroje jsou seřazeny dle operací na základě technologického postupu. Takto uspořádané stroje vytváří výrobní linku, ve které lze vyrobit všechny tři již vybrané reprezentanty.

Pod tímto pracovištěm se nalézá prostor pro sestavení linky na výrobu rotačních (hřídelových) součástí, která není předmětem této práce.

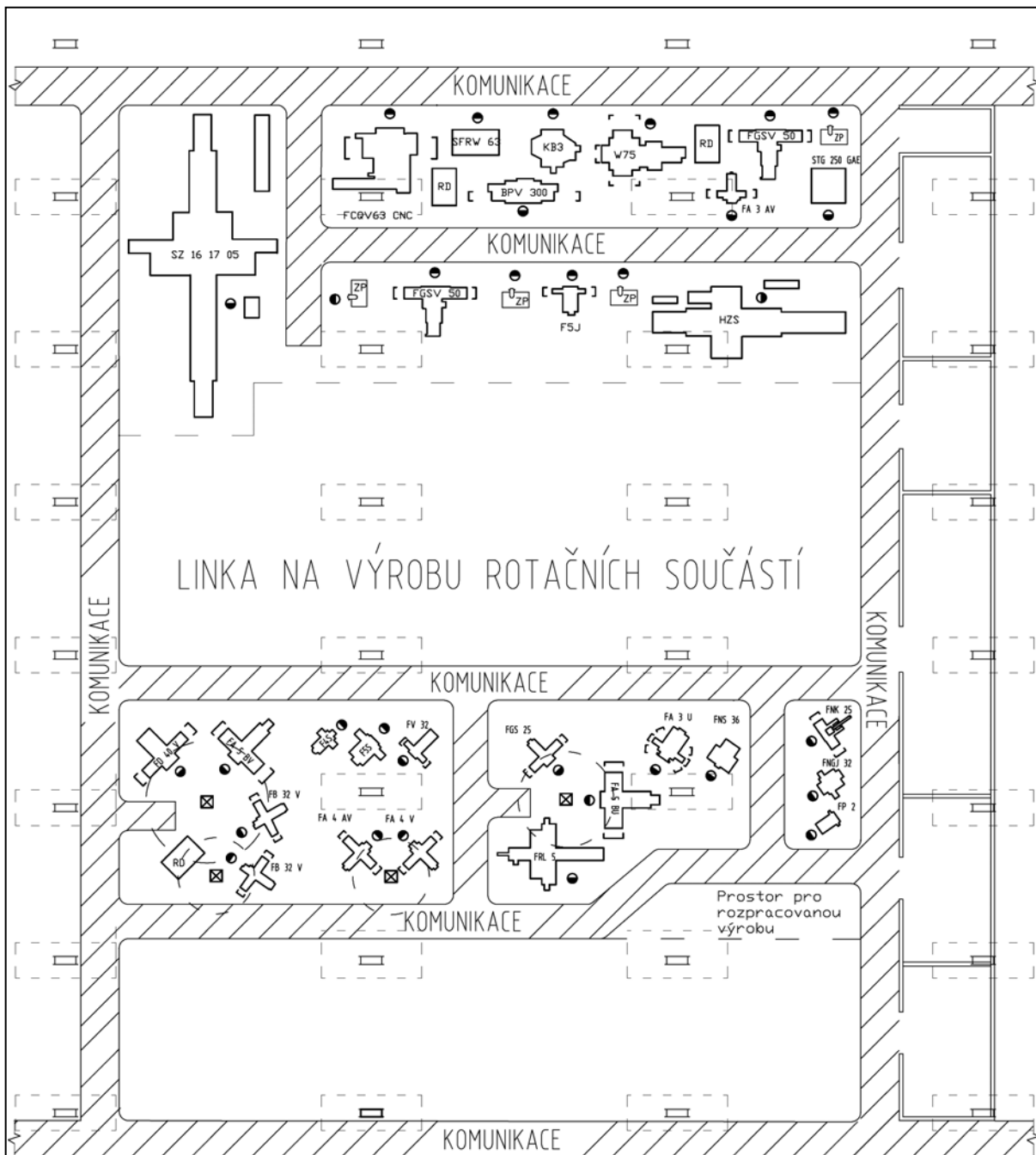
Ve zbylém prostoru je provedeno technologické uspořádání jednotlivých pracovišť. Uspořádání frézařského pracoviště v tomto prostoru vychází ze 2. varianty uspořádání, snížený o počet frézek nalézajících se ve výrobní lince.

Tab. 3.3 Počet objektů a velikost ploch ve výrobní lince.

Počet strojů	12
Počet ručních pracovišť	6
Počet sloupových jeřábů	0
Zastavěná plocha stroji	509,6 m ²
Prostor pro rozpracovanou výrobu	0 m ²
Plocha vnitřních komunikací	75,2 m ²
Celková plocha	584,8 m²

Tab. 3.4 Počet objektů a velikost ploch ve frézařském pracovišti.

Počet strojů	17
Počet ručních pracovišť	1
Počet sloupových jeřábů	4
Zastavěná plocha stroji	335,9 m ²
Prostor pro rozpracovanou výrobu	33,9 m ²
Plocha vnitřních komunikací	134,8 m ²
Celková plocha	504,6 m²



Obr. 3.4 Uspořádání strojů ve výrobní lince a frézek ve třetí variantě.

3.4 Výběr nejvhodnější varianty

3.4.1 Metoda srovnávání předností a nedostatků

Následující tab. 3.5 udává shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých navržených variant uspořádání. Některé byly již zmíněny v předešlé analýze variant.

Tab. 3.5 Výhody a nevýhody jednotlivých variant uspořádání.

	Výhody	Nevýhody
1. VARIANTA	Prostor pro rozpracovanou výrobu.	Větší zastavěná plocha stroji.
	Akční rádius sloupových jeřábů zasahuje pro usnadnění manipulace do komunikace.	Rýsovací deska je dostupná pouze pro dvě okolní frézky.
	Možnost zavedení vícestrojové obsluhy.	Sousední pracoviště mohou být ohroženy vlivem odletujících třísek.
	Změna výrobního programu a poruchy strojů nenaruší výrobu.	Komplikovaný materiálový tok.
	Možnost nárůstu objemu výroby.	Dlouhá průběžná doba.
	Snadná údržba.	Stávající uspořádání vycházelo v minulosti toho, že některé stroje byly dokupovány a eventuelně dopracovány.
	Výhody	Nevýhody
2. VARIANTA	Rozdělení strojů do skupin podle jejich typu.	Komplikovaný materiálový tok.
	Menší zastavěná plocha stroji.	Absence prostoru pro rozpracovanou výrobu.
	Rýsovací deska je dostupná pro pět okolních frézek.	Dlouhá průběžná doba.
	Ušetření jednoho sloupového jeřábu.	
	Stroje vhodně pootočený o 30 – 45 stupňů pro zvýšení bezpečnosti okolního pracoviště odletujícími třískami.	
	Akční rádius sloupových jeřábů zasahuje pro usnadnění manipulace do komunikace.	
	Možnost zavedení vícestrojové obsluhy.	
	Změna výrobního programu a poruchy strojů nenaruší výrobu.	
	Snadná údržba.	
	Možnost nárůstu objemu výroby	

	Výhody	Nevýhody
3. VARIANTA	Výrobní linka umožňuje výrobu vybraných reprezentantů.	Velká zastavěná plocha.
	Zkrácení průběžné doby výroby.	Změna výrobního programu vyvolá změny v uspořádání strojů a ve strojním zařízení.
	Odděluje stroje na nezbytně nutné pro výrobu přestavitelů a pro výrobu ostatního sortimentu.	Výrobní sortiment společnosti TOS KUŘIM – OS.a.s. je rozmanitý.
		Převážná část výroby ve společnosti je kusová, až malosériová.
		Náročnější a nákladnější údržba.
		Stanovení reprezentantů nevychází pouze z objemové položky, proto není jasné, jestli tyto typy výrobků budou i výhledově tvořit podstatnou část výroby.

Vzhledem k tomu, že stanovení reprezentantů nevychází pouze z objemové položky a navíc není naprosto, jasné jestli tyto typy výrobků budou i výhledově tvořit podstatnou část výroby, **nejeví se jako třetí uvažovaná varianta k výběru vhodná.**

První a druhá varianta řeší přesun všech frézovacích strojů nalézajících se v současné době v prostorách všeobecné obrobny. Rozhodnutí mezi první a druhou variantou provedeme pomocí metody váhového hodnocení kritérií.

3.4.2 Metoda váhového hodnocení kritérií

Hodnotícím kritériím je přiřazena váha důležitosti v rozsahu stupnice od 1 do 10, kde nejnižší důležitost je ohodnocena bodem 1 a nejvyšší bodem 10. Bodové hodnocení jednotlivých kritérií je také v rozsahu stupnice 1 až 10 a vyjadřuje míru splnitelnosti daného kritéria.

Počet bodů u jednotlivých kritérií jsou následně vynásobeny váhami jednotlivých kritérií a pro každou variantu je provedena suma těchto součinů. Varianta, která bude disponovat vyšší sumou těchto součinů, bude považována za vhodnější k výběru.

Vybraná kritéria pro hodnocení:

Kritéria jsou zvolena na základě předešlé analýzy výhod a nevýhod jednotlivých variant uspořádání. Kritéria technického charakteru jsou označena písmenem T a kritéria ekonomického charakteru písmenem E. Následující vybraná kritéria jsou sepsaná sestupně podle jejich důležitosti.

T1 – bezpečnost práce.

T2 – manipulace s materiálem.

T3 – zastavěná plocha stroji.

T4 – možnost nárůstu objemu výroby.

T5 – prostor pro rozpracovanou výrobu.

