

## DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro **Antonína Novotného**odbor **04 - 1 - 04 Stavba výrobních strojů a zařízení**

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: **Návrh jednoúčelového stroje na řezání ok ojníc**

### Pokyny pro vypracování:

1. Vliv broušení pil a řezných podmínek na řezání
2. Alternativní řešení
3. Koncepční návrh jednoúčelového stroje
4. Návrh vřeteníku
5. Návrh přípravku pro strojní ostření kotoučových pil
6. Ekonomické hodnocení

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962. Vestník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC, STUDENTSKÁ 6

Rozsah grafických laboratorních prací: 4 - 7 výkresů

Rozsah průvodní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

Píč-Breník: Obráběcí stroje  
Ačerkan: Výpočet a konstrukce obráběcích strojů  
Prokeš: Hydraulické pohony  
Höschl: Pružnost a pevnost  
Světák: Stavebníové obráběcí stroje  
Janatka: Pružnost a pevnost


Vedoucí diplomové práce: Ing. Oldřich Musil

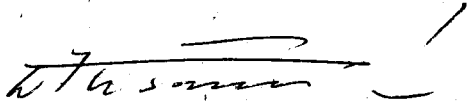
Konzultanti: Ing. Jan Novák

Datum zahájení diplomové práce: 18.10.1971

Datum odevzdání diplomové práce: 7. 7.1972



  
Doc. Ing. Vojtěch Dráb, CSc.  
vedoucí katedry

  
Prof. Ing. Dr. techn. František Kotšmíd  
děkan

## OBSAH:

	str.
1. Úvod .....	2.
2. Rešerše .....	4.
3. Alternativní řešení jednoučelového stroje .....	13.
4. Technická analýza problému .....	18.
5. Návrh přípravku pro ostření pilových kotoučů .....	25.
6. Návrh jednoučelového obráběcího stroje .....	28.
7. Ekonomické hodnocení .....	45.
8. Závěr .....	47.
9. Seznam literatury .....	48.
10. Seznam výkresů, obrázků a tabulek .....	49.

## 1. ÚVOD

Vývoj strojírenské výroby směřuje k stále větší integraci výroby ve státním i mezinárodním měřítku. V našem strojírenství se tento trend projevuje úzkou spoluprací se zeměmi RVHP. Dochází nejen k integraci výroby - např. autobusů, traktorů apod., ale i k integraci v oblasti vědy a výzkumu. tento vývoj způsobuje, že z původně kusové nebo maloseriové výroby se stává výroba vyššího typu.

Velkoseriová a hromadná výroba umožňuje použití nejprogresivnějších způsobů výroby a výrobních zařízení. Tímto dochází k podstatnému růstu výkonů a produktivity práce, které je provázeno snížením výrobních nákladů. Ve výrobě se uplatňuje ve velké míře specializace a automatizace výrobních strojů a zařízení.

Ve velkoseriové a hromadné výrobě se používají jen výjimečně běžné universální stroje. Tyto stroje jsou z hlediska operací, které se na nich provádějí, zbytečně složité. Požadavek universálnosti stroje zcela odpadá. Naproti tomu se požaduje, aby stroj byl co nejlépe přizpůsoben jednomu účelu, aby byl pokud možno jednoduchý a levný, aby pracoval s co největším výkonem a zachovával trvale nastavené hodnoty.

Ve velkoseriové a hromadné výrobě se z tohoto důvodu používají nejčastěji jednoučelové stroje úzce specializované, většinou pouze pro určitou výrobní operaci. Jednoučelové stroje mohou být buď konstruovány, nebo sestaveny jako stavebnicový jednouče-

VŠST Liberec	Jednoučelový obráběcí stroj	Katedra obráb. strojů
Fakulta strojní		DP - VS - 64/72 3.
<p>lový stroj.</p> <p>Jednoučelové stroje mají kromě výhod velké výrobnosti a poměrné jednoduchoosti také nevýhody. Musí být konstruovány a vyráběny pro určitou operaci, tím jsou nákladné a jejich výroba trvá dlouho. Z tohoto důvodu je ekonomické konstruovat jednoučelové stroje pouze pro velkoseriovou a hromadnou výrobu s určitou perspektivou.</p>		

## 2. REŠERŠE

Způsoby dělení kovového materiálu ve  
strojírenské výrobě.

Operace dělení materiálu je pro většinu součástí výchozí výrobní operací. Tyčový nebo tažený materiál se musí před obráběním na universálních nebo sklíčidlových polozautomatech dělit na odpovídající délky podle rozměrů příslušné součásti.

Dělení materiálu ovlivňuje výrobní náklady jednak svým podílem na celkovém výrobním času součásti, jednak tím, že do určité míry má vliv na celkovou spotřebu materiálu. Tento vliv je zvláště významný v seriové a hromadné výrobě. Z ekonomického hlediska je tedy nutné, aby délka děleného materiálu byla rovna délce součásti zvětšené o minimální přírůstek pro další opracování. Dále je nutné, aby odpad vzniklý dělením byl co nejmenší.

Příčinami zbytečných ztrát ve spotřebě materiálu při dělení bývá nadměrná délka výchozího materiálu, šikmá dělicí plocha, nebo znehodnocení materiálu v dělicí ploše vlivem deformačních změn apod.

Z důvodu hospodárného využívání materiálu volíme určité maximální přírůstky k jmenovité délce, které zahrnují všechny chyby, které při dělení materiálu mohou vzniknout. Velikost přírůstků je závislá na způsobu dělení materiálu, na jeho průměru a délce. Z hlediska minimálních přírůstků je nejvýhodnější dělení materiálu na pásových pilách a při rozbrušování materiálu.

Materiál lze dělit těmito způsoby :

- A. Rozřezáváním na kružních, rámových a pásových strojních pilách.
- B. Dělení na třecích pilách.
- C. Rozbrušováním tenkými brusnými kotouči.
- D. Metoda elektroerosivní.
- E. Stříhání nebo lámání na lisech.

#### A. Dělení materiálu rozřezáváním:

Dělení materiálu rozřezáváním na strojních pilách je jedním z nejrozšířenějších způsobů. Z hlediska teorie třískového obrábění je rozřezávání frézování, při němž na rozdíl od normálního frézování je hloubka řezu podstatně větší než jeho šířka. Z tohoto důvodu je nutná větší zubová mezera, aby se do ní vešla tříska, která se při řezání vytvoří.

Poměrně velká hloubka řezu vede i ke změnám v geometrickém tvaru nástroje. Vlivem tření čel nástroje o materiál je nutné, aby tloušťka nástroje byla menší než je šířka řezu. Proto se zuby u některých nástrojů, zejména pilových listů a pásů rozvádějí. Zuby u pilových kotoučů se sbrušují na čele buď rovnoběžně po celém průměru kotouče, nebo kuželovitě ke středu kotouče.

Na strojních pilách se používá jako nástroje pilových kotoučů, pilových pásů a pilových listů. Nejrozšířenější jsou pily s pilovými kotouči a pilovými listy.

Pilové kotouče se vyrábějí z rychlořezné oceli. Vyrábějí se v rozměrech průměru od 30 do 300 mm, tloušťce 0,5 až 6 mm podle ČSN 22 2910 a 22 2916 v provedení s jemným nebo hrubým ozubením. Kotouče průměrů větších než 300 mm se vyrábějí z ocelového plechu do jehož drážek jsou vsazeny ozubené segmenty. Připevnění segmentů je provedeno pomocí nýtů. Zuby se vkládají buď do jednotlivých drážek, nebo se o sebe vzájemně opírají. Pilové kotouče se vsazenými zuby se vyrábějí od průměrů 310 mm až do průměrů 1200 a tloušťce 5 až 10 mm dle ČSN 22 2924. Segmenty jsou vyrobeny z rychlořezné oceli, nebo z oceli uhlíkové s břitovými destičkami ze slinutých karbidů.

Provozně jsou výhodnější kotouče se segmenty, protože vylomené zuby lze snadno nahradit. U pilových kotoučů celistvých se vylomením zubu znehodnotí celý nástroj.

Geometrie a tvar zubů pilových kotoučů je dán jejich použitím.

