

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní



Radek Janalík

**NÁVRH TECHNICKÉHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNY
PRO VÝROBU FOREM**

Diplomová práce

1994

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

obor: (23 - 19 - 8) Výrobní systémy

NÁVRH TECHNICKÉHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNY PRO
VÝROBU FOREM

KVS : VS

Radek Janalík

Vedoucí práce: Doc.Ing.Přemysl Pokorný,Csc.

Konzultant: Ing.J.Strnádek

Počet stran: 53

Počet příloh: 10

Počet tabulek: 10

Počet obrázků: 3

Počet výkresů: -

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146066111

Datum: 3.1.1994

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Školní rok: 1993/94

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Radka J A N A L Í K A

obor (23-19-8) Výrobní systémy

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Návrh technického vybavení nástrojárny
pro výrobu forem

Zásady pro vypracování:

1. Úvod - stanovení kritérií velikosti a složitosti forem (výrobků)
2. Základní technologie - třídění, kritéria efektivnosti
3. Roztřídění technického vybavení
 - a) dle stupně složitosti (tech.možnosti)
 - b) dle velikostiAlternativní
4. Návrhy vybavení - ČS, cizí + Hardware, Softwar nabídky se současnými cenami
5. Návrh ekonomické rozvahy

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PŠČ 461 87

V 13/94 S

KUS/VS

Rozsah grafických prací: cca 3 výkresy

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran textu + přílohy, adresář

Seznam odborné literatury:

- /1/ Breník, P.: Obráběcí stroje, SNTL Praha
Katalog nástrojůren
- /2/ Podklady výrobců foren (Plastimat, Metaco, Ferex)
- /3/ Podklady výrobců obráběcích strojů

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing.Přemysl Pokorný, CSc.

Konzultant:

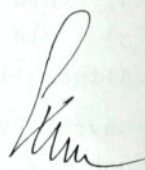
Zadání diplomové práce: 29.10.1993

Termín odevzdání diplomové práce: 27.5.1994


Doc. Ing. Josef Cerha, CSc.

Vedoucí katedry




Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

Děkan

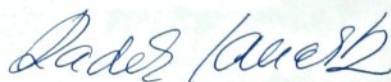
V Liberci

dne 29.10. 1993

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci , dne 3.1.1994

Radek Janalík

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Radek Janalík', written in a cursive style.

OBSAH

Zadání diplomové práce	3
Místopřísežné prohlášení	4
Poděkování	5
Obsah	6
Seznam použitých zkratk	8
1. Stanovení kritérií velikosti a složitosti forem	9
1.1. Úvod	9
1.2. Postup návrhu VZ nástrojárny	11
1.2.1. Rozbor vstupních informací	12
1.3. Cíl diplomové práce	13
1.4. Postup návrhu optimálního technického vybavení nástrojárny	14
1.4.1. Vybavení nově založené nástrojárny	14
1.4.2. Optimalizace technického vybavení již fungující nástrojárny	14
1.5. Příklad optimalizace	14
2. Základní technologie	16
2.1. Třídění základních technologií	16
2.2. Kritérium č.1 - % podíl základních technologií	16
2.3. Kritérium č.2 - Efektivnost technologií	18
3. Roztřídění technického vybavení	22
3.1. Dělení OS podle složitosti	22
3.2. Kritérium č.3 - dělení OS podle velikosti	26
4. Návrhy technického vybavení	29
4.1. Návrh základního strojního vybavení nástrojárny pro výrobu menších forem (do 200 kg)	31
4.2. Příklady technického vybavení	33
4.2.1. Universální nástrojařské NC frézky	33
4.2.2. Nástrojařské universální frézky	34

4.2.3. Kopírovací frézky	34
4.2.4. Konvenční typy frézek	34
4.2.5. Elektrojiskrové NC hloubicí stroje	35
4.2.6. Souřadnicové NC vrtačky	35
4.2.7. Vodorovné NC vyvrtávačky	36
4.2.8. Otočné konv. vrtačky	36
4.2.9. NC brusky	36
4.2.10. Klasické rovinné brusky	36
4.3. Schéma metodického postupu pro navrhování optimálního technického vybavení nástrojárny	37
5. Návrh ekonomické rozvahy	39
5.1. Výpočet hodinové ceny strojního času OS	41
5.2. Příklad návrhu technického vybavení nástrojárny pro daný typ formy	45
5.2.1. Rozbor vstupních informací	45
5.2.2. % podíl základních technologií	45
5.2.3. Volba OS	46
5.2.4. Určení efektivnosti jednotl. technologií na zvolených OS	47
5.2.5. Určení velikosti OS	47
5.2.6. Přesná specifikace zvolených OS	48
5.2.7. Ekonomický propočet návratnosti strojů	48
5.2.7.1. Výpočet ceny hodiny strojního času	48
5.2.7.2. Výpočet ceny zvoleného typu formy	49
5.3. Závěr	51
Seznam použité literatury	52
Seznam příloh	53

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

zkratka	název
OS	obráběcí stroj
VZ	výrobní zařízení
NC	Numerical Control (číslicové řízení)
CAD	Computer Aided Design (konstruování pomocí počítače)
CAM	Computer Aided Manufacturing (výroba pomocí počítače)

1. STANOVENÍ KRITERIÍ VELIKOSTI A SLOŽITOSTI FOREM

1.1 ÚVOD

Moderní vyspělá společnost se vyznačuje neustále se zvyšujícími nároky ve všech oblastech života.

Jedním z odvětví, které produkuje výrobky k dosažení určité životní úrovně, je i strojírenství, kde jedním z nejdůležitějších oborů je obrábění.

Zavedením a působením tržního hospodářství do strojírenského průmyslu musí nutně dojít k nalezení optimálního poměru mezi výrobními zařízeními (s určitou cenou, složitostí, kvalitou a přesností) a jejich produkty, které musí při dodržení určité kvality, ceny a přesnosti rychle reagovat na potřeby a požadavky společnosti.

Vztah VZ a jejich výrobků:

	VZ	x	VÝROBEK
cena	$\downarrow$		$\uparrow$
kvalita	$\uparrow$		$\uparrow \uparrow$

Smyslem výrobního procesu je vyprodukovat požadované výrobky (v tomto případě formy) s předepsanými vlastnostmi, ne však za jakoukoliv cenu. Hlavní význam výše uvedeného vztahu mezi VZ a jejich výrobky spočívá ve správné volbě obráběcích strojů , která je jakousi hranicí ekonomické efektivnosti výroby. Pokud se neprovede pro nasazení OS do výroby nutná ekonomická rozvaha, může to vést k neadekvátnímu

poměru mezi VZ a jejich výrobky, a tím i k neziskovosti výroby a velmi dlouhé doby návratnosti OS.

Technické vybavení toho či onoho strojírenského podniku musí být schopno zajistit (spolu s obsluhou) produkci odpovídajícího (vzhledem k zisku) množství výrobků dané kvality, přičemž doba návratnosti by měla být co nejkratší.

Současný stav strojírenské výroby (zvláště v konkurenčních vztazích tržního hospodářství) je charakterizován rostoucími požadavky na složitost výrobků. Z čehož zároveň vyplývají zvyšující se nároky na kvalitu, přesnost a spolehlivost jak jednotlivých dílů (skupin, podskupin) a výrobků, tak samotných výrobních zařízení.

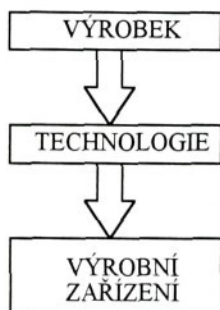
Z těchto požadavků také vyplývají kritéria pro optimální nasazení VZ do nástrojůren (v případě nástrojůren jde o nasazení obráběcích strojů). Stále častěji vyvstávají požadavky na vybavení efektivních VZ, resp. jaké je vhodné optimální nasazení OS do nástrojárny pro výrobu různě tvarově složitých výrobků (forem pro tlakové lití).

Nástrojárna = obecný pojem pro pracoviště (rozlohou od malé dílny až po velké haly), vybavené příslušným technickým zařízením (OS s příslušenstvím, nástroji, přípravky a pod.), sloužící k obrábění různě tvarově složitých a přesných součástí jako jsou formy pro tlakové lití, lisovací nástroje, přesné přípravky, zápustky, vačky a jiné.

Takové výrobky představují vysoké technologické nároky a znalosti. Uplatnění je pak možné pro řadu dalších efektivních výrob.

V tomto případě se jedná o výrobu forem. Pomocí takovýchto forem se pak vyrábí výrobky z plastických hmot, hliníkových slitin, výkovků a pod., se kterými se setkáváme nejen každodenně v našich domácnostech, ale i v následných výrobcích.