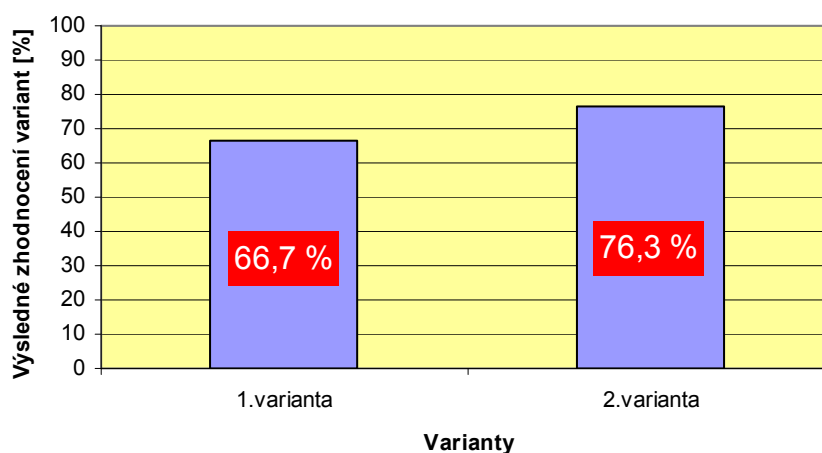
T6 – plocha vnitřních komunikací.

E1 – náklady na přesun strojů.

E2 – náklady na údržbu.

Tab. 3.6 Metoda váhového hodnocení kritérií.

Kritérium	Váha kritéria	1. varianta		2. varianta	
		Přidělené body	Součin bodů	Přidělené body	Součin bodů
T1	10	6	60	10	100
T2	9	8	72	9	81
T3	8	5	40	8	64
T4	8	8	64	8	64
T5	4	10	40	1	4
T6	3	6	18	7	21
E1	6	6	36	7	42
E2	6	5	30	6	36
Σ přidělených bodů			360		412
Výsledné zhodnocení variant v [%]			66,7 %		76,3 %



Graf. 3.1 Výsledné zhodnocení variant

Z uvedeného grafu vyplývá, že po zhodnocení všech kritérií je varianta číslo 2 téměř o 10 % výhodnější než varianta číslo 1. S ohledem na tuto skutečnost a na základě detailní konzultace, s posouzením jednotlivých výhod, s pracovníky podniku i s vedoucím práce, byla vybrána pro další rozpracování **varianta číslo 2.**

3.5 Zhodnocení ploch, strojů a pracovníků nového uspořádání výroby kapacitním propočtem

Zhodnocení ploch, strojů a pracovníků nového uspořádání výroby kapacitním propočtem je provedeno pomocí vzorců, které jsou součástí literární části práce v kapitole 1.2.3. Některé vzorce jsou upravené pro výpočet celkové výroby.

Kapacitní propočet vychází z hodnot celkového vytížení jednotlivých profesí pro rok 2009 v normohodinách, které udává následující tab. 3.7.

Tab. 3.7 Využití jednotlivých profesí pro rok 2009.

Číslo profese	Typy strojů v profesy	Využití profese za rok 2009 V_p [Nh]
5226	FA 3 AV	4914.7
	FA 4 AV	
	FA 4 V	
	FB 32 V	
	FB 32 V	
	FA5 BV	
5227	F4S	388.4
	F5S	
15213	FGSV 50	710
5224	FD 40 V	221.9
5162	FA 3U	338.4
5135	FGS 25	177.8
5167	FA 5 BU	139.9
5136	F5J	499.9
5225	FV 32	160.3
5278	FRL 5	103.7
5318	FNS 36	95.9
5379	FNK 25	1678.6
5372	FP2	0
5373	FNGJ 32	522.1
45225	FCQV63 NC	1005.95
ΣV_p		10 957,55

3.5.1 Stanovení počtu strojů na základě kapacitního propočtu

Pro stanovení kapacitních propočtů vycházím z časového efektivního fondu dělníka $E_d = 1695$ hod/rok, který je reálný, vychází z ekonomických podkladů podniku na základě skutečnosti roku 2009 a zohledňuje protisměrné vlivy, přesčasy, nemoci, překážky v práci, koeficient překračování norem atd.). Vzhledem k tomu, že nedochází prakticky k rozdílnému vykrývání strojních pracovišť dělníky, byla po dohodě s konzultantem v podniku TOS KUŘIM – OS, a.s. stanovena pro efektivní časový fond stroje E_s stejná hodnota. Z tohoto důvodu nebyly kontrolovány pasparty strojů s pohledu jejich preventivní údržby a oprav. Zvažuji jednosměnný provoz.

$$E_d = E_s = 1695 \text{ hod/rok} \quad (3.1)$$

Tab. 3.8 Teoretický a skutečný počet strojů dané profese.

Profese	Teoretický počet strojů v profesi P_{th} [ks]	Skutečný počet strojů v profesi P_{sk} [ks]
5226	$P_{th5226} = \frac{V_{p5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{4914,7}{1695,1} = 2,9 \Rightarrow 3ks$	6
5227	$P_{th5227} = \frac{V_{p5227}}{E_s \cdot s_s} = \frac{388,4}{1695,1} = 0,229 \Rightarrow 1ks$	2
15213	$P_{th15213} = \frac{V_{p15213}}{E_s \cdot s_s} = \frac{710}{1695,1} = 0,419 \Rightarrow 1ks$	1
5224	$P_{th5224} = \frac{V_{p5224}}{E_s \cdot s_s} = \frac{221,9}{1695,1} = 0,131 \Rightarrow 1ks$	1
5162	$P_{th5162} = \frac{V_{p5162}}{E_s \cdot s_s} = \frac{338,4}{1695,1} = 0,2 \Rightarrow 1ks$	1
5135	$P_{th5135} = \frac{V_{p5135}}{E_s \cdot s_s} = \frac{177,8}{1695,1} = 0,105 \Rightarrow 1ks$	1
5167	$P_{th5167} = \frac{V_{p5167}}{E_s \cdot s_s} = \frac{139,9}{1695,1} = 0,083 \Rightarrow 1ks$	1
5136	$P_{th5136} = \frac{V_{p5136}}{E_s \cdot s_s} = \frac{499,9}{1695,1} = 0,295 \Rightarrow 1ks$	1
5225	$P_{th5225} = \frac{V_{p5225}}{E_s \cdot s_s} = \frac{160,3}{1695,1} = 0,095 \Rightarrow 1ks$	1
5278	$P_{th5278} = \frac{V_{p5278}}{E_s \cdot s_s} = \frac{103,7}{1695,1} = 0,061 \Rightarrow 1ks$	1
5318	$P_{th5318} = \frac{V_{p5318}}{E_s \cdot s_s} = \frac{95,9}{1695,1} = 0,057 \Rightarrow 1ks$	1
5379	$P_{th5379} = \frac{V_{p5379}}{E_s \cdot s_s} = \frac{1678,6}{1695,1} = 0,99 \Rightarrow 1ks$	1

5372	$P_{th5372} = \frac{V_{P5372}}{E_s \cdot s_s} = \frac{0}{1695.1} = 0 \Rightarrow 0ks$	1
5373	$P_{th5373} = \frac{V_{P5373}}{E_s \cdot s_s} = \frac{522,1}{1695.1} = 0,308 \Rightarrow 1ks$	1
45225	$P_{th45225} = \frac{V_{P45225}}{E_s \cdot s_s} = \frac{1005,95}{1695.1} = 0,593 \Rightarrow 1ks$	1
Σ	16 ks	21 ks

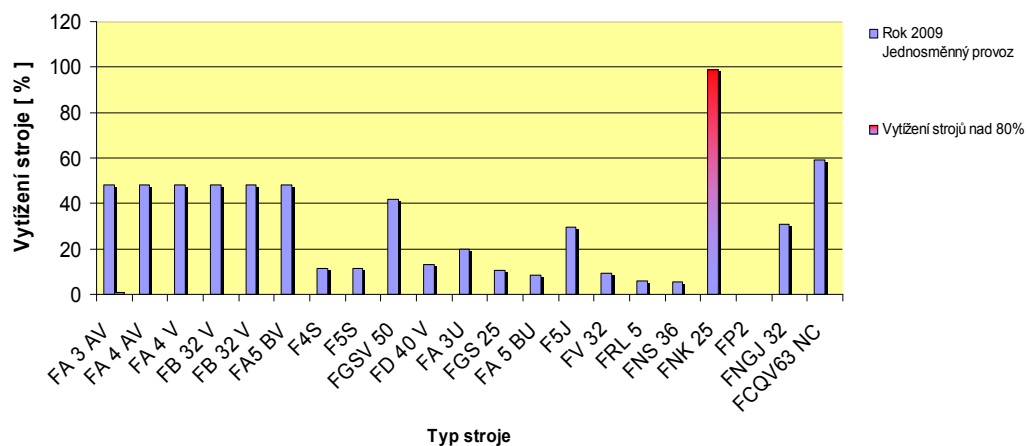
Výpočet a grafické znázornění vytížení strojů dané profese :

Tab. 3.9 Procentuální vytížení jednoho stroje dané profese.