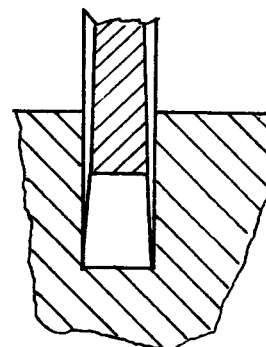
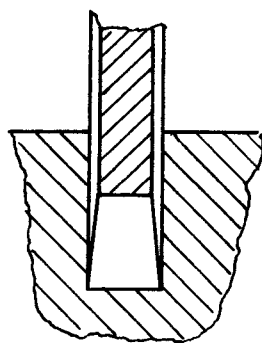
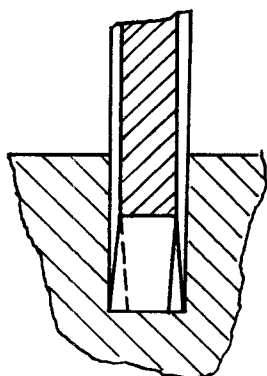
Způsoby zmenšení tření čel o materiál.

obr. 1

rozvedením zubů

rovnoběžné sbroušení  
čela

kuželové  
sbroušení čela

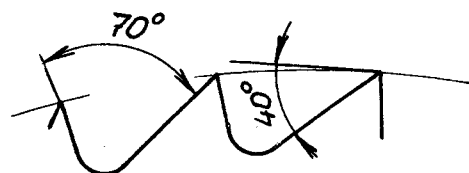




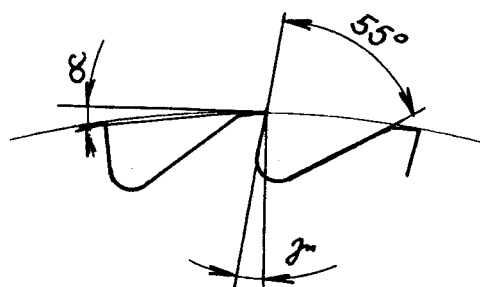
Tvary zubů pilových kotoučů :

obr. 2

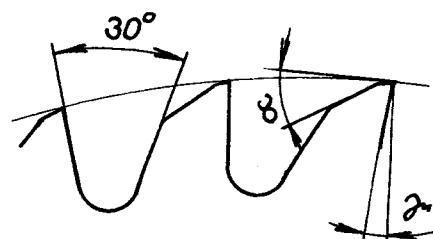
a/



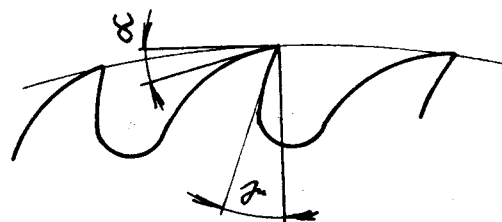
b/



c/



d/



Pilové kotouče pro ocel a litinu mají zpravidla tvar zubů a , b , c . Pro lehké slitiny mají zuby větší rozteč. Pily se vsazenými zuby a segmentové kotouče mají zuby většinou tvar d .

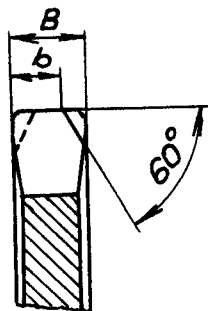
Geometrie břitu je dána druhem a pevností materiálu. Úhel  $\sigma$  u pilových kotoučů na ocel střední pevnosti se volí  $70^\circ$  až  $75^\circ$ , pro tvrdou ocel až  $80^\circ$ . Úhel hřbetu  $\alpha$  je u celistvých pil  $20^\circ$  až  $25^\circ$ , u vsazených zubů a subových segmentů  $15^\circ$  až  $18^\circ$ . Rozteč se volí podle tloušťky řezaného materiálu. Nejvýhodnější rozteč zubů  $t$  má být v mezích nerovnosti  $0,4 < t/B > 1,5$ , kde  $B$  je šířka řezaného materiálu. / Uvedené hodnoty viz liter. 3 /

Z důvodu klidného chodu nástroje mají být v záběru nejméně 4 zuby. V příčném průřezu jsou zuby upraveny s ohledem na výhodné dělení třísky. Nejobvyklejší je úprava střídavého sbroušení čela zuby, nebo rozdělení třísky mezi předřezávací a dořezávací zub.

Příčné průřezy zubů :

a/ Střídavé sbroušení čela zuby. /liter. 7 /

obr. 3

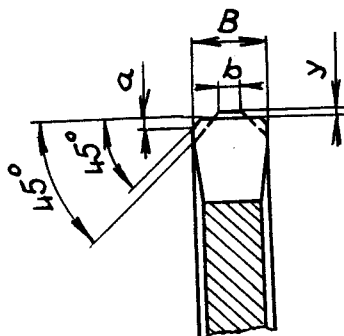


Rozměr  $b$  se volí s ohledem na šířku kotouče  $B$ .

$$b = 0,7 \cdot B$$

b/ Rozdělení třísky na předřezávací a dořezávací zub. /liter. 7 /

obr. 4



Rozměr  $b$  se také volí s ohledem na šířku kotouče  $B$ .

$$b = \frac{1}{3} \cdot B$$

Rozměr  $a$  se volí s ohledem  $B$ .

$$a = \frac{1}{10} \cdot B$$

Převýšení zuby předřezávacího se volí dle zubové rozteče  $t$  v rozmezí 0,08 až 1,2 mm.

Volba řezné rychlosti se provádí podle druhu řezaného materiálu, požadované trvanlivosti ostří, chlazení apod.

Řezná rychlost se volí u nástrojů z rychlořezné oceli v následujícím rozmezí :

pro ocel ..... 10 až 30 m/min

pro litinu ..... 10 až 15 m/min  
pro hliník ..... 150 až 350 m/min

Řezná rychlost pro nástroje ze slinutých karbidů se volí v rozmezí :

pro ocel ..... 20 až 60 m/min  
pro litinu ..... 20 až 40 m/min  
pro hliník ..... 200 až 500m/min

velikost posuvu je omezena velikostí zubové mezery, která musí pojmout celou vytvořenou třísku. Posuv bývá v rozmezí 0,05 až 0,2 mm/ zub. Uvedené hodnoty viz liter. 3.

U rámových strojních pil se jako nástroje užívá pilových listů. Pilové listy jsou ocelové pás-ky, opatřené zuby na jedné nebo obou stranách. Vyrábějí se z nástrojové nebo rychlořezné oceli v délkách 350 až 700 mm dle ČSN 22 2954 - 55. Hrubozubé listy mají 4 až 10 zubů, středně hrubozubé listy 6 až 14 zubů, jemnozubé 8 až 22 zubů na délku 1 palce. Menší počet zubů platí pro krátké, větší počet pro delší listy. Zuby jsou jednoduchého tvaru rozvedené. Průměrná řezná rychlost pilových listů pro ocel a litinu je 25 až 30 m/min.

U pásových strojních pil se jako nástroje používá ocelových pásů. U svislých pásových pil jsou pásy dlouhé až 25 m, tloušťky 0,65 až 0,8 mm a šířky 6 až 25 mm. Mají 6, 10, 14, 18 nebo 28 zubů na 1 palec. Pilové pásy pro vodorovné pásové pily jsou až 50 mm široké. Řezná rychlost u pásových pil pro ocel se pohybuje od 30 do 70 m/min. Parametry byly čerpány z liter. 3.

Jestliže porovnáme tyto druhy strojních pil, potom nejméně výkonné jsou rámové strojní pily. Nejvýkonnější jsou pásové pily vodorovné a kotoučové pily.

Mezi přednosti dělení materiálu rozřezáváním patří : poměrně jednoduchý nástroj, jednoduchý stroj, při řezání nedochází k ovlivnění struktury materiálu v řezné ploše atd.

#### B. Dělení materiálu třecími pilami :

Při tomto způsobu dělení materiálu se jako nástroje používá pilového kotouče, méně pilových pásů s malými zuby.

Geometrie řezných úhlů je částečně podobná s klasickými nástroji. Úhel řezu  $\sigma = 90^\circ$  a úhel  $\rho$  čela je v rozmezí  $10^\circ$  až  $20^\circ$ . / viz liter. 3 /  
Vlastní princip řezání spočívá v tom, že při rychlosti 40 až 80 m/s se povrchová vrstva v místech záběru zubů s děleným materiálem zahřívá na vysokou teplotu, materiál oddělované vrstvy měkne a snadno se odřezává. Nejčastěji setohoto způsobu dělení používá při dělení válcovaných a tažených profilů, při dělení tenkostěnných profilů z plechu a u materiálu menších průřezů, kde se těmito pilami dosahuje velmi vysokého výkonu a čistého řezu. Nevýhodou této metody dělení je, při řezání snadno kalitelných materiálů dochází po řezání k zakalení povrchové vrstvy, což bývá v některých případech závadou, pro kterou nelze tuto metodu použít.

#### C. Dělení materiálu rozbrušováním :

Tohoto způsobu dělení materiálu lze použít pouze pro menší průřezy materiálu vyšší tvrdosti, tenkostěnné trubky a profily z oceli a neželezných

kovů. Nástrojem pro rozbrušování je tenký brusný kotouč s gumovou vazbou tloušťky 1,5 až 3 mm. Brusná zrna jsou buď z karbidu křemíku nebo korundu.

Řezná rychlost se volí 40 až 80 m/s. /viz lit.3/  
Posuv brusného kotouče do řezu je většinou ruční.

Výhodou této metody je, že se získá velmi čistá plocha řezu, úzký řez a lze rozbrušovat tvrdé materiály. Nevýhodou je, že brusný kotouč rychle ubývá, proto rozbrušování není vhodné pro velké průměry materiálu a pro seriovou výrobu.

#### D. Dělení materiálu elektroerosí :

Elektroerozivním způsobem se dělí těžko obrobitelné materiály vysoké pevnosti a tvrdosti, jako jsou slinuté karbidy, kalená ocel, austenitické ocele apod. Používá se nejčastěji metody anodomechanické.

Tato metoda je založena na principu úběru materiálu převážně odtavováním materiálu elektrickými výboji obloukem, v menší míře také výboji elektrickou jiskrou a anodickým rozpouštěním kovu obrobku. Zdrojem elektrického proudu je buď rotační generátor na stejnosměrný proud, nebo střídavý proud ze sítě usměrněný selenovými, elektronkovými nebo křemíkovými usměrňovači.

Při rozřezávání anodomechanickým způsobem se pracuje s proudovou intenzitou do průměru 20 mm  $I = 30$  až  $40$  A, při průměru 250 mm  $I = 350$  A. /viz lit 3/

Nástrojovou elektrodou při anodomechanickém řezání je kotouč z ocelového plechu, tloušťky 0,2 až 2,5 mm, průměru 150 až 900 mm.