1.2 POSTUP NÁVRHU VZ NÁSTROJÁRNÝ



obr. 1

Z obr.1 lze vyčíst , že obráběné formy (výrobky) jsou nositeli určitých technologických kritérií pro volbu výrobních zařízení (OS) s charakteristickými možnostmi.

VÝROBEK = vstupní informace

Každý výrobek (obráběná forma) má řadu typických znaků, které podmiňují volbu OS.

- v tomto případě, kdy je výrobkem forma , to jsou:

- výkresová dokumentace
- fyzický model
- počítačový model (drátový, objemový)

Základem je rozbor vstupních informací (viz bod 1.2.1)

VOLBA TECHNOLOGICKÉ OPERACE

Na základě rozboru vstupních informací je zapotřebí navrhnout požadované technologie k dosažení výroby zadané formy (viz bod 2).

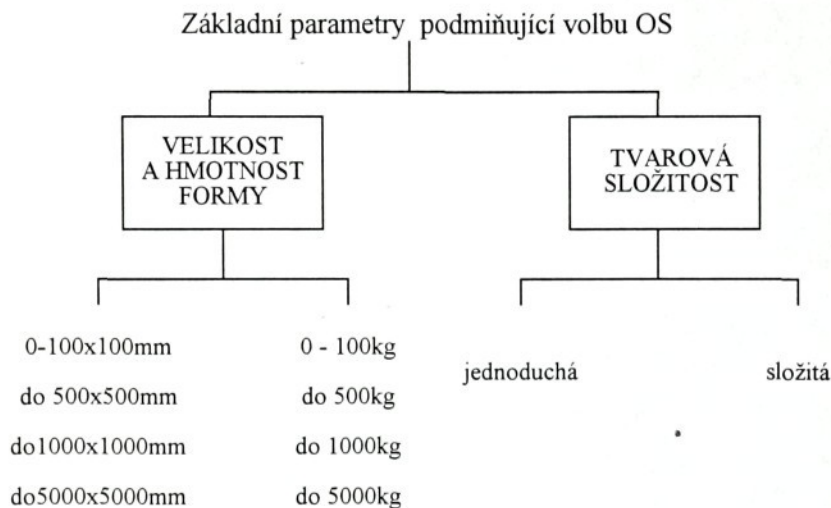
VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ = výstupní informace

V této části jde o navržení odpovídajících výrobních zařízení (OS),

nutných k vykonání jednotlivých technologických operací při výrobě formy.

- jedná se o výstupní informaci při návrhu VZ nástrojárny

1.2.1 Rozbor vstupních informací



obr.2

Pomocí základních parametrů uvedených na obr.2 lze formu popsat následujícími typickými znaky:

- geometrie - tvar a složitost formy
 - rozměry (velikost) formy
 - druh, počet a poloha obráběných míst na formě
- počet dílů formy
- materiál formy
- hmotnost formy

Tyto typické znaky umožňují rozdělit formy jednak podle velikosti a hmotnosti, a také podle tvarové složitosti. Tak lze tedy formy obecně rozdělit na tvarově jednoduché a složité, jež se vyznačují těmito znaky:

a) tvarově jednoduché formy

- menší rozměry
- pravidelný tvar
- minimální počet základních částí (1 - 5)
- základní polohy a malý počet obráběných míst (ve směru os)
- převaha jednoho druhu technologie

b) tvarově složité formy

- větší geom.rozměry (500x500 mm a více)
- nepravidelný složitý tvar
- velký počet základních částí (10 a více)
- obecné polohy a velký počet obráběných míst
- různé druhy technologií

Podle těchto základních kritérií lze stanovit různé stupně složitosti vyráběných forem, přičemž každá z nich se vyznačuje jednotlivými typickými znaky, jež podmiňují volbu OS. Velikost a hmotnost formy jsou určující při volbě velikosti (řady) stroje. Kdežto tvarová složitost formy podmiňuje volbu příslušných typů OS.

1.3 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním úkolem této diplomové práce je stanovit metodický návod, jakým způsobem lze přistupovat k navrhování technického vybavení nástrojárny pro výrobu různě tvarově složitých forem.

Ve skutečnosti se jedná o to, aby pro určité typy forem a výrobků do specifikované velikosti a tvarové (geometrické) složitosti bylo navrženo takové technické vybavení nástrojárny (reprezentované typem a počtem OS), jež je neoptimálnější. S tím nezbytně souvisí dodržení kvality a

přesnosti forem a dosažení co možná nejkratší doby návratnosti technického vybavení. To znamená docílit výrobou vyšších zisků, které jsou " hnacím motorem " současné společnosti a vedou k dalšímu rozšiřování stávající výroby a její efektivity.

1.4 POSTUP NÁVRHU OPTIMÁLNÍHO TECHNICKÉHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNY

Tento postup lze použít pro 2 různé případy.

1.4.1 Vybavení nově založené nástrojárny

- jde např. o soukromou firmu, která začíná s výrobou forem
- pro zvolený typ vyráběné formy se nástrojárna vybaví tzv. základním technickým vybavením, umožňujícím výrobu zvoleného typu forem

1.4.2 Optimalizace technického vybavení již fungující nástrojárny

- tento způsob optimalizace se týká např. v současné době privatizovaných podniků
- po zhodnocení stávající situace nástrojárny se minimalizuje technické vybavení pouze na výr. zařízení potřebné k výrobě daného typu forem, které se mají vyrábět
- jde tedy vlastně o optimalizaci nástrojárny na nezbytně nutné techn. zařízení
- naopak pokud jde o nedostatečné technické vybavení, je toto následně doplněno o nové typy podle žádoucích potřeb

1.5 PŘÍKLAD OPTIMALIZACE

- již fungující nástrojárna
- výroba tvarově jednoduchých forem

V tomto případě není cílem vybavit nástrojárnu nejsložitějším a nejdražším techn. vybavením, které umožní výrobu např. velmi složitých forem. Následující postup vypadá takto:

1. Minimalizovat stávající techn. zařízení až k základnímu vybavení, které umožní výrobu pouze tvarově jednoduchých forem. Kritériem k tomuto docílení jsou vstupní informace o vyráběné formě (formách).
2. Ekonomický propočet zisku z výroby těchto tvarově jednoduchých forem a zjištění návratnosti OS.
3. Za určité období, kdy výroba dosáhne takového zisku, že bude možné rozšířit stávající výrobu, lze doplnit nástrojárnu o nové typy OS. Ty pak následně umožní výrobu tvarově složitějších forem, což je předpokladem pro dosažení stále vyšších zisků.

2. ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE

2.1 TRŽIDĚNÍ ZÁKLADNÍCH TECHNOLOGIÍ

Pro výrobu tvarových součástí různých obtížností, jakými formy jsou, je nutné zvolit správně optimální vybavení nástrojárny odpovídajícími OS.

Jednotlivé typy obráběcích strojů vykonávají v závislosti na stupni jejich složitosti (viz bod 3) buď jednu či více technologických operací, nutných k výrobě forem. Těmito základními technologiemi jsou frézování, elektrojiskrové hloubení, broušení, vrtání, vyvrtávání a soustružení. Dále sem také patří řezání materiálů, které však spadá do oblasti přípravy výroby, kde se zhotovují polotovary dělené na různé díly. Tato technologie může být přenesena kooperací podniků mimo rámec vlastní nástrojárny. Mezi základní strojní technologie používané při výrobě forem patří i značný rozsah ruční práce.

2.2 KRITÉRIUM Č.1 - % PODÍL ZÁKLADNÍCH TECHNOLOGIÍ

vstupní informace kritéria: FORMA (výrobek - viz bod 1.2.1)

výstupní informace kritéria: % podíl základních technologií při výrobě
daného typu formy

CÍL KRITÉRIA :

Na základě daného typu formy správně zhodnotit procentuelní podíl jednotlivých základních technologií určených pro vlastní výrobu formy.

% podíl technologií se mění s tvarovou složitostí vyráběné formy. V následující tabulce (tab.2) je uveden % podíl technologií při výrobě tvarově jednoduchých a složitých forem.

TECHNOLOGIE	PODÍL TECHNOLOGIÍ (%) PŘI OBRÁBĚNÍ	
	jednoduchých forem	složitých forem
Frézování	40	30
El.hloubení	10	30
Vrtání	15	10
Broušení	20	20
Soustružení	10	5
Vyvrtávání	5	5

tab.2

Tuto tabulku lze sestavit pro libovolný typ formy, takže % podíl jednotlivých technologií bude v závislosti na tvarové složitosti klesat či naopak stoupat.