Profese	Procentuální vytížení jednoho stroje dané profese η [%]	Skutečný počet strojů v profesi P_{sk} [ks]
5226	$\eta_{5226} = \frac{P_{th5226}}{P_{sk5226}} \cdot 100 = \frac{2,9}{6} \cdot 100 = 48,3\%$	6
5227	$\eta_{5227} = \frac{P_{th5227}}{P_{sk5227}} \cdot 100 = \frac{0,229}{2} \cdot 100 = 11,5\%$	2
15213	$\eta_{15213} = \frac{P_{th15213}}{P_{sk15213}} \cdot 100 = \frac{0,419}{1} \cdot 100 = 41,9\%$	1
5224	$\eta_{5224} = \frac{P_{th5224}}{P_{sk5224}} \cdot 100 = \frac{0,131}{1} \cdot 100 = 13,1\%$	1
5162	$\eta_{5162} = \frac{P_{th5162}}{P_{sk5162}} \cdot 100 = \frac{0,2}{1} \cdot 100 = 20\%$	1
5135	$\eta_{5135} = \frac{P_{th5135}}{P_{sk5135}} \cdot 100 = \frac{0,105}{1} \cdot 100 = 10,5\%$	1
5167	$\eta_{5167} = \frac{P_{th5167}}{P_{sk5167}} \cdot 100 = \frac{0,083}{1} \cdot 100 = 8,3\%$	1
5136	$\eta_{5136} = \frac{P_{th5136}}{P_{sk5136}} \cdot 100 = \frac{0,295}{1} \cdot 100 = 29,5\%$	1
5225	$\eta_{5225} = \frac{P_{th5225}}{P_{sk5225}} \cdot 100 = \frac{0,095}{1} \cdot 100 = 9,5\%$	1
5278	$\eta_{5278} = \frac{P_{th5278}}{P_{sk5278}} \cdot 100 = \frac{0,061}{1} \cdot 100 = 6,1\%$	1
5318	$\eta_{5318} = \frac{P_{th5318}}{P_{sk5318}} \cdot 100 = \frac{0,057}{1} \cdot 100 = 5,7\%$	1
5379	$\eta_{5379} = \frac{P_{th5379}}{P_{sk5379}} \cdot 100 = \frac{0,99}{1} \cdot 100 = 99\%$	1

(3.3)

5372	$\eta_{5372} = \frac{P_{th5372}}{P_{sk5372}} \cdot 100 = \frac{0}{1} \cdot 100 = 0\%$	1
5373	$\eta_{5373} = \frac{P_{th5373}}{P_{sk5373}} \cdot 100 = \frac{0,308}{1} \cdot 100 = 30,8\%$	1
45225	$\eta_{45225} = \frac{P_{th45225}}{P_{sk45225}} \cdot 100 = \frac{0,593}{1} \cdot 100 = 59,3\%$	1



Graf. 3.2 Vytíženost strojů za rok 2009 při jednosměnném provozu.

Optimální vytížení strojů by nemělo překročit 80%. Tato hodnota je překročena u stroje FNK 25, jehož vytížení má hodnotu 99%. Vytíženost tohoto stroje by se mohla snížit za pomoci dvousměnného provozu, ale u ostatních strojů není vytíženost příliš vysoká, proto je v další části práce provedeno sloučení výroby na strojích, u kterých to bude s ohledem na jejich technologické parametry možné. Při uvažování dvousměnného provozu by vytíženost u ostatních strojů klesla o další polovinu, navíc by bylo zapotřebí dvojnásobný počet pracovní síly, což není při takto nízkém vytížení strojů v současné době výhodné, proto možnost dvousměnného provozu nezvažují a výpočet pro něj nebudou provádět.

3.5.2 Výpočet počtu pracovníků na základě kapacitního propočtu

Výrobní dělníci strojní:

Při výpočtu výrobních dělníků strojních je vycházeno ze stejného vzorce jako při výpočtu teoretického počtu strojů, proto výpočet pracovníků je proveden pouze u první profese a ostatní počty pracovníků jsou uvedeny jen tabulkově.

$$\text{Profese 5226 : } D_{vs5226} = \frac{V_{p5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{4914,7}{1695,1} = 2,9 \Rightarrow 3 \text{ pracovníci} \quad (3.4)$$

Tab. 3.10 Výrobní dělníci strojní.

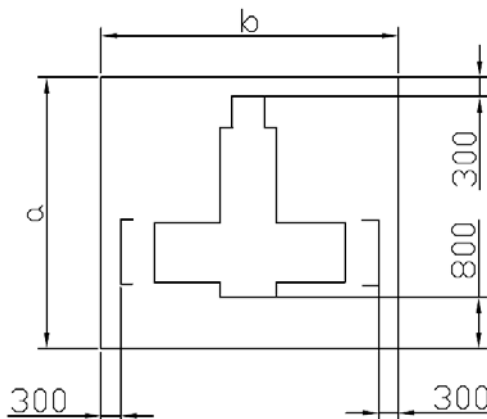
Číslo profese	Počet pracovníků	Číslo profese	Počet pracovníků	Číslo profese	Počet pracovníků
5226	2,9 => 3	5167	0,08 => 1	5372	0
5227	0,23 => 1	5136	0,29 => 1	5373	0,31 => 1
15213	0,42 => 1	5225	0,09 => 1	45225	0,59 => 1
5224	0,13 => 1	5278	0,06 => 1		
5162	0,2 => 1	5318	0,06 => 1		
5135	0,1 => 1	5379	0,99 => 1	$\sum D_{vs}$	16

Výrobní dělníci ruční:

V prostoru navrženého uspořádání se nalézá 1x rýsovací deska, pro kterou není znám celkový počet normohodin a neslouží jako samostatné ruční pracoviště. Zde tedy výrobní ruční dělník nebyl zvažován a toto pracoviště je zohledněno pouze při výpočtu výrobních ploch.

3.5.3 Výpočet ploch na základě kapacitního propočtu**Výrobní plocha strojních pracovišť:**

Ke všem frézovacím strojům nebyly k dispozici katalogy a normy, stanovující měrnou plochu stroje, proto je tato plocha stanovena z půdorysného rozměru.



Obr. 3.5 Měrná plocha stroje.

Tab. 3.11 Výrobní plocha strojního pracoviště.

Typ stroje	Výpočet měrné plochy stroje [m ²]	Typ stroje	Výpočet měrné plochy stroje [m ²]
FA 3 AV	$f_s = a.b = 3,19.2,73 = 8,7$	FGS 25	$f_s = a.b = 3,4.2,74 = 9,3$
FA 4 AV	$f_s = a.b = 3,4.2,95 = 10$	FA 5 BU	$f_s = a.b = 4,59.4,21 = 19,3$
FA 4 V	$f_s = a.b = 3,4.2,95 = 10$	F5J	$f_s = a.b = 3,34.2,59 = 8,7$
FB 32 V	$f_s = a.b = 3,3.3,06 = 10,1$	FV 32	$f_s = a.b = 2,47.2,77 = 6,8$
FB 32 V	$f_s = a.b = 3,3.3,06 = 10,1$	FRL 5	$f_s = a.b = 6,17.4,37 = 27$
FA5 BV	$f_s = a.b = 4,36.3,93 = 17,1$	FNS 36	$f_s = a.b = 1,99.2,59 = 5,2$
F4S	$f_s = a.b = 1,78.2,65 = 4,7$	FNK 25	$f_s = a.b = 3,08.2,93 = 9$
F5S	$f_s = a.b = 2,54.2,73 = 6,9$	FP2	$f_s = a.b = 1,53.2,25 = 3,4$
FGSV 50	$f_s = a.b = 4,9.3,69 = 18,1$	FNGJ 32	$f_s = a.b = 2,24.2,5 = 5,6$
FD 40 V	$f_s = a.b = 4,6.3,3 = 15,2$	FCQV63 NC	$f_s = a.b = 6,05.4,5 = 27,2$
FA 3U	$f_s = a.b = 3,03.2,91 = 8,8$	ΣF_s	241,2

Výrobní plocha ručních pracovišť:

$$1x \text{ rýsovací deska : } F_R = a.b = 1,86.3,05 = \underline{5,7m^2} \quad (3.5)$$

Celková výrobní plocha:

$$F_V = F_R + F_s = 5,7 + 241,2 = \underline{247m^2} \quad (3.6)$$

Pomocná podlahová plocha:

$$F_p = (0,4 \div 0,6).F_V = 0,5.247 = \underline{123,5m^2} \quad (3.7)$$

- pomocná plocha hospodaření s náradím: $F_{p_{hm}} = (14 \div 16)\%.F_p = 0,15.123,5 = \underline{18,5m^2} \quad (3.8)$

- pomocná plocha údržby: $F_{p_{ú}} = (14 \div 16)\%.F_p = 0,15.123,5 = \underline{18,5m^2} \quad (3.9)$

- pomocná plocha skladová: $F_{p_{skl}} = (27 \div 30)\%.F_p = 0,29.123,5 = \underline{35,8m^2} \quad (3.10)$

- pomocná plocha vnitřních dopravních cest: $F_{p_{dc}} = (32 \div 35)\%.F_p = 0,33.123,5 = \underline{40,8m^2} \quad (3.11)$

- pomocná plocha kontroly: $F_{p_{k}} = (7 \div 9)\%.F_p = 0,08.123,5 = \underline{9,9m^2} \quad (3.12)$

Provozní podlahová plocha

$$F_{pr} = F_p + F_v = 123,5 + 247 = \underline{370,5m^2} \quad (3.13)$$

3.5.4 Porovnání hodnot z výkresu vybrané druhé varianty s hodnotami na základě kapacitních propočtů

Tab. 3.12 Hodnoty z výkresu 2.varianty uspořádání a hodnoty kapacitních propočtů.

Druhá varianta uspořádání	Hodnoty z výkresu	Hodnoty z kapacitních propočtů
Počet frézovacích strojů	21	16
Počet pracovníků	21	16
Celková výrobní plocha	370,5 m ²	247 m ²
Prostor pro rozpracovanou výrobu (pomocná plocha skladová)	0 m ²	35,8 m ²
Plocha vnitřních komunikací	125,4 m ²	40,8 m ²
Provozní podlahová plocha	496 m ²	370,5 m ²

Z tabulky vyplívá, že zvolená druhá varianta uspořádání je z plošného hlediska dostačující, ale počet strojů a pracovníků není optimální. Vytíženost u některých strojů, jak již bylo zmíněno, je dosti malá, proto je v další části u jednotlivých strojů provedeno sloučení výroby.