VŠST Liberec	Jednoučelový obráběcí stroj	Katedra obráb.strojů
Fakulta strojní		DP - VS - 64/72 12.

Obvodová rychlost bývá v rozmezí 15 až 20m/s. Kromě kotoučů se používá k řezání u anodomechanických pil také bezkonečného ocelového pásku, u drátových anodomechanických pil mosazného nebo ocelového drátu průměru 0,8 až 1,2 mm. Elektrolytem je vodní sklo hustoty 1,28 až 1,38 g/cm<sup>3</sup>. /viz liter. 3 /

Anodomechanické rozřezávání je vhodné pouze pro materiály velmi tvrdé, které nelze jinak dělit, protože se dosahuje malého výkonu.

#### E. Dělení materiálu stříháním a lámáním:

Je to nejproduktivnější způsob dělení materiálu, při kterém nedochází k odpadu vlivem prořezu. Dělení se provádí na mechanických lisech dvěma způsoby :

- 1/ Příslušný průřez zatěžueme až na mez pevnosti vestřihu.
- 2/ Materiál pevně upnutý v čelistech se předepe krutem a pak ustřihne.

Druhý způsob dělení se provádí na speciálních lisech. Při tomto způsobu je materiál v dělicí rovině méně deformován a zpevněn než při prostém stříhání. Nevýhodou je nákladnost výrobního zařízení.

### 3. ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ JEDNOÚČELOVÉHO STROJE

Výchozí předpoklady pro alternativní řešení :

1. Podstatné zvýšení produktivity práce ve srovnání s řezáním ojnic na vodorovných frézkách.
2. Použití pilových kotoučů z hlediska jejich řezných parametrů a s ohledem na jednoduchost nástroje.
3. Technologické základný obrobku ojnice z hlediska ustavení a upnutí. Na ojnici jsou v předchozích operacích opracovány plochy :
  - a/ čela velkého oka
  - b/ boční válcové plochy velkého oka
  - c/ otvor malého oka
4. Požadavek přesnosti polohy řezu  $\pm 0,2$  mm

#### Alternativní řešení č. 1

Při alternativě je uvažováno použití univerzálních konzolových frézek s přípravkem. Pro tuto alternativu lze použít konzolové horizontální frézky:

FA - 3H

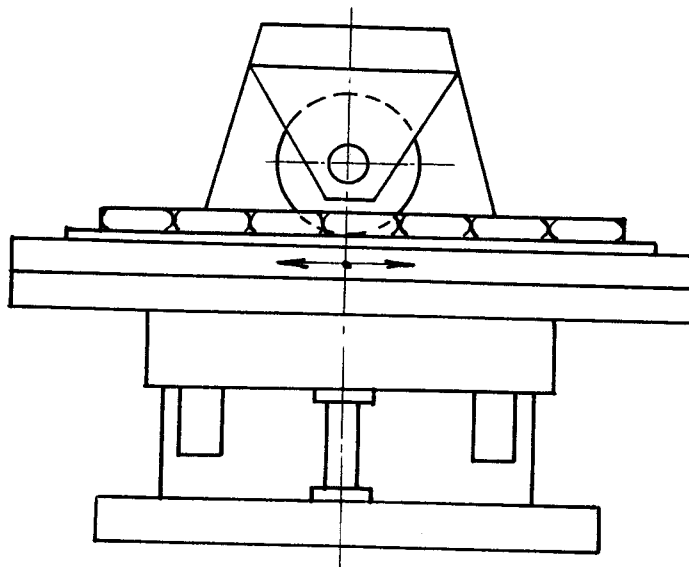
FA - 3U

FA - 4H

FA - 4U

Tyto frézky zaručují dostatečnou tuhost při obrábění. Vlastní přípravek musí umožňovat upnutí několika ojníc. Řezný pohyb je vyvozen podélným posuvem stolu.

Schema uspořádání stroje :  
obr. 5



Alternativní řešení č. 2

Při této alternativě je vycházeno z konstrukční úpravy vyřazené vodorovné konzolové frézky. Pro tento účel jsou vhodné frézky typu FA -4U nebo FA - 4H .Pro jednouchelový stroj by byl použit :

- 1/ Stojan s motorem a část převodovky
- 2/ Stůl s převodovkou posuvů

Konstrukční úpravy by se týkaly :

- 1/ Soustavy vřeteníku , kde by bylo provedeno uložení dvou vřeten ve valivých ložiskách.
- 2/ Soustavy převodovky, kde by byl proveden

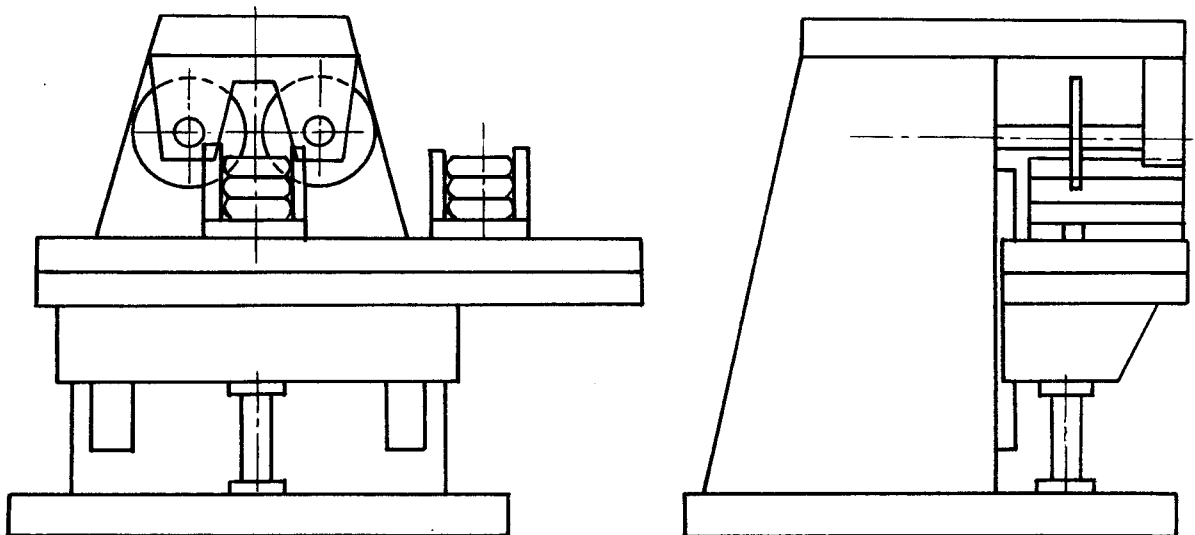


pevný převod na obě vřetena, která by se otáčela navzájem protisledně.

Takto upravený stroj by byl vybaven dvěma upínacími přípravky pro obrábění tří ojníc současně. Při tomto provedení jednúčelového by došlo k zkrácení přípravných časů na minimum. Na jedné straně stolu by probíhal cyklus řezání, na druhé straně současně vyjímání a vkládání obrobku do přípravku. posuv by probíhal ve svislém směru pohybem stolu.

Schema jednúčelového stroje 2 :

obr. 6



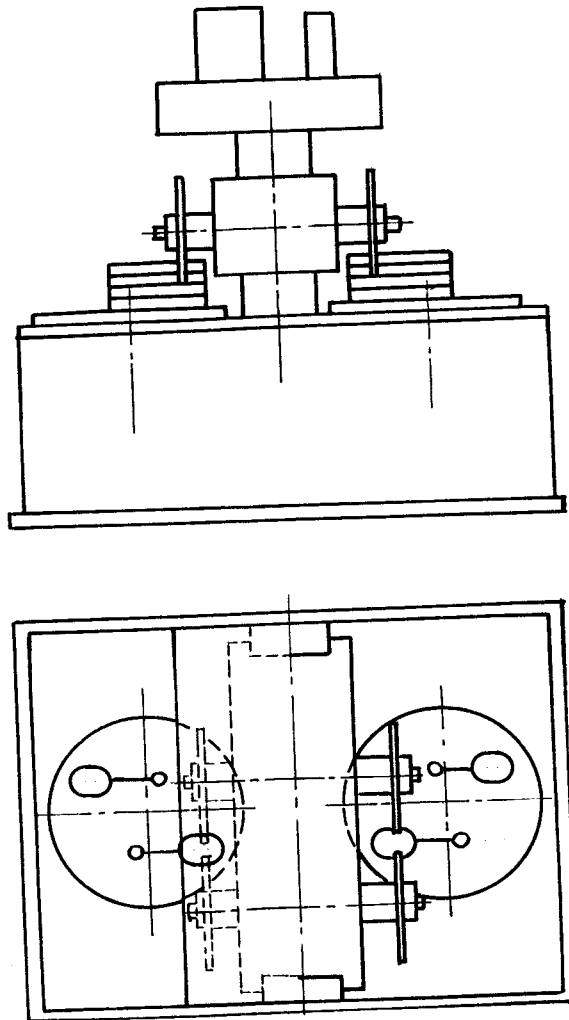
Takto upravený universální stroj by měl produktivitu práce téměř o 100 % větší než jaké se dosahuje při této operaci na universální frézce.