Z výše uvedené tabulky 2 vyplývá závěr, že při obrábění různě tvarově složitých forem má nejvyšší % podíl technologie frézování, pak elektrojiskrové hloubení a broušení a je vždy závislý na složitosti forem. Je to z toho důvodu, že základem při výrobě každé formy jsou frézovací operace, ať už tvarově složité či jednoduché, a dále jemné elektrojiskrové hloubení složitých tvarů o malých rozměrech, které nelze obrábět na jiných strojích. Ovšem při výrobě musí být zastoupeny všechny výše uvedené základní technologie, bez nichž by nebylo možné celý tento proces výroby uskutečnit.

Podle % podílu všech základních technologií se zvolí odpovídající technické vybavení (OS) nástrojárny, a tím se dosáhne vhodného složení OS v závislosti na stupni tvarové složitosti.



% PODÍL TECHNOLOGIÍ = vstupní informace pro volbu VZ

(viz obr.1 - bod 1.2)

2.3 KRITÉRIUM Č.2 - EFEKTIVNOST TECHNOLOGIÍ

Každou ze základních technologií lze provádět na těchto typech obráběcích strojů:

- 1) **klasické konvenční stroje**
- 2) **číslicově řízené stroje - NC stroje**
 - CNC stroje
 - CNC obráběcí centra

K určení, který z těchto obráběcích strojů je neoptimálnější použít na tu či onu ze základních technologií, nám slouží právě kritérium č.2 - **kritérium efektivity technologií**. To nám v podstatě vyjadřuje u každého OS poměr strojního času a času vedlejšího (přípravy), vynaložených při výrobě formy zadanou technologií. V podstatě se jedná o co nejefektivnější využití časového fondu stroje.

KONVENČNÍ OBRÁBĚCÍ STROJE :

- veškeré vedlejší časy probíhají přímo na stroji
- dochází u nich ke zvyšování vedlejších časů (přípravy)v důsledku přeseřizování stroje, a tím ke zkracování strojního času
- mají menší efektivnost využití stroj.času stroje

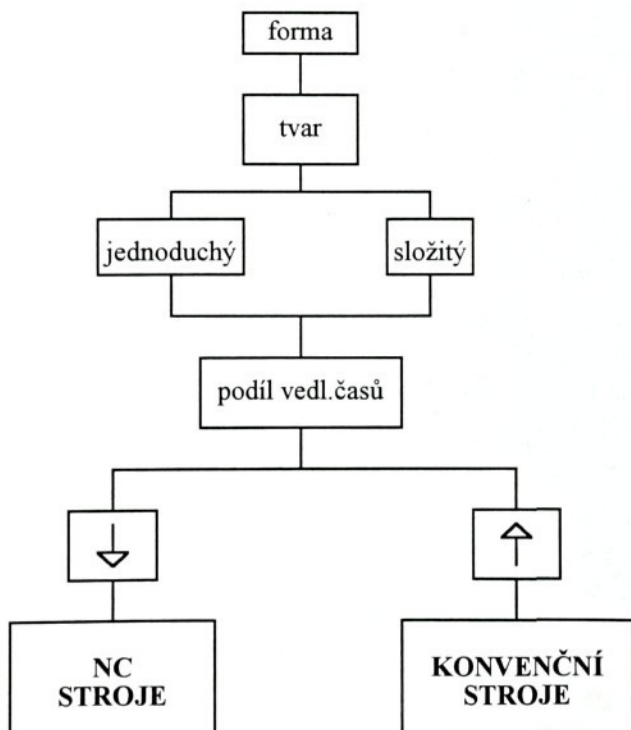
Konvenční stroje jsou efektivněji využity při výrobě tvarově jednoduchých forem, kde je podíl vedlejších časů výrazně menší .

NC OBRÁBĚCÍ STROJE :

- celá technická příprava výroby (vedlejší časy) probíhá mimo vlastní stroj a nezávisle na něm
- dochází u nich ke značnému snížení vedlejších časů a k efektivnějšímu využití časového fondu stroje (strojního času)

NC stroje jsou tedy efektivněji využity při výrobě tvarově složitých forem, kde je velký podíl vedlejších časů. Ty jsou však zpracovávány mimo stroj a neovlivňují samotný strojní čas.

Podle kritéria č.2 je tedy míra efektivnosti jednotlivých základních technologií u NC a konvenčních obráběcích strojů závislá na stupni tvarové složitosti formy. Čím větší je stupeň tvarové složitosti, tím větší je podíl vedlejších časů, s čímž souvisí i efektivnější využití NC strojů. A pochopitelně pro tvarově jednoduché formy, kde je menší podíl vedl.časů, je ekonomičtější použít konvenční stroje. Na následujícím obrázku č.3 je schématicky naznačen postup pro návrh OS podle kritéria č.2.



obr.č.3

Cíl tohoto kritéria, jehož postup použití je naznačen na obrázku č.2, spočívá v určení poměru vedlejších a strojních časů pro každou technologickou operaci. Podle tohoto poměru je pak možné přesně stanovit, jak složitý OS je třeba použít, aby byla daná technologie co nejefektivněji provedena.

Příklady efektivity technologií :

a) KONVENČNÍ OS

Základní vlastností těchto strojů je, že mají malé nároky na paměť technologických úkonů, malý počet nástrojů, malou četnost kontroly a přerušování pracovního cyklu.

Využití těchto strojů je zejména pro jednoduché technologické operace:

- obrábění rovinných ploch
- obrábění v pravoúhlých souřadnicích
- hrubování rovinných ploch
- broušení rovinných ploch
- obrábění jednoduchých rotačních ploch
- vrtání otvorů

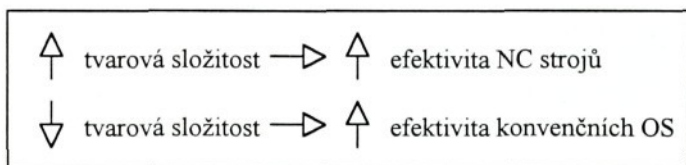
b) ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ OS

Tyto stroje naopak vyžadují velké nároky na paměť technologických úkonů, počet nástrojů, kontrolu, přesnost a přerušování pracovního cyklu. Jejich využití je hlavně pro tvarově složitě technologické operace:

- obrábění tvarově složitých ploch
- frézování tvarových ploch
- tvarové broušení

- frézování kapes
- vrtání přesných soustředných otvorů
- kopírovací frézování
- obrábění tvarových drážek
- řezání závitů
- obrábění složitých rotačních ploch

Toto rozdělení technologií, které jsou efektivněji využity buď na konvenčních nebo NC obráběcích strojích, je pouze přibližné a specifikuje se vždy pro daný typ formy podle výše uvedeného krit.č.2. Obecně platí:



Z toho tedy vyplývá, že čím jsou technologické operace složitější, tím složitější OS je zapotřebí.

3.ROZTRŽIDĚNÍ TECHNICKÉHO VYBAVENÍ

V žádném případě není možné provést striktní členění obráběcích strojů podle tvarové složitosti obráběných ploch součástí. Je zřejmé, že většinu technologií lze provést jak na NC tak konvenčních strojích. V takových případech jsou pro volbu stroje určující ekonomická kritéria, podle nichž lze vybrat takový OS, aby nákladovost spojená s provedením dané technologické operace byla minimální.

3.1 ROZDĚLENÍ OS PODLE SLOŽITOSTI

Základní všeobecné rozdělení je uvedeno v bodě 2.3, kde se také dospělo k závěru, že vhodnost nasazení obráběcích strojů závisí na efektivnosti využití technologií prováděných na těchto strojích. Přičemž k optimálnímu nasazení OS je třeba brát v úvahu zvláště cenu NC strojů, která je vzhledem k jeho složitosti podstatně větší než u klasických konvenčních strojů. Tím je i zároveň cena za práci na NC strojích pochopitelně dražší.