3.6 Zhodnocení ploch, strojů a pracovníků kapacitním propočtem po sloučení výroby

Z předchozího grafu 3.2 vyplívá, že v současné době leží ve všeobecné obrobně dvanáct strojů, které jsou vytížené pod 40%. U těchto strojů bude snahou provést sloučení výroby, popřípadě odkázání výroby na vnitřní kooperaci ve společnosti nebo jejich úplné vyřazení.

Ne všechny typy strojů, ačkoli jsou málo využity, se z důvodu jejich ojedinělé technologie výroby a rozměrů obrobků na nich vyráběných dají nahradit. K následným závěrům bylo přistoupeno na základě konzultace s mistrem výroby lehké obrobny.

Profese 5226:

Zahrnuje 6 typů konzolových svislých frézek – FA 3 AV, FA 4 AV, FA 4 V, FB 32 V, FB 32 V, FA5 BV. Na základě kapacitních propočtů bylo zjištěno, že pro pokrytí celkové výroby roku 2009 by stačily pouze 3 frézky. Vzhledem k tomu, že množství výroby v dalších letech se nedá s určitostí stanovit, jsou ponechány u této profese frézky 4, z důvodu případného nárůstu výroby v dalších letech. V této profesi se vyskytují dvě stejné frézky FB 32 V, proto není problém přesunout výrobu pouze na jednu z nich. Také výrobu z frézky FA 3 AV je možné přemístit na frézku FA 4 AV, která vzhledem ke své větší šířce a délce stolu pokryje větší sortiment vyráběných součástí. V profesi 5226 ponechávám 4 frézky typu FA 4 AV, FA 4 V, FB 32 V a FA5 BV.

Profese 5227:

Zahrnuje 2 typy konzolových svislých frézek – F 4 S a F 5 S. Kapacitním výpočtem bylo prokázáno, že pro pokrytí celkové výroby v dané profesi za rok 2009 bude dostačující jedna frézka. Výroba z frézky F 4 S je přesunuta na frézku F 5 S, která má větší rozměry šířky a délky pracovního stolu.

Profese 15213:

Zahrnuje jednu konzolovou svislou frézku FGSV 50 vytíženou na 41,9%. Tento stroj se ponechá.

Profese 5224:

Zahrnuje jednu konzolovou svislou frézku FD 40 V vytíženou na 13,1%. Výroba z této frézky se přesune na stroj stejného typu F 5 S profese 5227 .

Profese 5162:

Zahrnuje jednu univerzální konzolovou frézku FA 3 U. Vytížení této frézky je 20%, ale za tento stroj není vhodná náhrada, proto je technologicky nutné frézku ponechat.

Profese 5135:

Zahrnuje jednu vodorovnou konzolovou frézku FGS 25 vytíženou na 10,51%. Výroba z této frézky se přesune na stroj stejného typu F 5 J profese 5136 .

Profese 5167:

Zahrnuje jednu univerzální konzolovou frézku FA 5 BU. Vytížení této frézky je 8,3%, ale za tento stroj není vhodná náhrada, proto je technologicky nutné frézku ponechat.

Profese 5136:

Zahrnuje jednu vodorovnou konzolovou frézku F 5 J, na kterou je přesunuta výroba i z profese 5135.

Profese 5225:

Zahrnuje jednu konzolovou svislou frézku FV 32. Vytížení této frézky je 9,5%, ale za tento stroj není vhodná náhrada, proto je technologicky nutné frézku ponechat.

Profese 5278:

Zahrnuje jednu rovinnou frézku FRL 5. Vytížení této frézky je 6,1%. V prostorách lehké obrobny není vhodná náhrada za tento stroj, ale dá se provést vnitřní kooperace na pracoviště těžké obrobny, proto se frézka vyřadí.

Profese 5318:

Zahrnuje jednu zvláštní frézku FNS 36, používanou na výrobu drážek. Vytížení této frézky je 5,7%. Drážky se dají, ale vyrábět i na nástrojařské frézce FNGJ 32 profese 5373, proto se výroba přesune sem.

Profese 5379:

Zahrnuje jednu nástrojařskou frézku FNK 25 vytíženou na 99%. Tento stroj je příliš vytížen, proto část výroby (400 Nh) se přesune na nástrojařskou frézku FNGJ 32 profese 5373.

Profese 5372:

Zahrnuje jednu nástrojařskou frézku FP 2 vytíženou na 0%. Tato frézka není provozuschopná a proto bude vyřazena.

Profese 5373:

Zahrnuje jednu nástrojařskou frézku FNGJ 32, na kterou je přesunuta výroba z profese 5318 a část výroby (400 Nh) z profese 5379.

Profese 45225:

Zahrnuje jednu NC frézku FCQV 63 NC vytíženou na 59,3%. Tento stroj se ponechá.

Tab. 3.13 Využití jednotlivých profesí za rok 2009 po sloučení výroby.

Číslo profese	Typy strojů v profesy	Využití profese po sloučení výroby V_{po} [Nh]
5226	FA 4 AV	4914.7
	FA 4 V	
	FB 32 V	
	FA5 BV	
5227	F5S	610,3
15213	FGSV 50	710
5162	FA 3U	338.4
5167	FA 5 BU	139.9
5136	F5J	677,7
5225	FV 32	160.3
5379	FNK 25	1278.6
5373	FNGJ 32	1018
45225	FCQV63 NC	1005.95
ΣV_{po}		10 853,85

3.6.1 Stanovení počtu strojů na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby

Výpočet strojů je proveden podle stejných vzorců použitých při výpočtu v kapitole 3.5.1, proto je pro názornost výpočet proveden jen u první profese a ostatní výsledné hodnoty jsou zaneseny tabulkově. Opět se vychází z časového efektivního fondu stroje $E_s = 1695$ hod/rok a uvažuje se jednosměnný provoz.

$$\text{Profese 5226 : } P_{tho5226} = \frac{V_{po5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{4914.7}{1695.1} = 2,9 \Rightarrow 3 \text{ stroje} \quad (3.14)$$

Tab. 3.14 Teoretický a skutečný počet strojů dané profese po sloučení výroby.

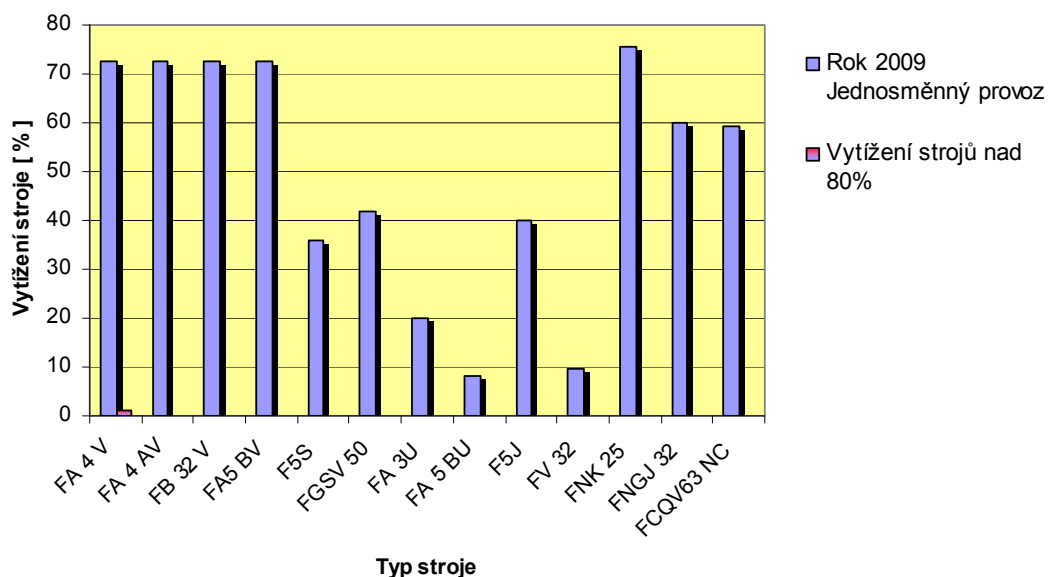
Profese	Teoretický počet strojů v profesi po sloučení výroby P_{tho} [ks]	Skutečný počet strojů v profesi po sloučení výroby P_{sko} [ks]
5226	2,9 => 3 ks	4
5227	0,36 => 1ks	1
15213	0,419 => 1ks	1
5162	0,2 => 1ks	1
5167	0,083 => 1ks	1
5136	0,4 => 1ks	1
5225	0,095 => 1ks	1
5379	0,75 => 1ks	1
5373	0,6 => 1ks	1
45225	0,593 => 1ks	1
Σ	12 ks	13 ks

Výpočet a grafické znázornění vytížení strojů dané profese po sloučení výroby:

Profese 5226 :
$$\eta_{o5226} = \frac{P_{tho5226}}{P_{sko5226}} \cdot 100 = \frac{2,9}{4} \cdot 100 = 72,5\% \quad (3.15)$$

Tab. 3.15 Procentuální vytížení jednoho stroje dané profese po sloučení výroby.

Profese	Procentuální vytížení jednoho stroje dané profese po sloučení výroby η_o [%]	Skutečný počet strojů v profesi po sloučení výroby P_{sko} [ks]
5226	72,5 %	4
5227	36 %	1
15213	41,9 %	1
5162	20 %	1
5167	8,3 %	1
5136	40 %	1
5225	9,5 %	1
5379	75,4 %	1
5373	60,1 %	1
45225	59,3 %	1



Graf. 3.3 Vytíženost strojů za rok 2009 při jednosměnném provozu po sloučení výroby.