## Alternativní řešení č. 3

Alternativa je uvažována jako nová konstrukce jed noučelového obráběcího stroje. Při návrhu bylo možné se především zaměřit na požadavek podstatného zvýšení produktivity práce a snížení výrobních nákladů. Tohoto bylo dosaženo současností času strojního a času přípravného, potřebného k vyjmutí a vložení součástí a dále tím, že se obrábí více součástí najednou. Na konstrukci lze klást požadavek zvýšené tuhosti soustavy obrobek - nástroj.

Schema jed noučelového stroje 3 :

obr. 7



VŠST Liberec	Jednoučelový obráběcí stroj	Katedra obráb. strojů
Fakulta strojní		DP - VS - 64/72 17.

Takto provedený jednoučelový stroj by měl produktivitu práce téměř o 300% větší, než jaké se dosáhne při této operaci na universální frézce.

*Handwritten signature or mark*

## 4. TECHNICKÁ ANALÝZA PROBLÉMU

Řezné síly vznikající při řezání :

Důležitým parametrem pro konstrukci obráběcího stroje je znalost velikosti řezných sil, vznikající při obrábění. Řezné síly obecně závisí na řadě technologických podmínek, jako například :

1/ na geometrii řezného břitu :

a/ úhlu hřbetu .....  $\alpha$

b/ úhlu břitu .....  $\delta$

c/ úhlu čela .....  $\gamma$

d/ úhlu nastavení .....  $\alpha$

2/ na řezných podmínkách :

a/ velikosti posuvu

b/ hloubce řezu

c/ řezné rychlosti

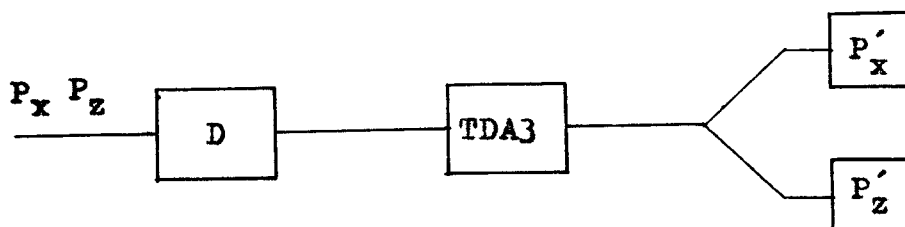
3/ na obráběném materiálu

Při měření byla zjišťována závislost velikosti řezné síly na geometrii břitu a velikosti posuvu při konstantní řezné rychlosti. Velikost řezné rychlosti byla převzata z technologických podmínek používaných při řezání na frézkách v n.p. LIAZ.

Vlastní měření řezných sil bylo provedeno na vodorovné konzolové frézce s použitím tenzometrického dynamometru.

Blokové schéma měření :

obr. 8



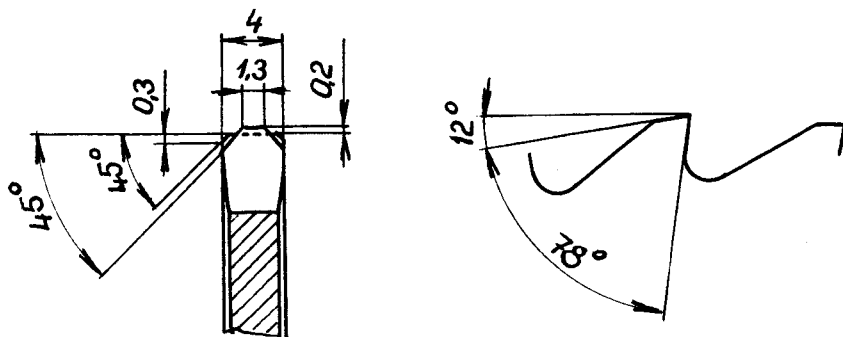
D ..... tenzometrický dynamometr  
 TDA 3 ..... převodní a zesilující člen  
 $P_x$  ..... registrující člen složky  $P_x$   
 $P_z$  ..... registrující člen složky  $P_z$

Při zkouškách byly použity pilové kotouče  
 250 x 4 x 40 ČSN 22 2913 s polohrubými zuby. Pilové  
 kotouče byly naostřeny třemi způsoby.

1/ rozdělení třísky na předřezávající a do-  
 řezávající zub.

PILA 1 ..... geometrie břitu

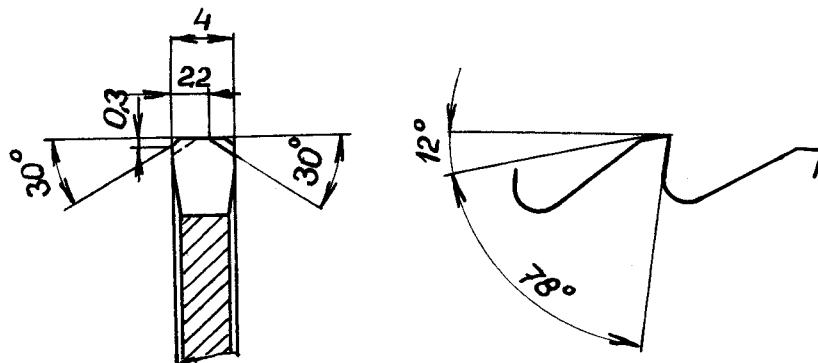
obr. 9



2/ rovnoměrné rozdělení třísky mezi jednot-  
 livé zuby

PILA 2 ..... geometrie břitu

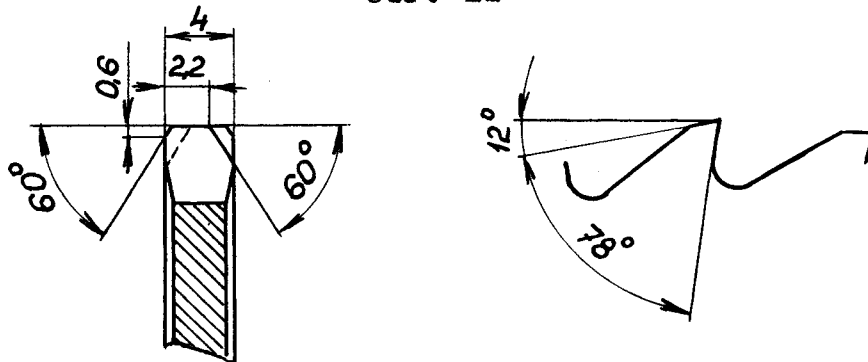
obr. 10



3/ rovnoměrné rozdělení třísky mezi jednotlivé zuby

PILA 3 ..... geometrie břítu

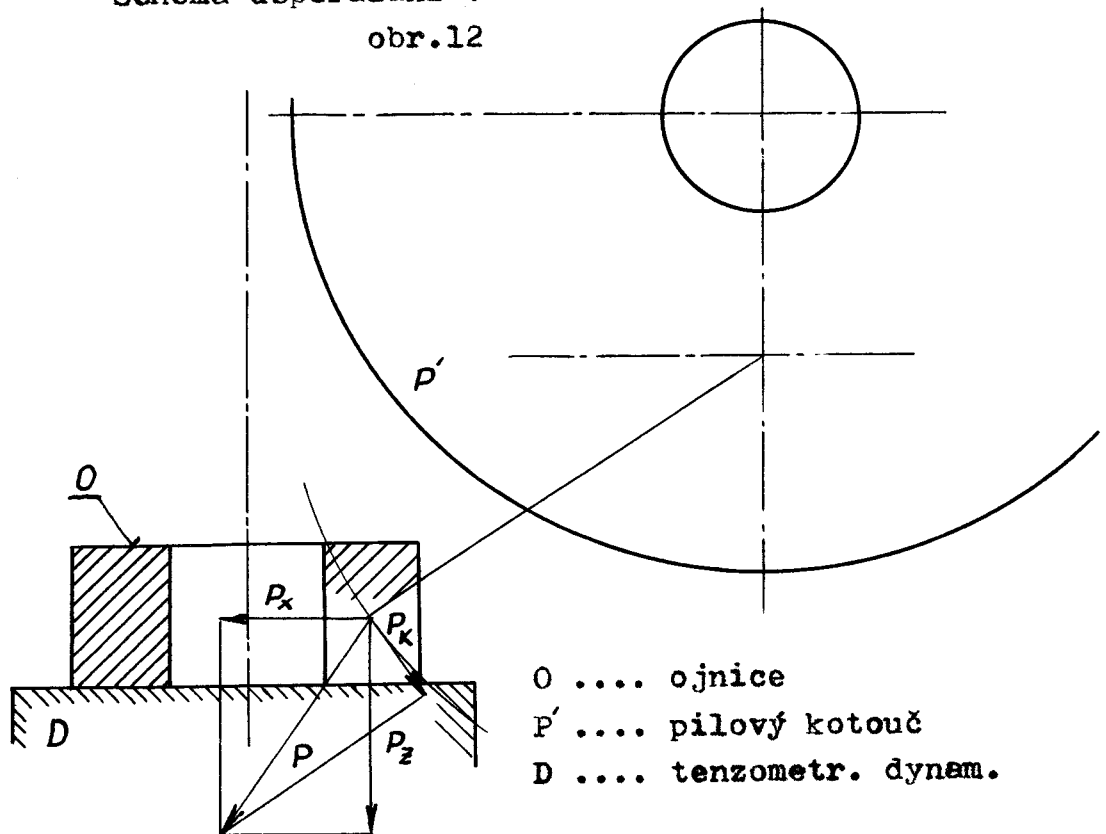
obr. 11



Geometrické uspořádání nástroje vůči obrobku bylo provedeno s ohledem na alternativu č. 3.