VLASTNOSTI OS

Konvenční stroje

- mají ruční řízení
- pravoúhlý souřadný systém
- pracují vždy nezávisle pouze v jedné souř.ose
- mají menší přesnost a tím nejsou tak drahé

NC stroje

- mají určitý stupeň složitosti číslicového řízení
- s využitím interpolátoru (lineární, kruhový, parabolický) mohou pracovat současně v několika řízených osách najednou

- jsou velmi přesné a tím i drahé

Vlastnosti obráběcích strojů (tab.č.3)

VLASTNOST	TYP STROJE	
	NC STROJE	KONVENČNÍ OS
cena	↑	↓
složitost	↑	↓
přesnost	↑	↓
cena stroj.práce	↑	↓

tab.3

CENA ... je dána složitostí a kvalitou stroje

SLOŽITOST ... je určena především použitým řízením stroje

-konvenční ... ruční řízení

-NC stroj ... číslicový řídicí systém (viz tab.4)

PŘESNOST ... je závislá na kvalitě stroje

- čím složitější OS,tím je přesnější ale zároveň má také větší pořizovací cenu

CENA ČASU STROJNÍ PRÁCE ... NC stroje jsou moderní a složité

stroje, obsahující drahé řídicí systémy, jež umožňují veškeré vedlejší práce vykonávat mimo vlastní stroj, a tím je cena strojního času podstatně vyšší než u konvenčních strojů

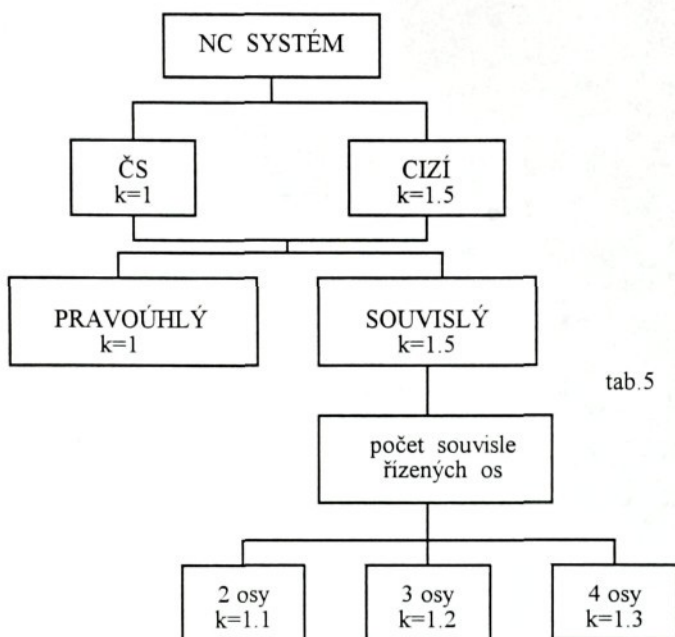
V následující tabulce č.4 jsou uvedeny základní číslicové řídicí systémy, používané u NC obráběcích strojů. Je nutné podotknout, že výrobci OS dodávají NC stroje se standardním číslicovým řídicím systémem, ovšem na přání zákazníka je možné stroj vybavit jiným systémem. Tím si tedy zákazník může vybrat složitost NC stroje podle svých potřeb a ekonomických možností.

Tabulka používaných řídicích systémů

Výrobce	typ	počet souvisle řízených os
ČS	-pravouhlý	- 2 osy
- TESLA		
CIZÍ	-souvislý	- 3 osy
- HEDENHAIN		
- SIEMENS		- 4 osy
- FANUC		
- BOSCH		
- MAHO		
- SINUMERIK		

tab.4

Cena číslicového řídicího systému je dána výrobcem, ale také především jeho složitostí. V tabulce č.5 jsou různé typy NC systémů označeny koeficienty, které vyjadřují cenové relace OS při použití těchto systémů. Porovnáním koeficientů lze zjistit, jak se od sebe jednotlivé typy OS s použitím různých typů systémů cenově liší.



Základem pro porovnávání číslcových řídicích systémů dle tab.5 je cena nejjednoduššího českého pravoúhlého systému (např. TESLA NS 260). Porovnáním a vynásobením koeficientů je tedy zřejmé, že cena OS s použitím souvislého systému zahraniční výroby je až 3x větší.

Příklad:

Cena vodorovné vyvrtávačky WH 10NC při použití 2 různých řídicích systémů:

a) ČS, pravoúhlý systém TESLA NS 260, $K = 1$

$K = 1$ a cena vyvrtávačky je při použití systému NS 260 1 100 000 Kč

b) CIZÍ, pravoúhlý systém HEIDENHAIN TNC 135

výsledný koef. je $K = 1,5$ a cena vyvrtávačky je 1 600 000 Kč

Jak je vidět z předešlého příkladu, cena stroje při použití cizího řídicího systému je podstatně vyšší. V takovýchto a podobných případech je nutné použít určitou ekonomickou rozvahu (viz bod 5).

Podle všech uvedených vlastností NC strojů je ekonomicky efektivní využívat tyto OS při výrobě tvarově složitých výrobků, které by na konvenčních strojích nebylo možné vyrobit vůbec nebo s velkými náklady a požadavky na přípravky a speciální nástroje. Ale protože výroba forem je ve většině případů právě výrobou tvarově složitých součástí, je nutné NC obráběcí stroje používat. Bez těchto strojů by nebylo možné dosáhnout velké přesnosti forem a zkrácení času na jejich výrobu. Jejich technické možnosti výrobu forem podstatně zefektivní.

Není však ekonomické používat drahé NC stroje na jednoduché technologické operace. Jde o to, v co možná největším měřítku využívat všech jejich technických vymožeností. Neefektivnější je aby, NC stroj pracoval co nejdelší dobu bez jakéhokoliv zásahu člověka.

$$\triangleup \text{ nepřetržitá doba času strojní práce } = \triangleup \text{ efektivita NC stroje}$$

- maximální efektivita = strojní čas 24 h/ den

Tam, kde se jedná o jednoduché technologické operace (viz bod 2.3), lze použít konvenční obráběcí stroje a nasazení NC strojů je neefektivní. A to z toho důvodu, že za stejnou práci na NC strojích se zaplatí vyšší cena než u klasických konvenčních OS.

3.2 ROZDĚLENÍ OS PODLE VELIKOSTI - kritérium č.3

Dalším z kritérií pro volbu obráběcích strojů mohou být rozměrové velikosti (délka x šířka x výška), popřípadně hmotnost formy. Podle toho se potom volí příslušná velikost stroje.

Výběr OS následuje podle daného postupu s použitím jednotlivých kritérií.

- zjistí se velikost a hmotnost formy (nebo dílů formy)
- podle kritéria č.1 se zjistí zastoupení jednotlivých technologií při výrobě formy
- podle kritéria č.2 se vymezi technické požadavky na OS, kterými jsou:
 - složitost OS
 - pracovní rozsah OS (v jednotlivých souřadnicích)
 - rozměry pracovního stolu
 - další potřebné charakteristiky (řídicí systém, zvláštní příslušenství, výkon...)
- z nabídkových katalogů různých výrobců obráběcích strojů se zvolí (podle ekonomické rozvahy - viz bod 5) neoptimálnější stroj odpovídající našim požadavkům

Hlediskem pro optimalitu je především maximální zisk při dodržení odpovídající přesnosti (max. kvalita a produktivita při minimální ceně OS).

Dělení a volba OS dle velikosti se provádí ze 2 základních hledisek:

- 1) velikost obráběcího stroje musí být právě taková, aby bylo vůbec možno formu nasazenou technologií vyrobit
- 2) z ekonomického hlediska - čím větší řada OS, tím větší pořizovací cena

Pokud se koupí OS v určité řadě, je třeba ho maximálně využívat. Je-li tato řada využívána neefektivně (minimálně), je účelnější pořídit nižší řadu stroje, z čehož plyne ekonomický efekt (menší pořizovací náklady). A to minimum práce, které přesahuje rozsah stroje v nižší

radě, je možné kooperovat buď s jinými podniky či provádět na jiných typech OS.

4. NÁVRHY TECHNICKÉHO VYBAVENÍ

Jednotlivé typy OS, jak konvenčních, tak NC stroje, se liší jednak konstrukčním provedením, a v případě číslicově řízených strojů i použitým řídicím systémem.

Číslicový řídicí systém = elektronická část NC stroje (obsahující hardware i software)

- obstarává automatické řízení technologických procesů, na jeho kvalitě závisí technologické možnosti a složitost stroje

V důsledku tvarové složitosti výrobků (forem) je snaha o programování NC strojů pomocí počítačů, což zároveň předpokládá využití CAD/CAM systémů. Jádrem každého CAD/CAM systému je údajová základna (databáze) o objektech výroby, která obsahuje následující charakteristické prvky:

- informace pro projektování technologických procesů
- informace o výrobních zařízeních
- přípravu technologických programů
- zpracování geometrických informací výrobků
- počítačové konstrukce výrobků (CAD 2D, 2.5D, 3D)

Pomocí CAD/CAM systémů je tedy možné namodelovat celý výrobní proces od konstrukce výrobku, přes veškerou přípravu výroby až po samotný technologický proces (typ nástroje, výpočet strojního a vedlejšího času...)

HARDWARE (mechanická část řídicího systému)

- počítač (monitor, klávesnice, ovládací zařízení, procesor, paměť...)