Z grafu je zřejmé, že žádný stroj nepřesahuje svoji vytížeností 80%. Stroje FA 3U, FA 5 BU a FV 32 jsou stále vytížené minimálně, ale tyto frézky jsou pro výrobu technologicky potřebné, proto jsou ve výrobě ponechány.

3.6.2 Výpočet počtu pracovníků na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby

Výrobní dělníci strojní:

Výpočet je pro názornost proveden u první profese. Ostatní výsledné hodnoty jsou zaneseny tabulkově.

$$\text{Profese 5226 : } D_{vso5226} = \frac{V_{p5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{4914.7}{1695.1} = 2,9 \Rightarrow 3 \text{ pracovníci} \quad (3.16)$$

Tab. 3.16 Výrobní dělníci strojní po sloučení výroby.

Číslo profese	Počet pracovníků	Číslo profese	Počet pracovníků	Číslo profese	Počet pracovníků
5226	2,9 => 3	5167	0,08 => 1	5373	0,6 => 1
5227	0,36 => 1	5136	0,4 => 1	45225	0,59 => 1
15213	0,42 => 1	5225	0,09 => 1	ΣD_{vso}	12
5162	0,2 => 1	5379	0,75 => 1		

Výrobní dělníci ruční:

V prostoru navrženého uspořádání po sloučení výroby bude ponechána 1x rýsovací deska, pro kterou není znám celkový počet normohodin a neslouží

jako samostatné ruční pracoviště, proto se zde výrobní dělník ruční nezvažuje a toto pracoviště je zohledněno pouze při výpočtu výrobních ploch.

3.6.3 Výpočet ploch na základě kapacitního propočtu po sloučení výroby

Výrobní plocha strojních pracoviště:

Tab. 3.17 Výrobní plocha strojního pracoviště po sloučení výroby.

Typ stroje	Měrné plocha stroje [m ²]	Typ stroje	Měrné plocha stroje [m ²]
FA 4 AV	10	FA 5 BU	19,3
FA 4 V	10	F5J	8,7
FB 32 V	10,1	FV 32	6,8
FA5 BV	17,1	FNK 25	9
F5S	6,9	FNGJ 32	5,6
FGSV 50	18,1	FCQV63 NC	27,2
FA 3U	8,8	ΣF_{S_0}	157,6

Výrobní plocha ručních pracovišť :

$$1x \text{ rýsovací deska : } F_R = a \cdot b = 1,86 \cdot 3,05 = \underline{5,7m^2} \quad (3.17)$$

Celková výrobní plocha:

$$F_V = F_R + F_S = 5,7 + 157,6 = \underline{163,3m^2} \quad (3.18)$$

Pomocná podlahová plocha:

$$F_p = (0,4 \div 0,6) \cdot F_V = 0,5 \cdot 163,3 = \underline{81,7m^2} \quad (3.19)$$

$$\text{- pomocná plocha hospodaření s náradím: } F_{pú} = (14 \div 16)\% \cdot F_p = 0,15 \cdot 81,7 = \underline{12,3m^2} \quad (3.20)$$

$$\text{- pomocná plocha údržby: } F_{p_{hn}} = (14 \div 16)\% \cdot F_p = 0,15 \cdot 81,7 = \underline{12,3m^2} \quad (3.21)$$

$$\text{- pomocná plocha skladová: } F_{p_{skl}} = (27 \div 30)\% \cdot F_p = 0,29 \cdot 81,7 = \underline{23,7m^2} \quad (3.22)$$

$$\text{- pomocná plocha vnitřních dopravních cest: } F_{p_{dc}} = (32 \div 35)\% \cdot F_p = 0,33 \cdot 81,7 = \underline{27m^2} \quad (3.23)$$

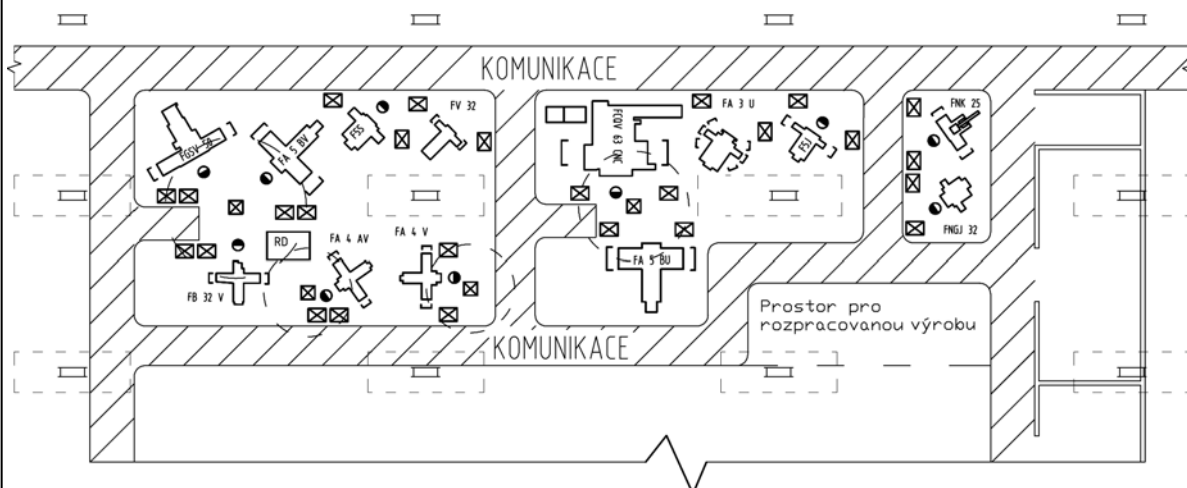
$$\text{- pomocná plocha kontroly: } F_{p_k} = (7 \div 9)\% \cdot F_p = 0,08 \cdot 81,7 = \underline{6,5m^2} \quad (3.24)$$

Provozní podlahová plocha

$$F_{p_r} = F_p + F_V = 81,7 + 163,3 = \underline{245m^2} \quad (3.25)$$

4 DISPOZIČNÍ VÝKRES NOVÉHO STAVU VČETNĚ MATERIÁLOVÉHO TOKU

Na základě kapacitních výpočtů po sloučení výroby vyjde z vybrané druhé varianty varianta finální, která je snižená o potřebný počet strojů a je v příloze pod číslem výkresu 2 – A2 – 2010.



Obr. 4.1 Finální varianta uspořádání.

4.1 Porovnání hodnot z výkresu finální varianty s hodnotami na základě kapacitních propočtů

Tab. 4.1 Hodnoty z výkresu finální varianty a hodnoty z kapacitních propočtů.

Finální varianta uspořádání	Hodnoty z výkresu	Hodnoty z kapacitních propočtů
Počet frézovacích strojů	13	12
Počet pracovníků	10	12
Celková výrobní plocha	325 m ²	163,3 m ²
Prostor pro rozpracovanou výrobu (pomocná plocha skladová)	41,1 m ²	23,7 m ²
Plocha vnitřních komunikací	118,9 m ²	27 m ²
Provozní podlahová plocha	485 m ²	245 m ²

Z tabulky vyplívá, že finální varianta uspořádání je z plošného hlediska zcela dostačující a navíc obsahuje prostor pro rozpracovanou výrobu, který druhá vybraná varianta před sloučením výroby postrádala.

U profese 5226 jsou ponechány z důvodu budoucího možného navýšení objemu výroby 4 frézky (FA 4 AV, FA 4 V, FB 32 V, FA 5 BV) vytížené na 72,5%, proto je u této profese potřeba mít k dispozici 4 výrobní dělníky. Frézka F 5 S profese 5227 je vytížená na 36% a frézka FV 32 profese 5225

na 9,5%, proto je z důvodu jejich nízkého vytížení dostačující pro obsluhu 1 výrobní dělník, který bude obsluhovat jen ten stroj, na kterém bude momentálně práce. Také frézka FA 3 U profese 5162 je vytížena jen na 20%, F 5 J profese 5136 na 40% a FA 5 BU profese 5167 na 8,3%, a proto je pro jejich obsluhu taktéž dostačující 1 výrobní dělník.

Celkový počet strojů ve finální variantě je tedy 13 (FGSV 50, FA 5 BV, FB 32 V, FA 4 AV, FA 4 V, F5S, FV 32, FCQV 63 CNC, FA 5 BU, FA 3 U, F5J, FNK 25, FNGJ 32) a budou obsluhovány 10 výrobními dělníky. Pro rýsovací desku se samostatný pracovník nezvažuje.

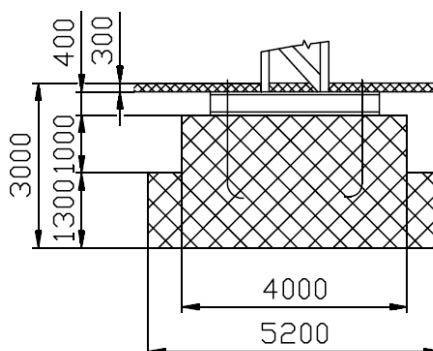
Ke zlepšení manipulace je použito 4 sloupových jeřábů (250/3200, 2 x 250/2000, 250/2500), jejichž akční rádius zasahuje do komunikace. U každého stroje leží dvě ohradové palety o vnější délce 800 mm, šířce 600 mm, výšce 600 mm a nosnosti 750 kg.

Šířka vnějších uliček je 2000 mm a vnitřních uliček 1800 mm, což je dostačující pro použití malých a středních řad vysokozdvížných vozíků.

Stroje budou přesunuty do horní části prostoru bývalého IVÚ (integrovaný výrobní úsek) o rozměrech 48 000 x 56 000 mm. Hala je opatřena sloupy, které mají v podélném směru rozteč 16 000 mm a v příčném směru 8 000 mm. Následující obr. 4.2 udává rozměry patky ocelového sloupu.