Schema uspořádání :

obr.12



O ..... ojnice

P' ..... pilový kotouč

D ..... tenzometr. dynam.

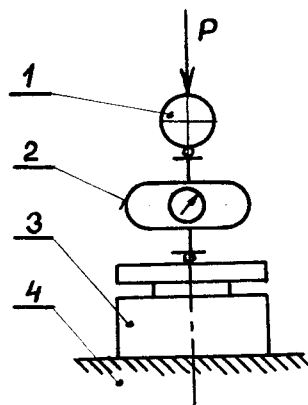
Měření bylo provedeno pro řezné posuvy v rozsahu používaném ve výrobě n.p. LIAZ, při řezné rychlosti  $v = 23,4 \text{ m/min}$ .

Naměřené a vypočtené hodnoty :

a/ Cejchování dynamometru bylo provedeno ve složkách X a Z pomocí třmenového dynamometru. Pro tento dynamometr platí :  
 $100 \text{ kp} = 3,312 \text{ mm}$

Schema cejchování :

obr. 13



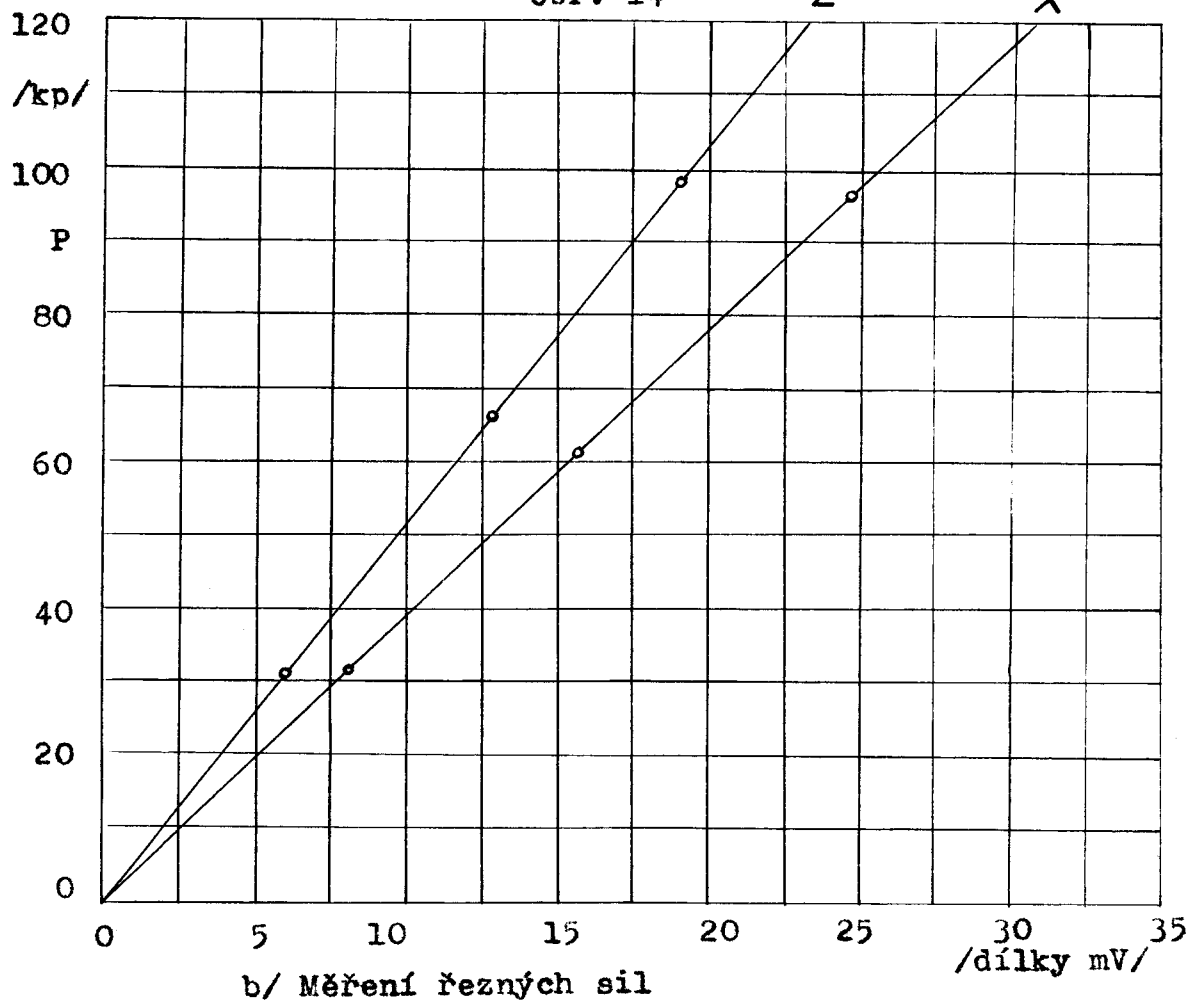
- 1 .... vřeteno frézky
- 2 .... třmen. dynamom.
- 3 .... tenzom. dynamom.
- 4 .... stůl frézky

Cejchovací tabulka :  
tabulka 1

deform. dynam./mm/		0	1	2	3	4
Z	dílky/mV/	0	6	13	19	24
	síla/kp/	0	31,9	63,8	95,7	127,6
X	dílky/mV/	0	7,5	15,5	24,0	32,0
	síla/kp/	0	31,9	63,8	95,7	127,6

Cejchovací křivka :

obr. 14



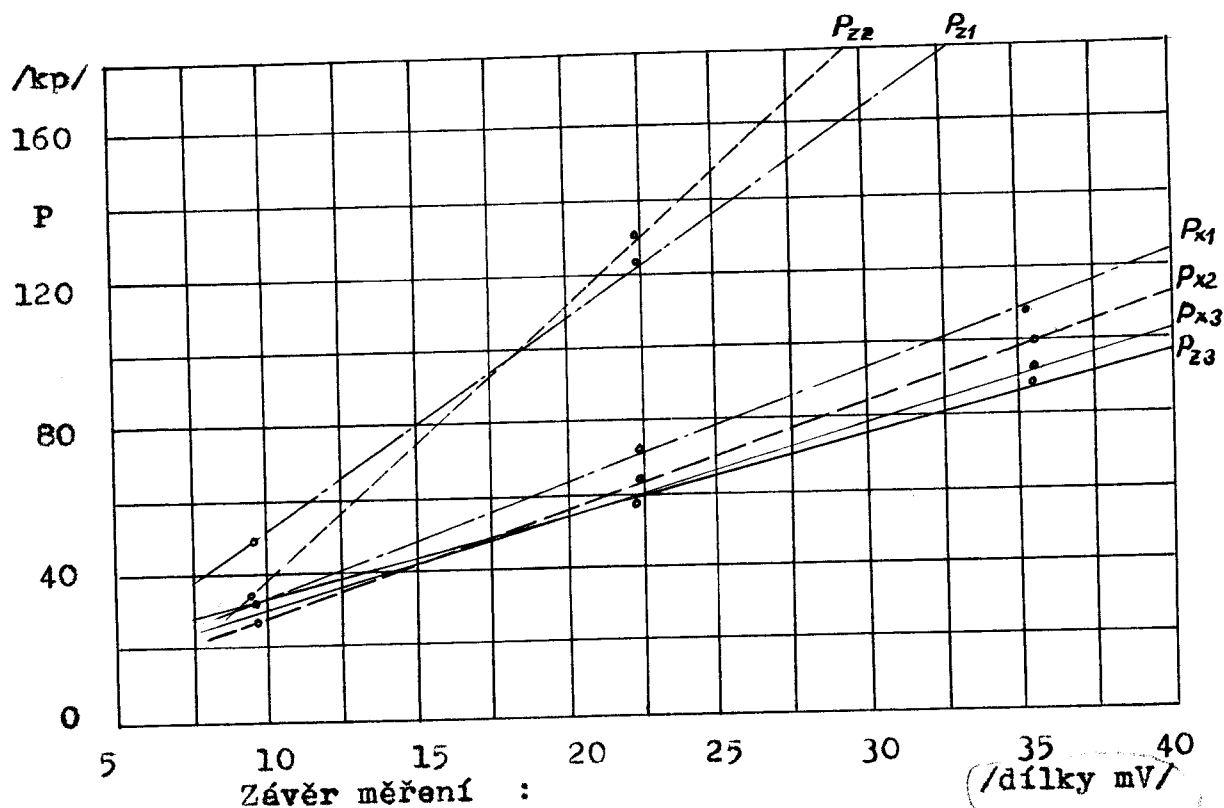
Tabulka hodnot :

tabulka 2

Č.	s $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$	PILA 1				PILA 2				PILA 3			
		Z <sub>1</sub> díl.	X <sub>1</sub> díl.	P <sub>z1</sub> kp	P <sub>x1</sub> kp	Z <sub>2</sub> díl.	X <sub>2</sub> díl.	P <sub>z2</sub> kp	P <sub>x2</sub> kp	Z <sub>3</sub> díl.	X <sub>3</sub> díl.	P <sub>z3</sub> kp	P <sub>x3</sub> kp
0	9	10	8	49	33	6	6	32	26	6	7	32	29
1	22,5	23	18	122	73	15	15	130	62	13	15	64	62
2	35,5	37,	28	198	109	25	38	198	100	18	23	88	91



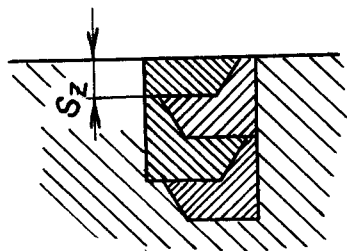
Grafická závislost řezné síly na velikosti  
posuvu  
obr. 15



Závěr měření :  
Při měření byly s dostatečnou přesností zjištěny velikosti složek řezné síly. Analytické stanovení velikosti řezné síly při řezání je s ohledem na řadu vlivů velmi nepřesné. Z tohoto důvodu bylo toto měření řezné síly nezbytné.