- vstup/výst. zařízení (tiskárna, plotter, printer, děrovač, kreslicí stroje)
- alfanumerický display
- digitalizátor

SOFTWARE (programové vybavení)

software pro manipulaci s daty

" pro práci v reálném čase

- matematický software
- grafický software
- geometrický software
- vstup/výst. software

Proč vlastně používat CAD/CAM systém ?

- snižuje prostojové časy NC strojů
- rozšiřuje programové možnosti
- řeší složité geometrické potíže
- jakkoliv komplikované obrábění je řešitelné
- vyhodnocuje technologické údaje
- zmenšuje množství výpočetních operací
- umožňuje automatické programování NC strojů

2 základní možnosti nasazení výpočetní techniky:

1. PC (personal computer)

- jde o nasazení určité konfigurace osobního počítače do fáze technické přípravy výroby, např. s použitím CAD systému
- cena : Hardware 50 000 - 100 000.-Kč
- Software řádově 10 000.-Kč

2. Work Station

- jde o pracovní stanici, s jejíž pomocí lze vyřešit celou technickou přípravu výroby počínaje návrhem výrobku, přes volbu nástrojů až po výpočet strojního času každé technologie, spotřebovaného při výrobě

- cena : (je řádově 10 x vyšší)

hardware 1 000 000.-Kč

software 100 000.-Kč

4.1 NÁVRH ZÁKLADNÍHO STROJNÍHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNY PRO VÝROBU MENŠÍCH FOREM (do 200 kg)

1.universální nástrojařská NC frézka

- TOS Kuřim,FVP 30 CNC,pravoúhlý řídicí systém HEIDENHAIN TNC 360

- DECKEL,FP 2NC,souvislý CNC systém (viz příloha č.1)
využití pro tvarově složité frézování

2.klasická konvenční horizontální frézka

- TOS Kuřim,FNGJ 20

-MAHO,MH 400

využití pro rovinné hrubovací a dokončovací práce

3.souřadnicová vyvrtávačka

-TOS Varnsdorf,WFQ 80 NCA,souvislý TESLA řídicí systém NS 670
na vrtání,vyvrtávání a broušení přesných otvorů (viz příloha č.4)

4.elektrojiskrový hloubicí stroj

- CHARMILLES,Roboform 200EDM,souvislý CNC systém

využití pro jemné tvarové obrábění (viz příloha č.5)

5. klasické konvenční stroje

- bruska na kulato

- bruska na plocho BPH 20 NA

- vrtačka stolová, otočná VR 2

- hrotový soustruh SU 50A

pro jednoduché základní operace

4.2 PŘÍKLADY TECHNICKÉHO VYBAVENÍ

4.2.1 Universální nástrojařské NC frézky (přílohy č.1,2,3)

VÝROBCE	TYP	ŘÍDÍCÍ SYSTÉM	VÝKON (kW)	PRACOVNÍ ROZSAH (X x Y x Z)	CENA (Kč)
DECKEL (příloha č.1)	FP 2NC	souvislý CNC (4 osy)	2	300x200x400	4 500 000.-
	FP 3NC	"	3	400x300x400	
	FP 4NC	"	4	550x450x450	6 000 000.-
	FP 3A	pravouhlý CNC	3	400x300x400	
MAHO (příloha č.2)	MH 400P	polohovací pravouhlý	2,2	400x375x250	5 000 000.-
	MH 600P	"	4	600x400x400	
	MH 800P	"	5,5	800x450x500	6 500 000.-
	MH 500C	souvislý MAHO (4 osy)	5	500x400x300	6 000 000.-
	MH 700C	"	8	700x450x500	
	MH 1000C	"	15	1000x560x700	10 000 000,-
HERMLE (příloha č.3)	UWF 600H	souvislý CNC: -HEIDENHAIN TNC 415	3,3	400x330x350	4 500 000.-
	UWF 851H	-SINUMERIK	8	600x450x400	
	UWF 1001H	820 M	12	700x550x500	
	UWF 1200H	-FANUC 0M (4 osy)	12	850x630x500	5 800 000.-
TOS Kuřim	FGS 40 CNC	souvislý HEIDENHAIN TNC 415			1 400 000.-
	FGS 63CNC		15	1250x700x500	2 000 000.-
	FNG 63CNC	HEIDENHAIN TNC 407	10	1000x630x500	1 700 000.-
	FVP 30CNC	pravouhlý TNC 360	6	750x375x450	800 000.-

4.2.2 Nástrojařské konvenční universální frézky (příloha č.6)

VÝROBCE	TYP	VÝKON (kW)	PRACOVNÍ ROZSAH (X x Y x Z)	CENA (Kč)
TOS Žebrák (příloha č.6)	FNGJ 20	2,2	450x350x300	700 000.-
	FGS 32/40	11	1000x400x450	600 000.-
	FN 32	3,5	500x400x250	400 000.-

4.2.3 Kopírovací frézky (příloha č.7)

VÝROBCE	TYP	NC SYSTÉM	VÝKON (kW)	PRACOVNÍ ROZSAH	CENA (Kč)
TOS Hulín	FKH 80A	-	15	1000x500x800	3 500 000.-
	FKV 125	-	21	2500x1250x1000	4 000 000.-
NASSOVIA	FMC 500	-	2,2	500x350x250	
KAFO		souvislý CNC (4 osy)			5 000 000.-

4.2.4 Konvenční typy frézek

1.stolová svislá frézka - FCV 63SC - TOS Kuřim - 22kW - 1500x630x630 -
cena 1 300 000 .-Kč

2.konzolová frézka - FGV 32 - TOS Hulín - 5,5 kW - 850x300x420 - cena
500 000.-Kč

4.2.5 Elektrojiskrové NC hloubící stroje (příloha č.5)

VÝROBCE	TYP	ŘÍDÍCÍ SYSTÉM	VÝKON (A)	PRAC.ROZSAH (X x Y x Z)	CENA (Kč)
CHARMILLES	ROBOFORM 200 EDM	souvislý CNC	128	300x970x570	3 000 000.-
	ELRODA 110	"			2 000 000.-
	M 60CNC	"	30/60	400x300x300	3 500 000.-
	M 90CNC	"	60/90	600x400x400	4 000 000.-
TOPEDM	DM 6030	souvislý CNC HEIDENHAIN	30	300x200x200	800 000.-
	DM 8060	"	70	500x400x300	2 000 000.-
	DM 1070	"	100	800x500x350	2 800 000.-
DECKEL	DE 10-2	pravoúhlý	25	220x170x250	
	DE 20-2		50	320x220x320	
	DE 10-C	souvislý CNC	45	215x165x250	
	DE 20-C			320x220x320	
HOFER	CJ 530	souvislý CNC (3 osy)	30/50	320x230x180	1 400 000.-
	CJ 650	"	50/75	"	1 800 000.-
	CJ 750	"	50/200	500x420x220	3 000 000.-

4.2.6 Souřadnicové NC vrtáčky (příloha č.8)

VÝROBCE	TYP	NC SYSTÉM	VÝKON (kW)	PRAC.ROZSAH (X x Y)	CENA (Kč)
KOVOSVIT	VXD 100CNC	souvislý CNC SINUMERIK (3 osy)	11,4	1400 x 1000	
	VXR 50 CNC	"	4	500 x 830	
	VXR 50 NCA	TESLA NS 632	4	"	

4.2.7 Vodorovné NC vyvrtávačky (příloha č.4)

VÝROBCE	TYP	NC SYSTÉM	VÝKON (kW)	PRAC.ROZSAH (X x Y x Z)	CENA (Kč)
TOS Varnsdorf	WFQ 80NCA	souvislý TESLA NS670	19,3	1600x1000x950	2 000 000.-
	WHN 13A	pravouhlý TESLA NS361	38	2000x2000x800	
	WH 10NC	pravouhlý NS 361	20	1000x1120x630	1 100 000.-
		souvislý HEIDENHAIN TNC 135	"	"	1 600 000.-