ŘEZ PATKOU OCEL.SLOUPU

Šířka patky 2000 mm



Obr. 4.2 Řez patkou ocelového sloupu.

Celý prostor je na samostatném základě a plánuje se výstavba nové vibračně oddělené podlahy, proto by nemělo docházet k vibračnímu ovlivnění těžkou obrobou a mezi jednotlivými stroji.

4.2 Materiálový tok

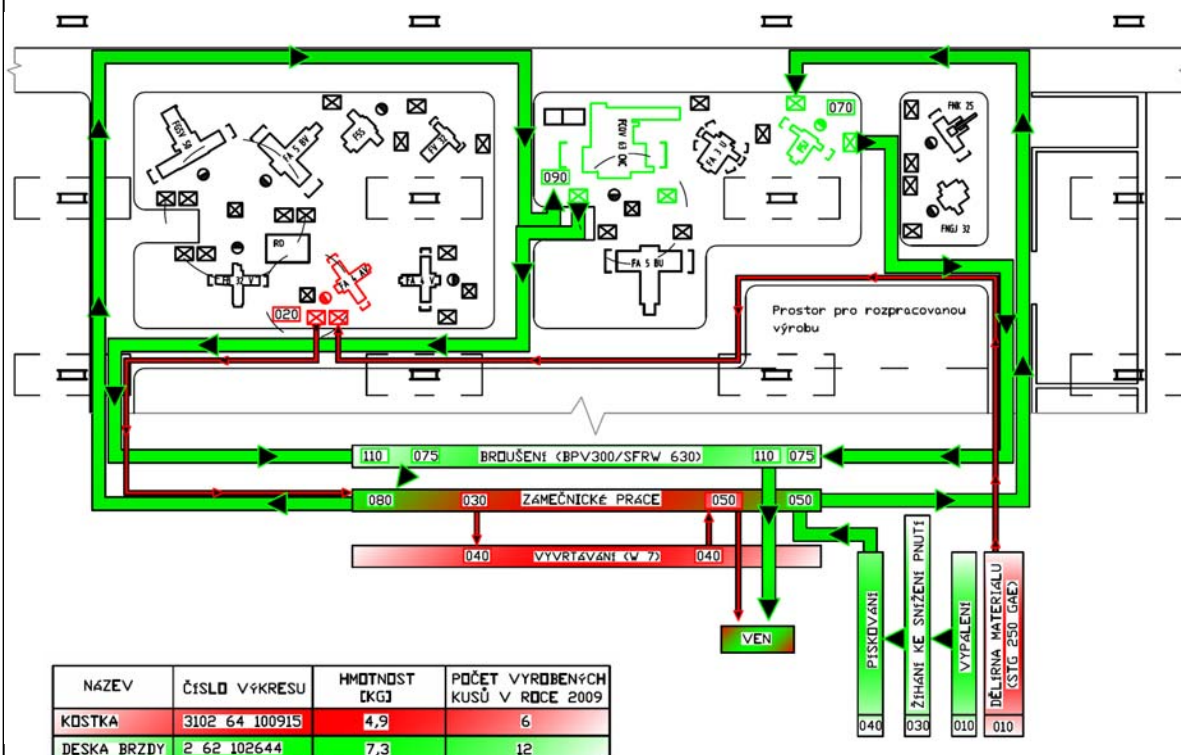
Současná výroba ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. má charakter kusový, až malosériový, což dokazuje i následující tab. 4.2 s údaji, o objemu výroby již dříve vybraných reprezentantů za rok 2009.

Celkový objem výroby nerotačních (deskových) součástí za rok 2009 činil 15 529 ks a je tvořen 3 671 položkami.

Tab. 4.2 Objem výroby reprezentantů za rok 2009

Název	Číslo výkresu	Hmotnost [kg]	Počet kusů za rok 2009	Objem výroby [kg/rok]
KOSTKA	3102 64 100915	4,9	6	29,4
DESKA BRZDY	2 62 102644	7,3	12	87,6
RUKA – TĚLESO	1 62 102292	46	4	184

Druhovitost výroby je ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. dosti vysoká a materiálový tok je složitý. Na následujícím obr. 4.3 je znázorněn materiálový tok na základě technologického postupu prvních dvou reprezentantů KOSTKY a DESKY BRZDY. Výkres materiálového toku je v příloze pod číslem 3 – A2 – 2010.



Obr. 4.3 Materiálový tok.

5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Vzhledem k tomu, že pro stanovení finální varianty byl proveden kapacitní výpočet, což potvrdilo, že takto navržené pracoviště bude odpovídat stávajícím objemům výroby, bylo na základě diskuze s vedoucím diplomové práce rozhodnuto, že v rámci bodu technicko – ekonomického zhodnocení se provede porovnání finální varianty se současným stavem a zamyšlení nad eventuální variantu nárůstu objemu výroby na jednotlivých strojích o 50%.

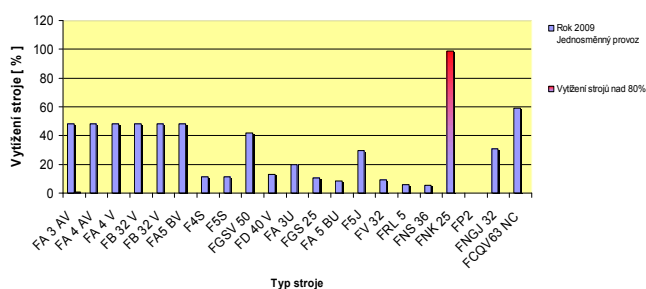
5.1 Porovnání finální varianty vzhledem k současnému stavu

Následující tabulky udávají porovnání mezi počtem frézovacích strojů, sloupových jeřábů a pracovníků se současným stavem a finální variantou. Jsou zde pro srovnání opět uvedeny grafy vyjadřující současnou vytíženost strojů a vytížení strojů finální varianty.

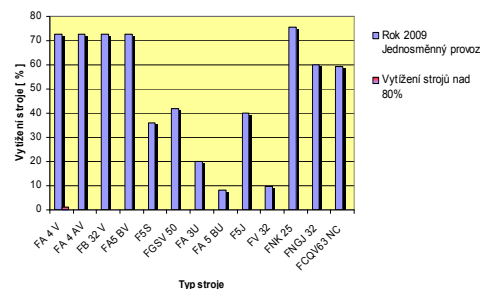
Tab. 5.1 Porovnání počtu strojů a pracovníků. Tab. 5.2 Porovnání počtu sloup.jeřábů.

Číslo profese	Stroje: současný stav	Stroje: finální varianta
5226	FA 3 AV	-
	FA 4 AV	FA 4 AV
	FA 4 V	FA 4 V
	FB 32 V	FB 32 V
	FB 32 V	-
	FA5 BV	FA5 BV
5227	F4S	-
	F5S	F5S
15213	FGSV 50	FGSV 50
5224	FD 40 V	-
5162	FA 3U	FA 3U
5135	FGS 25	-
5167	FA 5 BU	FA 5 BU
5136	F5J	F5J
5225	FV 32	FV 32
5278	FRL 5	-
5318	FNS 36	-
5379	FNK 25	FNK 25
5372	FP2	-
5373	FNGJ 32	FNGJ 32
45225	FCQV63 NC	FCQV63 NC
Celkem strojů	21	13
Počet pracovníků	21	10

Sloup. jeřáby: současný stav [kg/mm]	Sloup.jeřáby: finální varianta [kg/mm]
250 / 3200	250 / 3200
250 / 2500	250 / 2500
3x 250 / 2000	2x 250 / 2000
Celkový počet sloup. jeřábů	
5	4



Graf. 5.1 Současná vytiženost strojů.



Graf. 5.2 Vytíženost strojů finální varianty.

Z porovnávacích tabulek je zřejmé, že ve finální variantě je o 8 frézek méně oproti současnému stavu. Tyto vyřazené stroje je možné prodat. Jedná se však o starší stroje, které mají ukončené odpisy, proto se jejich prodejní cena nedá přesněji určit. Také byl ušetřen jeden sloupový jeřáb.

Pro zajištění výroby ve finální variantě je dostačujících 10 výrobních dělníků, což se společnosti pozitivně ekonomicky projeví, při vyplácení mezd.

5.2 Nárůst objemu výroby o 50%

K výpočtu je použito stejných vzorců jako u předchozích kapacitních propočtů, proto je výpočet pro názornost proveden jen u první profese. Ostatní výsledné hodnoty jsou zaneseny tabulkově.

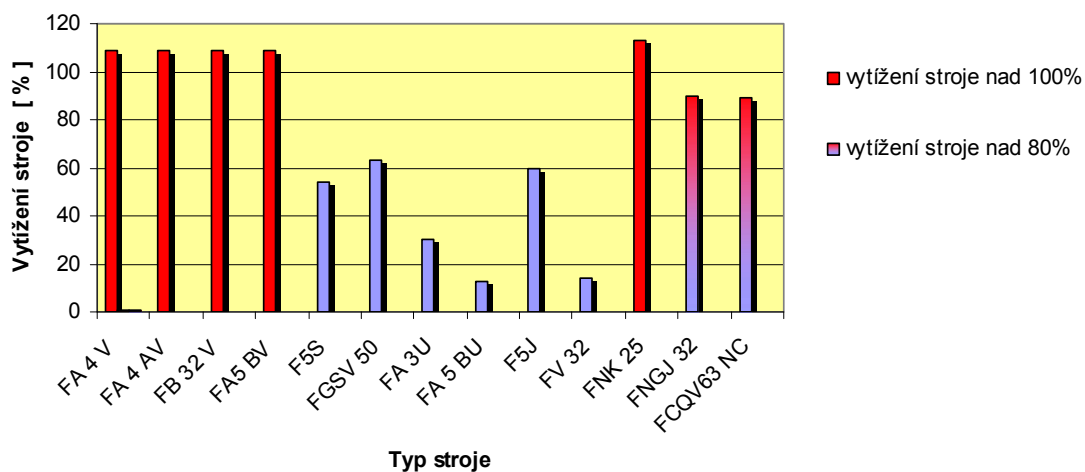
$$\text{Profese 5226 : } P_{thn5226} = \frac{V_{pm5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{7372,05}{1695,1} = 4,35 \Rightarrow 5ks \quad (5.1)$$

$$\eta_{n5226} = \frac{P_{thn5226}}{P_{skn5226}} \cdot 100 = \frac{4,35}{4} \cdot 100 = 108,7\% \quad (5.2)$$

Tab. 5.3 Využití profese a procentuální vytižení po navýšení objemu výroby o 50% při jednosměrném provozu.