Z výsledků měření vyplývá, že nejvýhodnějšího rozložení třísky, z hlediska řezných sil, je v případě č. 3. Při tomto způsobu ostření se trvanlivost ostří pohybuje v rozmezí 16 až 24 hodin při řezné rychlosti  $v = 23,4$  m/min a posuvu  $s = 20$  mm/min. Hodnoty trvanlivosti ostří byly zjištěny ve výrobě n.p. LIAZ.

Rozložení třísky při řezání pilou č. 3.



obr. 16

 $s_z$ ..... posuv na zub

Výše uvedené řezné podmínky a způsob ostření č. 3 byly vzaty jako výchozí technologické parametry pro návrh jednoučelového obráběcího stroje.

## 5. NÁVRH PŘÍPRAVKU PRO OSTŘENÍ PILOVÝCH KOTOUČŮ

Ostření boků zubů pily je v n.p. LIAZ prováděno ručně. Toto ostření z hlediska rovnoměrného rozložení třísky na jednotlivé zuby, je značně nepřesné. Z hlediska vlastního ostření je malá produktivita práce. Z těchto důvodů je nezbytný návrh přípravku na ostření, který by tyto nedostatky odstranil.

Pro návrh přípravku bylo vycházeno z výrobních podmínek v n.p. LIAZ, z požadavku jednoduchosti a spolehlivosti. Vlastní konstrukční provedení návrhu přípravku na ostření je na výkrese " PŘÍPRAVEK " DP72-00-04 . U přípravku lze měnit ostření v mezích od  $45^\circ$  do  $60^\circ$ . Ostření pilových kotoučů s různým počtem zubů je umožněno výměnným dělicím kotoučem na vřetení. Při ostření bude přípravek upnut na magnetické desce umístěné na pracovním stole brusky.

Výpočty přípravku na ostření :

1/ Stanovení velikosti přitlačné síly pružin./ pos. 17/

předpoklady : obvodová síla působící na pilový kotouč z brusného kotouče je rovna  $F_n = 1 \text{ kp}$  .

výpočet přitlačné síly  $F_p$

$$F_p = \frac{R}{r} \cdot \frac{F_n}{f} = \frac{125}{68} \cdot \frac{1}{0,2} = 9,19 \text{ kp} \approx 9,5 \text{ kp}$$

parametry výpočtu :

R = 125 mm .... poloměr pil. kotouče

r = 68 mm .... třecí poloměr

f = 0,2 .... součinitel tření

návrh pružin pro přitlačnou sílu  $F_p$ 

předpoklady : počet přitlačných pružin

i = 4

síla v pružině  $F_1$ 

$$F_1 = \frac{F_p}{i} = \frac{9,5}{4} = 2,37 \text{ kp} \approx 2,4 \text{ kp}$$

průměr drátu  $d$ 

parametry výpočtu :

 $D_s = 8 \text{ mm}$  .... střední prům. pružiny $\varphi = 1,2$  .... Wahlův korekční souč.pro  $\frac{D_s}{d} = 1,4$  $\tau_d = 4 \text{ 000 kp cm}^2$  dovolené namáhání

/ viz liter. 8 /

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_p \cdot D_s}{\pi \cdot \tau_d}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 2,4 \cdot 1,2}{\pi \cdot 40}} =$$

$$= 1,11 \text{ mm}$$

zvolen průměr dle ČSN02 6003 .....  $d = 1,12 \text{ mm}$ počet závitů pružiny  $n$ 

silová charakteristika pružiny :

$$F_p' = 2,41 \text{ kp}$$

$$y_2 = 2 \text{ mm}$$

$$G = 8 \text{ 500 kp mm}^{-2}$$

$$n = \frac{y_2 \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot F_p' \cdot D_s^3} = \frac{2 \cdot 8 \text{ 500} \cdot 1,12^4}{8 \cdot 2,41 \cdot 8^3} =$$

$$= 3,92 \text{ záv.}$$

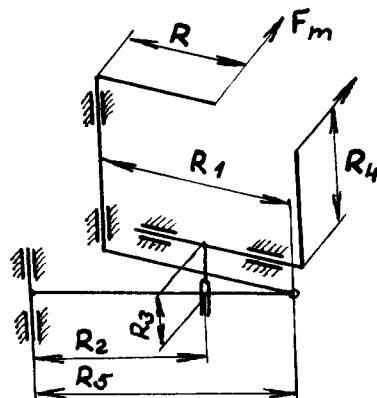
zvoleny 4 závity pružicí

2/ Výpočet velikosti síly F na ovládací páce pro pootočení kotouče .

převod mezi vřetenem a ovládací pákou  $k$

parametry výpočtu :  
Kinematické schema .

obr. 17



$$\begin{aligned} R &= 125 \text{ mm} \\ R_1 &= 75 \text{ mm} \\ R_2 &= 130 \text{ mm} \\ R_3 &= 30 \text{ mm} \\ R_4 &= 110 \text{ mm} \\ R_5 &= 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$k = \frac{R_4 \cdot R_2 \cdot R_1}{R_3 \cdot R_5 \cdot R} = \frac{110 \cdot 130 \cdot 75}{30 \cdot 180 \cdot 125} = 1,58$$

síla na páce  $F$

$$F = \frac{F_n}{k} = \frac{1}{1,58} = 0,63 \text{ kp}$$

Skutečná síla na ovládací páce bude větší o mechanické ztráty třením v převodech. Vzhledem k malé velikosti  $F$  není proveden výpočet skutečné síly.

3/ Úhlové pootočení ovládací páky  
pootočení pilového kotouče

$$\alpha = \frac{360}{z} = \frac{360}{44} = 8,2^\circ \quad z = 44 \text{ .. poč. zubů}$$

$$\varphi = \alpha \cdot k = 12,9$$

U většiny strojních součástí nebyla provedena pevnostní kontrola, vzhledem k malým působícím silám. Při konstrukci přípravku byl kladen požadavek na jeho tuhost.

## 6. NÁVRH JEDNOUČELOVÉHO OBRÁBĚCÍHO STROJE

Pro návrh jednoučelového stroje bylo vycházeno z alternativního řešení č. 3. Řešení umožňuje podstatné zvýšení produktivity práce a snížení výrobních nákladů. Konstrukční návrh byl proveden s ohledem na požadovanou přesnost stroje, spolehlivost a jednoduchost ovládání.

Konstrukční provedení je na výkrese "PILA" číslo DP72-00-00.

Popis provedení a funkce jednotlivých částí stroje.  
Hlavní části stroje :

- 1/ nosná skříň
- 2/ upínací stoly
- 3/ stojany s vedením
- 4/ vřeteník
- 5/ převodová skříň
- 6/ pohony
- 7/ ovládání

Nosná skříň :

Tvoří nosnou část stroje. Je svařovaná konstrukce, podélně a příčně vystužené žebry. Na horní základové desce jsou upevněny stojany a upínací stoly. Střední část skříňe je provedena jako nádrž na řeznou kapalinu. Třísky vznikající při obrábění jsou splavovány do truhlíků se síťovým dnem. Truhlíky jsou umístěny výsuvně v nosné skříni, v horním prostoru nádrže na kapalinu. Spodní část skříňe je tvořena rámem.

#### Upínací stoly :

Konstrukční provedení upínacího stolu je na výkrese "STŮL" DP72-00-03 . Stoly jsou umístěny otočně ve valivých ložiskách. Slouží k upnutí 4 ojníc současně. Jsou ovládány hydraulickými válci. Indexování polohy je provedeno hydraulickým válcem s klínem. Ztužení stolu je provedeno pomocí hydraulických válců.

#### Stojany s vedením :

Slouží jako nosná a vodící část stroje. Vlastní stojany jsou provedeny svařované konstrukce. Ve spodní části jsou připevněny šrouby k základní desce nosné skříně. Přesné ustavení stojanů na základní desce je provedeno pomocí kuželových kolíků. Na vrchní část stojanů je přišroubována převodová skříň. Vedení vřeteníku jsou zakolíkovaná a přišroubována na čele stojanu.

#### Vřeteník :

Konstrukční provedení vřeteníku je na výkrese "VŘETENÍK" DP72-00-02 . Vřeteník je svařované konstrukce. Pohyb vřeteníku po vedení je proveden pomocí šroubu a matice s vymezením vůle. Vůle vřeteníku je vymezována pomocí klínů ve dvou směrech. Pohon vřeten je proveden pomocí drážkovaného hřídele, který pohání šnek a šnekové kolo pevně umístěné na vřetení.