4.2.8 Otočné vrtačky konvenční

KOVOSVIT - VR 2 - 1,5kW - 590x520 - 100 000.-

KOVOSVIT - VR 4 - 3kW - 945x710 - 200 000.-

4.2.9 NC brusky (příloha č.9)

MAGERLE - MFP - souvislý CNC (4 osy) - 8,5kW - 1250x450x500 -
5 500 000.-

4.2.10 Klasické rovinné brusky

POVÁŽSKÉ STROJÁRNE - BPH 20NA - 1,5kW - 200x630 - 500 000.-

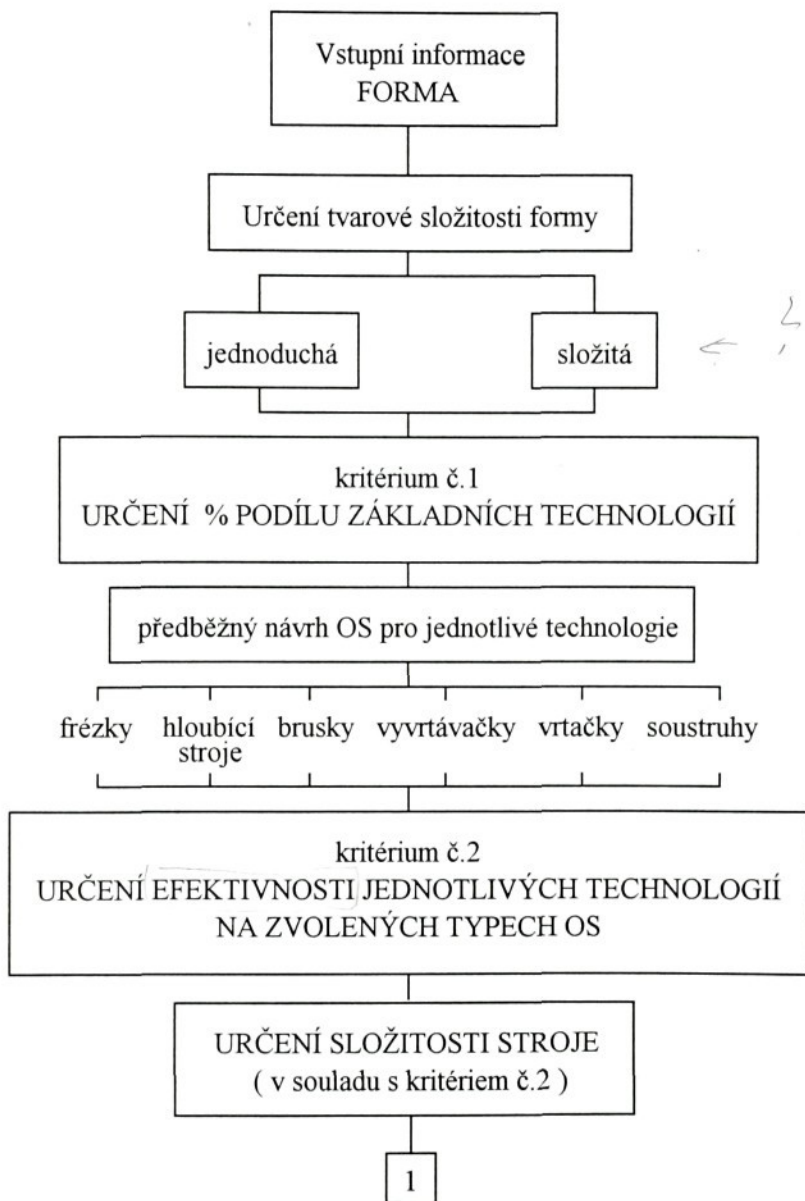
POVÁŽSKÉ STROJÁRNE - BRH 40A - 5,5kW - 400x1000 - 700 000.-

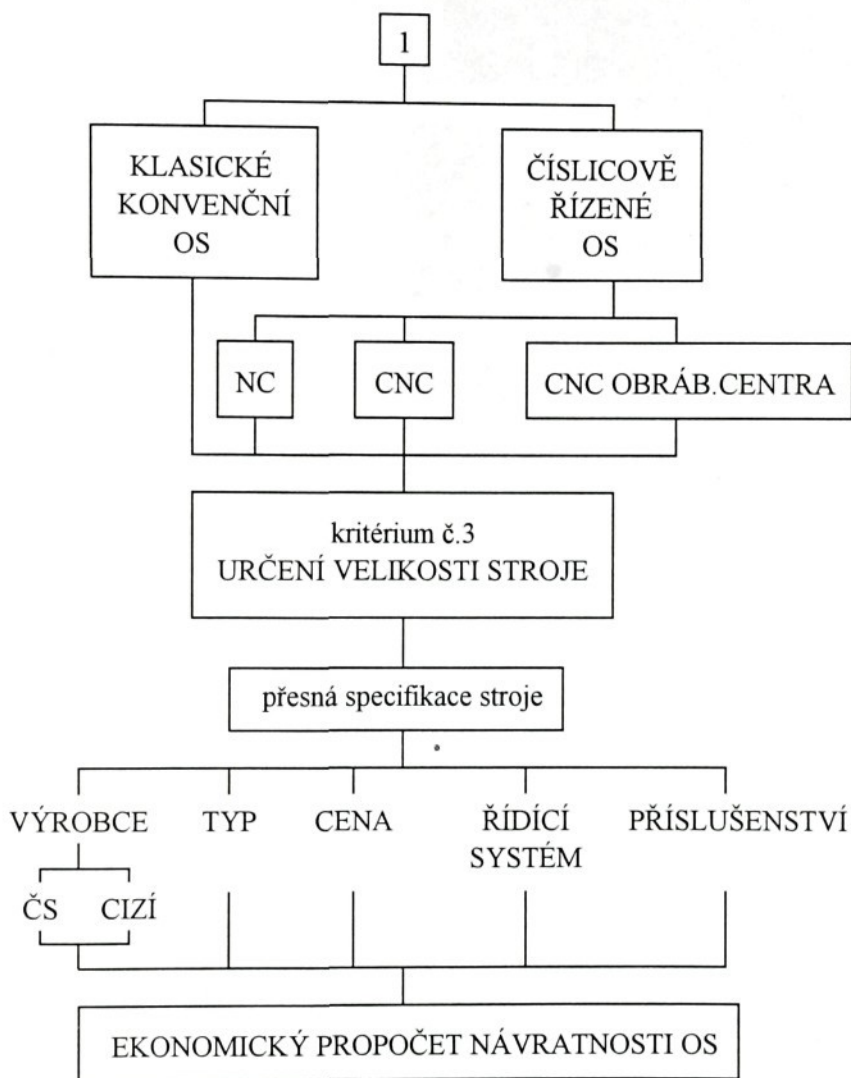
KOVOSVIT - BPV 40 - 70kW - 400x2000/3000 - 800 000.-

KOVOSVIT - BPV 60 - 100kW - 600x2000/3000 - 900 000.-

TOS HOSTIVAŘ - BPH 320A - 4kW - 320x1000 - 400 000.-

4.3 SCHÉMA METODICKÉHO POSTUPU PRO NÁVRH OPTIMÁLNÍHO TECHNICKÉHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNÝ





5. NÁVRH EKONOMICKÉ ROZVAHY

Z důvodu konkurenceschopnosti každého strojírenského podniku ve společnosti, kde funguje tržní hospodářství, je nezbytným předpokladem správná ekonomická rozvaha, týkající se všech stránek výrobního procesu.

Jednou z těchto stránek je i správná volba výrobních zařízení, což je podmiňujícím faktorem pro ekonomickou stabilitu a efektivitu každého podniku.

Samotné volbě obráběcích strojů, kterými je třeba nástrojárnu pro výrobu zvoleného typu forem vybavit, musí nutně předcházet zmapování trhu, potřebný podnikatelský záměr, schopnost získání zakázek a s tím spojené správné plánování výroby.

Podle metodického postupu navrhování výrobních zařízení (viz body 1 - 4) je tedy možné co nejoptimálněji navrhnout vybavení jakékoliv nástrojárny příslušnými obráběcími stroji. Na samotných ekonomických možnostech podniku pak závisí, zda je možné nástrojárnu vybavit zvolenými typy OS. Týká se to převážně NC obráběcích strojů, jež patří svou cenovou relací do skupiny velmi drahých výrobních zařízení. Jednotlivé typy těchto strojů se od sebe cenově výrazně liší. A to ať už použitým číslicovým řídicím systémem nebo samotným výrobcem (Čs , zahraniční).

Proto je důležitá optimální volba obráběcích strojů, má-li se dosáhnout ve stanoveném časovém úseku (nejčastěji 5 let) jejich ekonomicky efektivní návratnosti.

Jelikož pořizovací náklady na koupě zvolených obráběcích strojů se pohybují řádově v milionech Kč, jsou ekonomické nároky dosti velké. A to se týká již nákladů na základní, nezbytně nutné technické vybavení

nástrojárny. Proto se v mnoha případech stávají součástí návrhu ekonomické rozvahy i bankovní úvěry.

V současné době jsou v průmyslu, a to samozřejmě i ve strojírenském, poskytovány zejména krátkodobé úvěry (5 let) s poměrně vysokými úroky (16 %).Právě z důvodu vysokých úroků musí být cílem podniku poskytnutou půjčku v co nejkratším termínu splatit, s čímž je pochopitelně spojena poměrně rychlá návratnost investice do technického vybavení nástrojárny.