Číslo profese	Typy strojů v profesi	Využití profese po navýšení objemu výroby [Nh]	Procentuální vytižení stroje po navýšení objemu výroby [%]
5226	FA 4 AV	7372,05	108.7
	FA 4 V		
	FB 32 V		
	FA5 BV		
5227	F5S	915,45	54
15213	FGSV 50	1065	62.8
5162	FA 3U	507,6	29.9
5167	FA 5 BU	209,85	12.4
5136	F5J	1016,55	60
5225	FV 32	240,45	14.2
5379	FNK 25	1917,9	113.2
5373	FNGJ 32	1527	90.1
45225	FCQV63 NC	1508,93	89

Graf. 5.3 Vytíženost strojů při jednosměnném provozu po navýšení objemu výroby.



Z grafu vyplývá, že pokud bude nevyššen dosavadní objem výroby o 50%, frézky FA 4 V, FA 4 AV, FB 32 V, FA5 BV profese 5226 budou vytížené nad 100%. Také frézka FNK 25 profese 5379 se dostane za hranici 100% a frézka FNGJ 32 profese 5373 a FCQV63 NC profese 45225 vytížeností přesahují optimální hranici 80%.

Uvažování dvousměnného provozu:

Řešením u frézek, jejichž vytíženost se blíží nebo přesahuje 100% (v grafu označené červeně), je zavedení dvousměnného provozu, který nebyl v předchozí části práce z důvodu nízkého vytížení strojů zvažován. Tab. 5.4 znázorňuje procentuální vytížení těchto strojů při uvažování dvousměnného provozu. Výpočet je opět proveden u první profese. Ostatní hodnoty jsou zaneseny tabulkově.

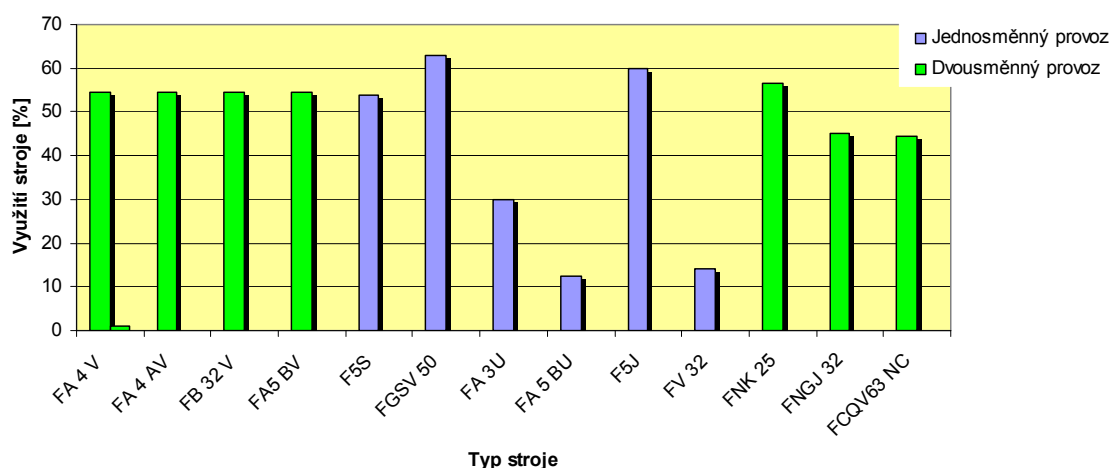
$$\text{Profese 5226 : } P_{thn5226II} = \frac{V_{pn5226}}{E_s \cdot s_s} = \frac{7372,05}{1695,2} = 2,17 \Rightarrow 3ks \quad (5.3)$$

$$\eta_{n5226II} = \frac{P_{thn5226II}}{P_{skn5226}} \cdot 100 = \frac{2,17}{4} \cdot 100 = 54,4\% \quad (5.4)$$

Tab. 5.4 Využití profese a procentuální vytížení po navýšení objemu výroby o 50% při dvousměnném provozu.

Číslo profese	Typy strojů v profesi	Využití profese po navýšení objemu výroby [Nh]	Procentuální vytížení stroje po navýšení objemu výroby [%]
5226	FA 4 AV	7372,05	54,4
	FA 4 V		
	FB 32 V		
	FA5 BV		
5379	FNK 25	1917,9	56,6
5373	FNGJ 32	1527	45
45225	FCQV63 NC	1508,93	44,5

Graf. 5.4 Vytíženost části strojů při jednosměnném a části strojů při dvojsměnném provozu po navýšení objemu výroby o 50%.



V případě možného budoucího navýšení objemu výroby ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. by tato změna neměla na detailní dispoziční řešení finální varianty vliv, ale u strojů FA 4 V, FA 4 AV, FB 32 V, FA 5 BV, FNK 25, FNGJ 32 a FCQV 63 NC (v grafu 5.4 označené zeleně) by bylo nutné zavést dvojsměnný provoz, čímž by se vytížení těchto strojů snížilo.

U strojů F5S, FGSV 50, FA 3U, FA 5 BU, F5J a FV 32 (v grafu 5.4 označeny modře) by byl ponechán jednosměnný provoz.

Tato změna by obnášela navýšení počtu výrobních dělníků a to u strojů s dvojsměnným provozem o dvojnásobek. U strojů F 5 S a FV 32 bude pro obsluhu stále dostačující jeden výrobní dělník, ale u strojů F5J, FA 3 U a FA 5 BU už jeden dostačující nebude, proto by bylo nutné navýšit tento počet o dalšího výrobního dělníka.

Tab. 5.5 Porovnání finální varianty s finální variantou navýšenou o 50% výroby.

	Finální varianta	Finální varianta navýšená o 50% výroby
Počet strojů pracujících v 1 směně	13	6
Počet strojů pracujících ve 2.směnách	0	7
Počet výrobních dělníků v 1. směně	10	4
Počet výrobních dělníků ve 2. směně	0	14
Σ strojů	13	13
Σ výrobních dělníků	10	18

Celkový počet výrobních dělníků by při uvažování dvojsměnného provozu, z důvodu navýšení výroby o 50 %, stoupl z 10 výrobních dělníků, který je dostačující pro zajištění výroby u finální varianty, na 18 výrobních dělníků.

ZÁVĚR

Cílem a snahou této diplomové práce bylo vypracování technologického projektu výroby nerotačních (deskových) součástí pro společnost TOS KUŘIM – OS, a.s.

První část diplomové práce je tvořena literární studií z oblasti technologie obrábění a technologického projektování. Z technologie obrábění je kladen především důraz, z důvodu zaměření na výrobu nerotačních (deskových) součástí, na metodu obrábění frézování. Z technologického hlediska jsou zde uvedeny základní způsoby frézování a dále rozčlenění frézovacích nástrojů a strojů. Oblasti z technologického projektování je věnováno více pozornosti a tvoří ucelený soupis informací, doporučení a norem potřebných pro následné vypracování technologického projektu.

V druhé části diplomové práce je provedeno zhodnocení současného stavu ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. Obsahuje popis současného stavu lehké obrobny s výběrem frézovacích strojů potřebných pro přemístění do nových prostor bývalého IVÚ (integrovaný výrobní úsek). Ten byl společností vyčleněn jako nejvhodnější. Jsou zde popsány důvody přesunu do nových prostor, mezi které především patří, že současná výrobní základna společnosti je větší než požadovaná a plánovaná demolice současné lehké obrobny, z důvodu výstavby nových prostor pro těžkou montáž. Byl proveden popis výroby v lehké obrobně, který se s postupem času přeměnil ze sériové výroby na dnešní převažující kusovou výrobu a rozčlenění nerotačních (deskových) součástí do tvarových skupin na základě číslování výkresů.

Třetí část diplomové práce je zaměřena na návrh a analýzu přesunu jednotlivých navržených variant ze starých do nových prostor. Jsou vypracovány tři návrhy, z nichž první zvažuje přesun všech frézovacích strojů a prakticky vychází ze stávajícího uspořádání. Druhá varianta uspořádání také zvažuje přesun všech frézovacích strojů nalézajících se ve všeobecné obrobně s tím rozdílem, že stroje jsou ponechány ve skupinách na základě typu strojů a vhodně uspořádány, s ohledem na maximální požadavky bezpečnosti práce. Třetí varianta vychází z úvahy, na základě vybraných reprezentantů, rozčlenění strojů do výrobní linky s tím, že odděluje stroje na nezbytně nutné pro výrobu přestavitelů a pro výrobu ostatního sortimentu. Pomocí metody srovnání předností a nedostatků se uvažovaná třetí varianta nejeví k výběru vhodná. Výběr mezi první a druhou variantou je proveden na základě metody váhového hodnocení kritérií, které prokázalo, že druhá uvažovaná varianta předčí první přibližně o 10%. U vybrané druhé varianty je provedeno zhodnocení ploch, strojů a pracovníků pomocí kapacitního propočtu, který prokazuje, že z plošného hlediska je varianta vyhovující. Vytížení strojů není však efektivní, proto je dále provedeno sloučení výroby u strojů, u kterých to je z technologického hlediska možné. Znovu je proveden kapacitní propočet ploch, strojů a pracovníků, ze kterého byla navržena upravená druhá varianta, neboli finální, která disponuje sníženým počtem frézovacích strojů z původních 21ks na 13ks. K zajištění výroby u finální varianty postačuje 10 výrobních dělníků.