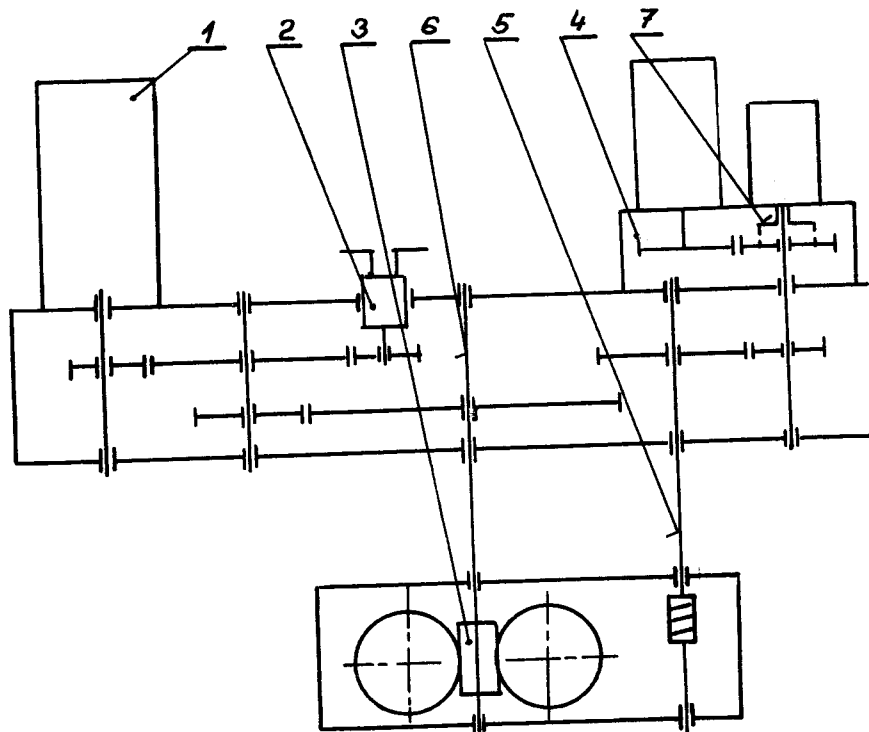
#### Převodová skříň :

Slouží pro pohon drážkovaného hřídele a šroubu. Je svařované konstrukce, připevněné pomocí šroubů k stojanům. Pohon převodové skříně je pro vřetena od elektromotoru.

Pro pohon šroubu je použita jednotka elektromotor a hydromotor. Mazání převodovky je pomocí zubového čerpadla umístěného ve skříni převodovky.

Kinematické schéma převodovky.

obr. 18



- 1 ..... asynchronní elektromotor
- 2 ..... olejové čerpadlo
- 3 ..... šnekový převod
- 4 ..... elektro-hydraul. jednot.
- 5 ..... šroub
- 6 ..... drážk. hřídel
- 7 ..... elektromag. spojka



## Pohony :

Pro pohon vřeten je použit asynchronní elektromotor. Pracovní pohyb vřeteníku je proveden hydromotorem, který umožňuje plynulou změnu posuvu. Rychloposuv je proveden elektromotorem. Přepínání rychloposuvu na pracovní posuv a naopak se děje pomocí elektromagnetické spojky. Elektromotor, hydromotor a elektromagnetická spojka tvoří posuvovou jednotku.

## Ovládání :

Hydraulická část viz "SCHEMA" DP72 - 03 - 05. Ovládání stroje je elektrické a elektrohydraulické. Pracovní cyklus stroje je automatický. Změna rychloposuvu, pracovního posuvu a jejich smyslu je naprogramována na řídicí tyči narážkami. Řídicí tyč je spojena s vřeteníkem a ovládá spínače umístěné na převodové skříní.

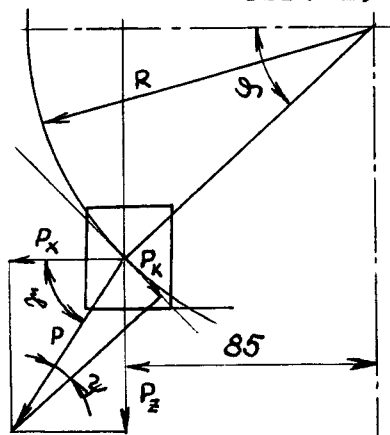
## Výpočtová část :

Výpočtová část obsahuje výpočet základních výkonových a kinematických parametrů stroje. Detailní výpočet je proveden pouze pro části stroje, které jsou zpracovány na výkresech podsestav.

## 1 . Výpočet výkonu elektromotoru.

Pro určení výkonu elektromotoru bylo vycházeno ze změřených řezných sil.

maximální složky řezné síly .....	$P_z = 198 \text{ kp}$
silové působení	$P_x = 100 \text{ kp}$
obr. 19	$P = 222 \text{ kp}$



$$\cos \varphi = \frac{85}{R} = \frac{85}{125} = 0,68 \dots\dots 47^\circ$$

$$\cos \gamma = \frac{P_x}{P} = \frac{100}{222} = 0,45 \dots\dots 63^\circ$$

$$\psi = \gamma - \varphi = 63^\circ - 47^\circ = 16^\circ$$

$$P_k = P \cdot \sin \psi = 222 \cdot \sin 16^\circ = 61 \text{ kp}$$

výkon na pilovém kotouči  $N_k$  :

$$n = 30 \text{ l/min} \dots\dots \text{otáčky kotouče}$$

$$N_k = \frac{P_k \cdot \pi \cdot D \cdot n}{102 \cdot 60} = \frac{61 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot 30}{102 \cdot 60} = 0,232 \text{ kW}$$

Skutečný výkon elektromotoru je větší o mechanické ztráty vzniklé mezi elektromotorem a pilovým kotoučem.

stanovení celkové účinnosti převodovky  $\eta_c$  :

pro účinnosti jednotlivých převodů byly vzaty průměrné hodnoty :

$$\eta_z = 0,98 \dots\dots \text{účinnost ozub. př.}$$

$$\eta_s = 0,8 \dots\dots \text{účinnost šnek. př.}$$

Z kinematického schématu je zřejmé, že se celkový převod skládá ze dvou převodů s ozubenými koly a ze šnekového převodu.

$$\eta_c = \eta_z \cdot \eta_z \cdot \eta_s = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,8 = 0,75$$

skutečný výkon elektromotoru  $N_m$

$$i = 4 \dots\dots \text{počet pilových kotoučů}$$

$$N_m = \frac{N_k \cdot i}{\eta_c} = \frac{0,232 \cdot 4}{0,75} = 1,24 \text{ kW}$$

Vzhledem k rozběhu a možnosti přetížení stroje byl zvolen elektromotor AF 422  $N = 2,2$  kW

## 2. Výpočet výkonu hydromotoru.

Pro určení výkonu hydromotoru bylo vycházeno ze změřených řezných sil.

$P_z = 198$  kp .... max. složka Z  
teoretický výkon nutný pro posuv kotouče  $N_s$

$v = 22$  mm/min .. řezný posuv

$$N_s = \frac{P_z \cdot i \cdot v}{102} = \frac{198 \cdot 4 \cdot 0,022}{102 \cdot 60} = 0,00284 \text{ kW}$$

stanovení celkové účinnosti  $\eta_s$

pro účinnosti jednotlivých převodů byly vzaty průměrné hodnoty :

$f = 0,08$  ..... souč. tření

$\eta_z = 0,98$  ..... účinnost ozub. př.

účinnost šroubu  $\eta_1$

$$\eta_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + f} = \frac{\operatorname{tg} 3^\circ}{\operatorname{tg} 3^\circ + 0,08} = 0,4 \text{ ..... } 40 \%$$

Z kinematického schématu je zřejmé, že převod je tvořen ozubeným a šroubovým převodem.

$$\eta_s = \eta_z \cdot \eta_1 = 0,98 \cdot 0,4 = 0,388$$

skutečný výkon hydromotoru  $N_h$

$$N_h = \frac{N_s}{\eta_s} = \frac{0,00284}{0,388} = 0,0073 \text{ kW}$$

potřebný krouticí moment hydromotoru  $M_k$

otáčky šroubu  $n_s$

$s = 6$  mm .... stoupání závitu šroubu

$$n_s = \frac{v}{s} = \frac{22}{6} = 3,66 \text{ 1/min}$$

$$M_k = 71620 \cdot \frac{N_h \cdot 1,36}{n_s} = 71620 \cdot \frac{0,0073 \cdot 1,36}{3,66} =$$

$$= 194 \text{ kp cm}$$

Zvolen hydromotor JHMA 1 - 4 .