Základem ekonomické rozvahy je počet hodin strojního času u každého zvoleného typu OS, který je možné zabezpečit s ohledem na dané podmínky té které nástrojárny. Podle těchto úvah je zřejmé, že čím větší počet hodin strojního času denně bude každý obráběcí stroj pracovat, tím kratší bude návratnost do něj vložených investic a zároveň bude vyšší i následný ekonomický zisk. Je tedy nutné správně zvolit a rozhodnout, v kolika směnném provozu musí stroje pracovat, aby byla jejich návratnost co nejefektivnější. V úvahu se musí pochopitelně brát všechny podmínky pro zabezpečení potřebného chodu nástrojárny.

Následující tabulka č.7 ukazuje celkový součet(maximálně možný) hodin strojního času obráběcích strojů při zavedení určitého počtu pracovních směn

časový úsek	POČET SMĚN		
	1	2	3
1 pracovní den	8 h	16 h	24 h
1 rok 255 prac.dní	2040h	4080h	6120h
5 let	10200h	20400h	30600h

tab.č 7

Podle tabulky č.7 vyplývá, že návratnost technického vybavení nástrojárny bude nejkratší pro výrobu forem ve 3směnném provozu. Je však téměř nereálné uskutečnit provoz strojů a tím výrobu forem ve 3směnném provozu. A to z toho prostého důvodu, že je třeba zajistit požadovanou obsluhu, kontrolu a údržbu veškerého technického vybavení nástrojárny. Tato volba již závisí na konkrétních možnostech provozovatele (majitele) v daných podmínkách, zda je vůbec schopen zvolené typy a odpovídající počet OS provozovat ve více než jednosměnném provozu.

Ukazatel využití časového fondu každého stroje je tedy základním ekonomickým parametrem pro volbu obráběcích strojů .

5.1 VÝPOČET HODINOVÉ CENY STROJNÍHO ČASU OS

Základní výpočet spočívá v tom, že se podělí přízovací cena zvoleného typu OS celkovým počtem hodin stroj.času za určité období, uvedeným v tabulce č.7. Nutno podotknout, že pod pojmem strojní čas se

rozumí doba záběru mezi nástrojem a obrobkem. Tímto prostým podělením se zjistí čistá hodinová sazba stroje (cena 1 hod.strojního času), určená vlastně pro odpis samotného stroje. K této hodnotě se však musí ještě připočítat vícenáklady, které představují především režii (opotřebení nástrojů, kontrola a údržba stroje, spotřeba energií...) a mzdu dělníka. Takže výsledná hodinová sazba stroje je poté ještě o 50% vyšší. Tato částka však nezahrnuje čistý zisk. To znamená, že během doby návratnosti stroje (nejčastěji 5 let) se pouze splatí finanční úvěr a s ním spojené úroky. Po uplynutí této doby jsou již všechny stroje zaplacený, s čímž se dostaví potřebný zisk.

Na následujícím příkladě je uveden názorný výpočet ceny hodiny strojního času obráběcího stroje:

- zvoleným strojem je NC frézka s cenou 6 000 000.-Kč
- lze zajistit pouze 1směnný provoz
- požadovaná doba návratnosti je 5 let
- časový fond stroje za 5 let je 10 200 h (viz tab.č.7)

$$\begin{aligned} \text{hodinová sazba} &= \text{cena OS} / \text{časový fond} = 6\,000\,000 / 10\,200 = \\ &= 600.-\text{Kč} \dots \text{tato cena vyjadřuje pouze odpis stroje} \\ &+ 50 \% \text{ režie} \dots \text{cena 1hod strojního času} = \mathbf{900.-Kč} \end{aligned}$$

-průzkumem trhu se zjistí, že s touto cenou 900.-Kč není možné konkurovat ostatním firmám

-je nutné v takovémto případě učinit jedno ze 2 následujících opatření:

- a) pořízení jiné NC frézky ve stejné typové řadě ale v nižší cenové relaci
- b) zajistit, pokud je to možné, provozování stroje ve

vícesměnném provozu

např. ve 2směnném, čímž se zmenší hodinová sazba stroje na 450.-Kč

Při použití NC strojů však vzrůstají investice spojené s náklady na pořízení výpočetní techniky (hardware i software) do oblasti technické přípravy výroby. Jelikož se opět jedná o nemalé peněžní částky (viz bod 4), je třeba v ekonomické rozvaze určit také zde dobu návratnosti této investice.

Provádí se opět podobný výpočet jako v případě OS, a to za předpokladu, že pracnost a časová náročnost formy je přímo úměrná pracnosti a čas.náročnosti technické přípravy. Takže je třeba k nákladům na výrobu formy připočítat i odpisy výpočetní techniky.

Příklad výpočtu :

- dána pracovní stanice s cenou 1 000 000.-Kč
- doba návratnosti 5 let
- časové využití stanice v 1směnném provozu
- časový fond je tedy 10 200h (poměr 1:1 s čas.fondem OS)

odpis stanice = hodinová sazba = cena stanice/časový fond =
 $= 1\,000\,000 / 10\,200 = 98.-Kč$

+ 50% režie (mzda programátora...)

celková hodinová sazba stanice = **150.-Kč**

Podle celkového počtu odpracovaných hodin lze tedy zjistit výslednou cenu formy. Pomocí ní se pak může sestavit plán na potřebný počet zakázek, nutných pro splacení všech nákladů vložených do nástrojárny.

Cílem ekonomické rozvahy je tedy určit:

- cenovou relaci OS
- typ OS podle výrobce (ČS nebo zahraniční)
- typ OS podle složitosti řídicího systému
- počet směn výroby
- cenové sazby OS za hodinu stroj.času
- návratnost OS
- počet zakázek

Jde tedy vlastně o rozbor určitých druhů požadavků, které jsou specifické vždy pro daný typ výroby, a na jejich vyřešení závisí ekonomický zisk, produktivita a konkurenceschopnost daného podniku (nástrojárny).

5.2 PŘÍKLAD NÁVRHU TECHNICKÉHO VYBAVENÍ NÁSTROJÁRNY PRO DANÝ TYP FORMY

Forma je dána výkresovou dokumentací (viz příloha č.10). Jedná se pouze o jeden díl formy na převodové víko, který se týká startéru. Forma je dvojnásobná, tozn. že na jedno odlití se podle této formy vyrobí 2 ks hliníkových odlitků startéru.

5.2.1 Rozbor vstupních informací

Podle výkresu v příloze č.10 je rozbor informací následující:

- rozměry formy jsou 500x200x70 mm
- hmotnost formy se určí přibližně pomocí vztahu $m = \rho * V$
- $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ (mat. ocel)
- V...objem formy
- $m = \rho * V = 7800 * 0.007 = 56 \text{ kg}$ *
- počet dílů - 1
- geometrie formy:

vtoková soustava (řezy G-G,K-K) je tvarově složitější

tvarové drážky (řez F-F) jsou menších rozměrů

větší tvarová složitost je názorně patrná z řezů B-B,C-C,D-D,E-E

na formě je několik otvorů pro přesné zakolíkování formy

na výkresu jsou naznačeny chladicí kanály pro odvod tepla

Z těchto základních informací je patrné, že se jedná o tvarově složitější formu menší velikosti a hmotnosti.

5.2.2 %podíl základních technologií

Vychází se z rozboru v bodě 5.2.1

- na vtokovou soustavu, tvarové drážky a část formy odpovídající

- budoucímu odlitku jsou zapotřebí tvarové frézovací operace
- na opracování vnějších rozměrů je třeba frézovacích operací(hrubování)
 - tvarové drážky je třeba z důvodu malých rozměrů obrobit na elektrojiskr.hloubicím stroji
 - chladicí kanály a díry(řezy B-B,C-C) je třeba vyvrtat a následně brousit na požadované rozměry

Tímto způsobem lze popsat celou formu. V tomto příkladě jsou popsány pouze některé hlavní části, sloužící k potřebné orientaci a nadhledu pro další postup.

% ROZDĚLENÍ TECHNOLOGIÍ

TECHNOLOGIE	% PODÍL
frézování	40
el.jiskr.hloubení	25
vyvrtávání	15
broušení	15
vrtání	5

tab.č.8

5.2.3 Volba OS

Vychází se z předešlého % rozdělení zákl.technologií:

- 2x frézka
- 1x hloubička
- 1x vodorovná vyvrtávačka
- 1x bruska
- 1x vrtačka

5.2.4 Určení efektivnosti jednotl. technologií na zvolených typech OS

40% frézování - NC frézka + konvenční frézka

25% hloubení - NC hloubicí stroj

15% vyvrtávání - NC vodor. vyvrtávačka

15% broušení - konvenční bruska

5% vrtání - konv. vrtačka

NC FRÉZKA ...pro tvarové drážky, vtokovou soustavu, tvarově složitou
část formy odpovídající budoucímu tvaru odlitku...