Ve čtvrté části diplomové práce je proveden detailní výkres finální varianty včetně materiálového toku, který je zpracován pro dva vybrané reprezentanty. Oba výkresy jsou součástí přílohy.

V poslední páté části diplomové práce je, v rámci bodu technicko – ekonomického zhodnocení, provedeno zamyšlení nad eventuální variantou nárůstu objemu výroby o 50%. V tom případě se u některých strojů jeví jako vhodné řešení zavedení dvousměnného provozu, které obnáší navýšení počtu výrobních dělníků na 18.

Z celkového zpracování práce vyplynulo, že úvaha přesunu do nových prostor je nejen reálná, ale i z dokumentovaných důvodů výhodná, zejména zvýšením bezpečnosti, efektivnosti výroby a zlepšením manipulace. Z ekonomického hlediska se nejeví žádné zásadní problémy, protože stroje jsou majetkem podniku a v současné době není v plánu nové stroje dokupovat.

Na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a s pracovníky společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. jsou návrhy akceptovatelné a byly realizovány v souladu s podnikovými podklady.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

1. KOČMAN, Karel; PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 270 s. ISBN 80-214-3068-0.
2. ŘASA, Jaroslav; GABRIEL, Vladimír. *Strojírenská technologie 3 : metody, stroje a nástroje pro obrábění 1. díl*. Vyd. 1. Praha : Pedagogické nakladatelství Scientia, 2000. 256 s. ISBN 80-7183-207-3.
3. FOREJT, Milan; PÍŠKA, Miroslav. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
4. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Vyd. 1. Brno : VUT Brno, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
5. MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. Vyd. 1. Bratislava : Alfa, 1983. 395 s. ISBN 80-05-00103-7.
6. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů : technologické projekty I*. Vyd. 3. . Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
7. VÍGNER, Miroslav; ZELENKA, Antonín; KRÁL, Mirko. *Metodika projektování výrobních procesů* . Vyd. 1. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 588 s.
8. NĚMEČEK, Petr; ZICH, Robert. *Podnikový management I*. Vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. 136 s. ISBN 978-80-214-3511-7.
9. ŠTRAJBL, Jan. *Obráběcí stroje*. 3. opr.vyd. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1979. 619 s.
10. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem : cvičení*. Vyd. 1. Brno : VUT Brno, 1987. 35 s.

Firemní dokumenty

11. Propagační CD společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s., 8/2007
12. Třídnicí strojů a prací používaných v TOS KUŘIM – OS, a.s., 2004
13. Třídnicí součástí vyráběných v TOS KUŘIM – OS, a.s
14. Historie a současnost, TOS KUŘIM – OS, a.s, 2008

Elektronické dokumenty

15. TOS KUŘIM – OS, a.s : skupina ALTA [online]. [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW : <<http://www.tos-kurim.cz/>>.
16. VANĚK, Antonín. *Technologie frézování : pracovní listy* [online]. Šumperk : [s.n.], 2007 [cit. 2010-05-16]. Dostupné z WWW : <<http://www.sossou-spok.cz/>>.
17. HUMÁR, Anton. *Technologie I : technologie obrábění - 1. část* [online]. Brno : Ústav strojírenské technologie, 2003 [cit. 2010-05-16]. Dostupné z WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=opory>>.
18. HUMÁR, Anton. *Výrobní technologie II : sylaby předmětu* [online]. Brno : Ústav strojírenské technologie, [cit. 2010-05-16]. Dostupné z WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=opory>>.

19. HUMÁR, Anton. *Technologie I : základní metody obrábění - 1. část* [online]. Brno : Ústav strojírenské technologie, 2004 [cit. 2010-05-16]. Dostupné z WWW : <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=opory>>.
20. HIRSCH, Michal. *Návrh automatizovaného pracoviště na ohýbání dílců* [online]. Brno, 2009. 84 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Dostupné z WWW: <<https://www.vutbr.cz/?doc=8812>>.
21. ZLÁMAL, Pavel. *Projekt lehké obrobny v TOS KUŘIM - OS, a.s. - frézařské pracoviště* [online]. Brno, 2008. 80 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Dostupné z WWW: <<https://www.vutbr.cz/?doc=8812>>.
22. HENZL, David. *Nástroje pro válečkování ve strojírenství*. Brno, 2008. 58 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Dostupné z WWW: <<https://www.vutbr.cz/?doc=8812>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
B	[mm]	šířka frézované plochy
CNC	[-]	Computer Numerical Control – číslicové řízení pomocí počítače
D	[mm]	průměr frézy
D _a	[mm]	průměr součásti
D _i	[mm]	vnitřní průměr součásti
D _v	[-]	celkový počet výrobních dělníků
D _{vs}	[-]	počet výrobních strojních dělníků
D _{vs1}	[-]	počet výrobních strojních dělníků v 1. směně
D _{vs2}	[-]	počet výrobních strojních dělníků ve 2. směně
D _{vso}	[-]	počet výrobních dělníků po sloučení výroby
D _w	[mm]	průměr obrobku
E ₁	[-]	náklady na přesun strojů
E ₂	[-]	náklady na údržbu
E _d	[h/rok]	efektivní časový fond dělníka
E _r	[h/rok]	roční fond ručního pracoviště
E _s	[h/rok]	efektivní časový fond stroje
F _p	[m ²]	pomocná plocha
F _{pdc}	[m ²]	pomocná plocha vnitřních dopravních cest
F _{phn}	[m ²]	pomocná plocha hospodaření s náradím
F _{pk}	[m ²]	pomocná plocha kontroly
F _{pr}	[m ²]	provozní podlahová plocha
F _{pskl}	[m ²]	pomocná plocha skladová
F _{pú}	[m ²]	pomocná plocha údržby
F _r	[m ²]	výrobní plocha ručních pracovišť
F _s	[m ²]	výrobní plocha strojních pracovišť
F _v	[m ²]	celková výrobní plocha
IVÚ	[-]	integrovaný výrobní úsek
N	[ks]	počet vyráběných kusů
NC	[-]	Numerical Control – číslicové ovládání
P _{sk}	[ks]	skutečný počet strojů
P _{th}	[ks]	teoretický počet strojů
P _{skn}	[ks]	skutečný počet strojů po navýšení objemu výroby
P _{sco}	[ks]	skutečný počet strojů po sloučení výroby
P _{thn}	[ks]	teoretický počet strojů po navýšení objemu výroby
P _{thnll}	[ks]	teoretický počet strojů po navýšení objemu výroby při uvažování dvousměnného provozu
P _{tho}	[ks]	teoretický počet strojů po sloučení výroby
S _r	[-]	směnnost ručního pracoviště

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
S_s	[-]	směnnost strojního pracoviště
T_1	[-]	bezpečnost práce
T_2	[-]	manipulace s materiálem
T_3	[-]	zastavená plocha stroji
T_4	[-]	možnost nárůstu objemu výroby
T_5	[-]	prostor pro rozpracovanou výrobu
T_6	[-]	plocha vnitřních komunikací
T_k	[Nmin]	kusový čas na danou operaci
V_p	[Nh]	vytížení profese
V_{pn}	[Nh]	vytížení profese po navýšení objemu výroby
V_{po}	[Nh]	vytížení profese po sloučení výroby
a_e	[mm]	šířka záběru
b_α	[mm]	fazetka na hřbetě
e	[mm]	posunutí osy nástroje
f_r	[m ² / ruč.prac.]	měrná plocha ručního pracoviště
f_s	[m ² / stroj]	měrná plocha strojního pracoviště
f_z	[mm]	šířka fazetky
f_z	[mm]	posuv na zub
h	[mm]	tloušťka třísky
h_{max}	[mm]	maximální hodnota tloušťky třísky
k_{pns}	[-]	koeficient překračování norem
n	[mm ⁻¹]	otáčky
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost
v_f	[mm.min ⁻¹]	posuvová rychlost
z	[-]	počet zubů
δ_o	[°]	úhel řezu
η	[%]	vytížení jednoho stroje profese
η_n	[%]	vytížení jednoho stroje profese po navýšení objemu výroby
η_{nII}	[%]	vytížení jednoho stroje profese po navýšení objemu výroby při uvažování dvousměnného provozu
η_o	[%]	vytížení jednoho stroje profese po sloučení výroby
η_{op}	[%]	využití strojů dané operace
π	[-]	Ludolfovo číslo

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Kopie výkresu 1. reprezentanta – KOSTKA.
Příloha 2 Kopie výkresu 2. reprezentanta – DESKA BRZDY.
Příloha 3 Kopie výkresu 3. reprezentanta – RUKA – TĚLESA.
Příloha 4 Technologický postup výroby 1. reprezentanta – KOSTKA.
Příloha 5 Technologický postup výroby 2. reprezentanta – DESKA BRZDY.
Příloha 6 Technologický postup výroby 3. reprezentanta – RUKA – TĚLESA
Příloha 7 Výkres současného stavu lehké obrobny.
Příloha 8 Výkres finální varianty uspořádání.
Příloha 9 Výkres materiálového toku pro 1. a 2. reprezentanta.
Příloha 10 Fotografická dokumentace frézek nalézajících se ve všeobecné obrobně.