KONV.ROVINNÁ FRÉZKA...pro hrubovací a dokončovací obrábění
vnějších rozměrů a dělicí roviny

NC VYVRTÁVAČKA...pro vyvrtávání chladicích kanálů a děr (řezy B-
B,C-C)

NC HLOUBÍCÍ STROJ...pro všechny složité tvary s malými rozměry
(řezy C-C,G-G,F-F,J-J)

KONV.BRUSKA...broušení děr a vnějších rozměrů na požadovanou
přesnost

KONV.VRTAČKA...vrtání děr pro kolíky

U NC strojů je zapotřebí ekonomická rozvaha týkající se složitosti strojů dané použitým řídicím systémem (viz bod 5).

5.2.5 Určení velikosti OS

V základním rozboru se z rozměrů formy vypočetla její hmotnost. Podle těchto dvou parametrů se volí příslušné typy OS v daných řadách. Po určení velikosti stroje je třeba brát v úvahu i cenu stroje, danou mimo jiného také složitostí použitého řídicího systému.

5.2.6 Přesná specifikace zvolených OS

Jako vstupní finanční kapitál je zvolena částka 10 mil.Kč. V této hodnotě , s ohledem na všechny technologické podmínky, jsou vybrány stroje výrobců různých firem.

- NC frézka	HERMLE	- UWF 851H	- 4 800 000.-
- konv frézka	TOS	- FGS 32/40	- 600 000.
- NC hloubička	TOPEDM	- DM 8060	- 2 000 000.-
- NC vyvrtávačka	TOS	- WH 10NC	- 1 100 000.-
- bruska	TOS	- BRH 40A	- 700 000.-
- stol.vrtačka	TOS	- VR2	- 100 000.-
celková hodnota nákladů:			9 300 000.-

5.2.7 Ekonomický propočet návratnosti strojů.

Zvolené předpoklady pro výrobu formy:

- hodnota vstupního kapitálu je 10 000 000.-Kč
- je možné zabezpečit 1směnný provoz
- doba návratnosti max. 5 let

5.2.7.1 Výpočet ceny hodiny strojního času

Postup výpočtu je popsán v bodě 5.1. V následující tabulce č.9 jsou uvedeny celkové hodinové sazby u všech strojů.

STROJ	cena 1 hod.stroj. času	+ 50% celk.hodinová sazba
NC frézka	470.-	<u>700.-</u> ???
NC hloubička	200.-	300.-
NC vyvrtávačka	100.-	150.-
konv.frézka	60.-	90.-
konv.bruska	70.-	105.-
konv.vrtačka	10.-	15.-

tab č.9

??? 700.-Kč

Tato celková hodinová sazba NC frézky je nevyhovující, protože je příliš vysoká. S takto vysokou cenou není možné na trhu uspět. Proto je nutné provést náhradní řešení volby stroje.

NÁHRADNÍ ŘEŠENÍ - výběr NC frézky v téže řadě, ale nižší cenové relaci

VÝSLEDEK - volba NC frézky FGS 63 CNC, cena 2 000 000.-Kč

- celk.hodinová sazba je **300 .-Kč**
- toto je již cena odpovídající tržním podmínkám
- celk.cena nákladů tak klesne na 6 500 000.-Kč

5.2.7.2 Výpočet ceny zvoleného typu formy formy

Celková pracnost (časová náročnost formy) je **200 hodin**. Tento čas lze jednoduše zjistit pomocí softwarového vybavení pracovní stanice v technické přípravě výroby.

Pro výpočet ceny formy jsou nutné tyto informace:

- celková pracnost formy ... 200 hodin
- % podíl jednotl.technologií ... viz tab.č.8

- celk.hodinové sazby strojů ... viz tab.č.9

S použitím těchto informací se nyní musí stanovit:

- hodinový podíl každé technologie na celkové pracnosti formy, tozn. určit, jakou část z 200 hodin jednotlivé technologie zaujímají
- cenu hodinového podílu každé technologie

Cena formy je dána prostým součtem cen hodinových podílů všech technologií. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č.10, za kterou jsou uvedeny názorné příklady výpočtu.

TECHNOLOGIE	VSTUPNÍ INFORMACE			HODINOVÝ PODÍL TECHNOLOGIÍ (h)	CENA HOD. PODÍLU (Kč)
	%podíl technologií (%)	pracnost formy (h)	hodinová sazba (Kč)		
frézování	40	200	300.-	80	24 000.-
hloubení	25	"	300.-	50	15 000.-
vyvrtávání	15	"	150.-	30	4 500.-
broušení	15	"	105.-	30	2 700.-
vrtání	5	"	15.-	10	1 050.-
celkem	100	200	-	200	47 250.-

tab.č.10

Příklad výpočtu pro technologii frézování:

- hodinový podíl = %podíl * pracnost formy = $0.4 * 200 = 80$ hodin
- cena hodin.podílu = hodin.podíl * hodin.sazba = $80 * 300 = 24\,000.-\text{Kč}$

Navíc je třeba uvažovat hodinovou sazbu pracovní stanice

- cena pracovní stanice je 1 000 000.-Kč

-výpočet dle bodu 5.1 ... hodinová sazba stanice = 98.-Kč

-pracnost stanice ... 200 hodin

-cena hodin.podílu = 19 600.-Kč

-cena formy - $47\,250 + 19\,600 = \underline{66\,850} \text{.-Kč}$

Aby se celkové náklady vložených investic v hodnotě 7.5 mil.Kč vrátily do stanovených 5 let, je nutné během této doby vyrobit minimálně 113 forem, které mají typické znaky zvoleného typu formy.

Výsledkem tohoto příkladu při dodržení metodického postupu návrhu OS je tedy nástrojárna vybavená 6 obráběcími stroji, s jejichž pomocí je možné realizovat výrobu daného typu formy v jednosměnném provozu. Přičemž obráběcí stroje jsou navrženy takovým způsobem, aby se investice vložená do základního technického vybavení vrátila nejpozději do 5 let.

5.3 Závěr

Pomocí tohoto metodického postupu je tedy možné pro zadaný typ formy vybavit nástrojárnu optimálním technickým vybavením. Cena OS je dána ekonomickými možnostmi, jež je podnik schopen do tohoto vybavení vložit. Po ekonomické rozvaze a následném výpočtu lze tedy s přesností určit cenu formy, ve které jsou zahrnuty odpisy zvoleného technického vybavení, mzda dělníků, režie (opotřebení nástrojů, kontrola a údržba OS, náklady na energie...) a odpisy hardwarového i softwarového vybavení v oblasti technické přípravy výroby.

Pro navrácení investic vložených do techn.vybavení nástrojárny je zapotřebí vyrobit určitý počet forem za uvedené období, což je cílem podniku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- / 1 / BRENÍK, P.: Obráběcí stroje
Praha, SNTL
- / 2 / CHVÁLA, B. - NEDBAL, J. - DUNAY, G.: Automatizace
Praha, SNTL 1985
- / 3 / CERHA, J. - VĚCHET, V.: Obráběcí a montážní stroje 3.
Skripta, VŠST Liberec 1990
- / 4 / KRATOCHVÍL, J.: Výrobní stroje, procesy a zařízení 1.
Skripta, ČVUT Praha 1983
- / 5 / VYTLAČIL, M. - VEVERKA, J.: Technologie automatizovaných
výrob
Skripta, VŠST Liberec 1990
- / 6 / Podklady výrobců forem (Metaco, Plastimat)
- / 7 / Podklady výrobců obráběcích strojů (TOS, MAHO, NASSOVIA,
DECKEL, HERMLE, KOVOSVIT, CHARMILLES, HOFER,
TOPEDM, KAFO)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: NC universální frézovací stroje DECKEL
- Příloha č. 2: NC universální frézovací stroje MAHO
- Příloha č. 3: NC universální frézovací stroj HERMLE
- Příloha č. 4: NC vodorovné vyvrtávačky TOS Vansdorf
- Příloha č. 5: NC elektrojiskrové houbicí stroje
- Příloha č. 6: Universální nástrojařská frézka
- Příloha č. 7: Kopírovací frézky
- Příloha č. 8: NC souřadnicové vrtačky
- Příloha č. 9: NC brusky
- Příloha č. 10: Výkres formy na víko startéru