3. Výpočet přímočarého hydromotoru pro otáčení stolu.

výpočet potřebného kroutícího momentu  $M_p$

parametry výpočtu :

$f = 0,15$  ..... maximální hodnota souč. tření

$R = 240 \text{ mm}$  ... střední poloměr třecí plochy

$G = 65 \text{ kp}$  .... váha stolu a obrobků vzaty 2/3 s ohledem na odlehčovací pružinu

třecí moment :

$$M_t = G \cdot f \cdot R = 65 \cdot 0,15 \cdot 24 = 233 \text{ kp cm}$$

setrvačný moment :

parametry výpočtu :

$\omega = 2,5 \text{ s}^{-1}$  ...úhlová rychlost otáčení stolu

$t = 2 \text{ s}$  .....doba rozběhu stolu

moment setrvačnosti stolu a ojníc  $I_c$

parametry výpočtu :

$\rho = 7600 \text{ kg m}^{-3}$  ... měrná hmotnost stolu

$l = 35 \text{ mm}$  ..... výška stolu

$r = 250 \text{ mm}$  ..... poloměr stolu

$m = 8 \text{ kg}$  ..... váha ojnice

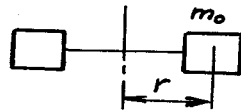
$z = 4$  ..... počet ojníc

$r = 180 \text{ mm}$  ..... vzdálenost těžiště od osy otáčení

$$m = \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l = 7600 \cdot \pi \cdot 0,25^2 \cdot 0,035 = 52,3 \text{ kg}$$

$$I_s = \frac{m \cdot r^2}{2} = \frac{52,3 \cdot 0,25^2}{2} = 1,64 \text{ kg m}^2$$

Pro výpočet momentu setrvačnosti ojníc byla zavedena idealizace :



$$m_o = i \cdot m = 4 \cdot 8 = 32 \text{ kg}$$

$$I_o = 2 \cdot m_o \cdot r^2 = 2 \cdot 32 \cdot 0,18^2 = 2,07 \text{ kg m}^2$$

$$I_c = I_s + I_o = 1,64 + 2,07 = 3,71 \text{ kg m}^2$$

úhlové zrychlení :

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ s}^{-2}$$

$$M_s = I_c \cdot \varepsilon = 3,71 \cdot 1,25 = 4,63 \text{ Nm} \dots 47,2 \text{ kp cm}$$

$$M_p = M_t + M_s = 233 + 47,2 = 280,2 \text{ kp cm}$$

Potřebná síla hydromotoru  $P_t$  :

$$P_t = \frac{M_p}{r} = \frac{280,2}{3,6} = 78,1 \text{ kp}$$

Skutečná síla hydromotoru  $P_h$  :

parametry výpočtu :

$r = 36 \text{ mm}$  ..... poloměr pastorku

$p = 12 \text{ kp cm}^{-2}$  .. tlak kapaliny

$D_1 = 45 \text{ mm}$  ..... průměr pístu

$D_2 = 20 \text{ mm}$  ..... průměr píst. tyče

$s$  ..... činná plocha

$$s = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 - D_2^2 / = \frac{\pi}{4} / 4,5^2 - 2^2 / = 12,7 \text{ cm}^2$$

$$P_h = s \cdot p = 12,7 \cdot 12 = 152 \text{ kp}$$

Z výpočtu je zřejmé, že hydromotor má dostatečnou silovou rezervu.

#### 4. Výpočet hydromotoru pro indexování stolu.

Síla hydromotoru  $P_i$  :

parametry výpočtu :

$D_s = 40 \text{ mm}$  ..... průměr pístu

$D_4 = 20 \text{ mm}$  ..... průměr píst. tyče

$s_1$  ..... činná plocha

$$s_1 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_S^2 - D_4^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (4^2 - 2^2) = 9,4 \text{ cm}^2$$

$$P_i = s_1 \cdot p = 9,4 \cdot 12 = 113 \text{ kp}$$

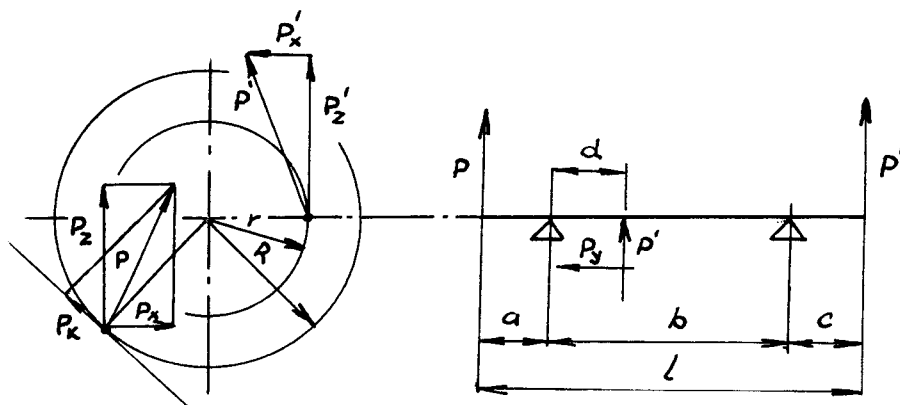
Síla hydromotoru je dostatečná pro indexování stolu.

### 5. Kontrola ložisek vřetene .

Pro výpočet bylo vycházeno ze změřených řezných sil - viz výkon elektromotoru.

Schema silového zatížení vřetene :

obr. 20



parametry výpočtu :

$$a = 95 \text{ mm}$$

$$b = 380 \text{ mm}$$

$$c = 65 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

$$l = 570 \text{ mm}$$

$$r = 105 \text{ mm}$$

$$R = 125 \text{ mm}$$

tečná síla  $P'_t$ 

$$P'_t = P_k \cdot \frac{R}{r} = 61 \cdot \frac{125}{105} = 72,5 \text{ kp}$$

normálová síla  $P'_n$ 

$$P'_n = \frac{P'_t}{\cos \gamma \cdot \cos \alpha} = \frac{72,5}{0,94 \cdot 0,94} = 82 \text{ kp}$$

složky sil

$$P'_x = P'_n \cdot \sin 20 = 82 \cdot 0,342 = 28,1 \text{ kp}$$

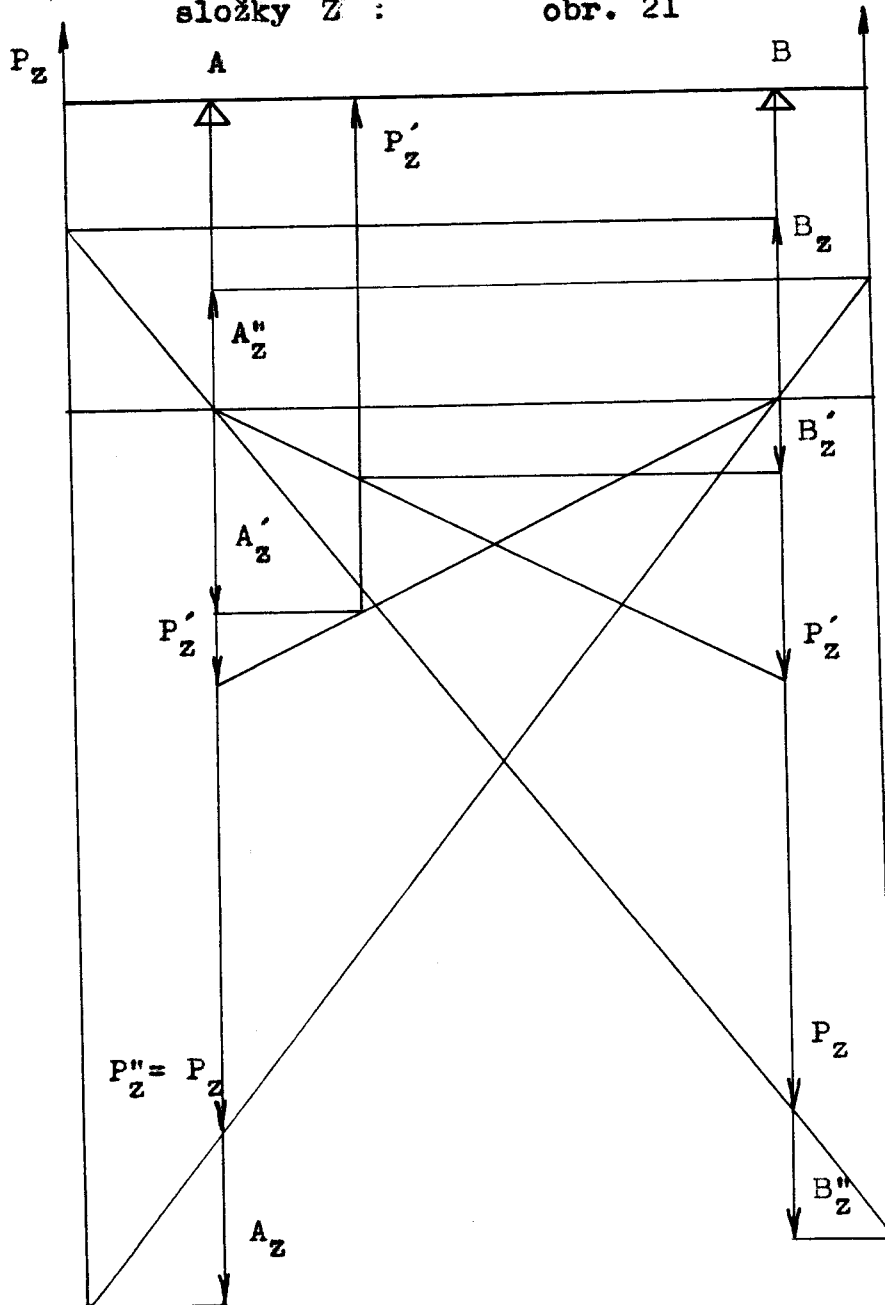
$$P'_y = P'_n \cdot \cos \gamma = 82 \cdot 0,94 = 77 \text{ kp}$$

Určení velikosti reakcí  $R_a$ ,  $R_b$ :

měřítko:

složky Z:

obr. 21

1 mm  $\approx$  2 kp $P''_z$  1 mm  $\approx$  5 mm

$$A_{z'} = -250 \text{ kp}$$

$$A_z = 56 \text{ kp}$$

$$A''_z = 34 \text{ kp}$$

$$A_{zc} = -160 \text{ kp}$$

$$B_z = 50 \text{ kp}$$

$$B'_z = 20 \text{ kp}$$

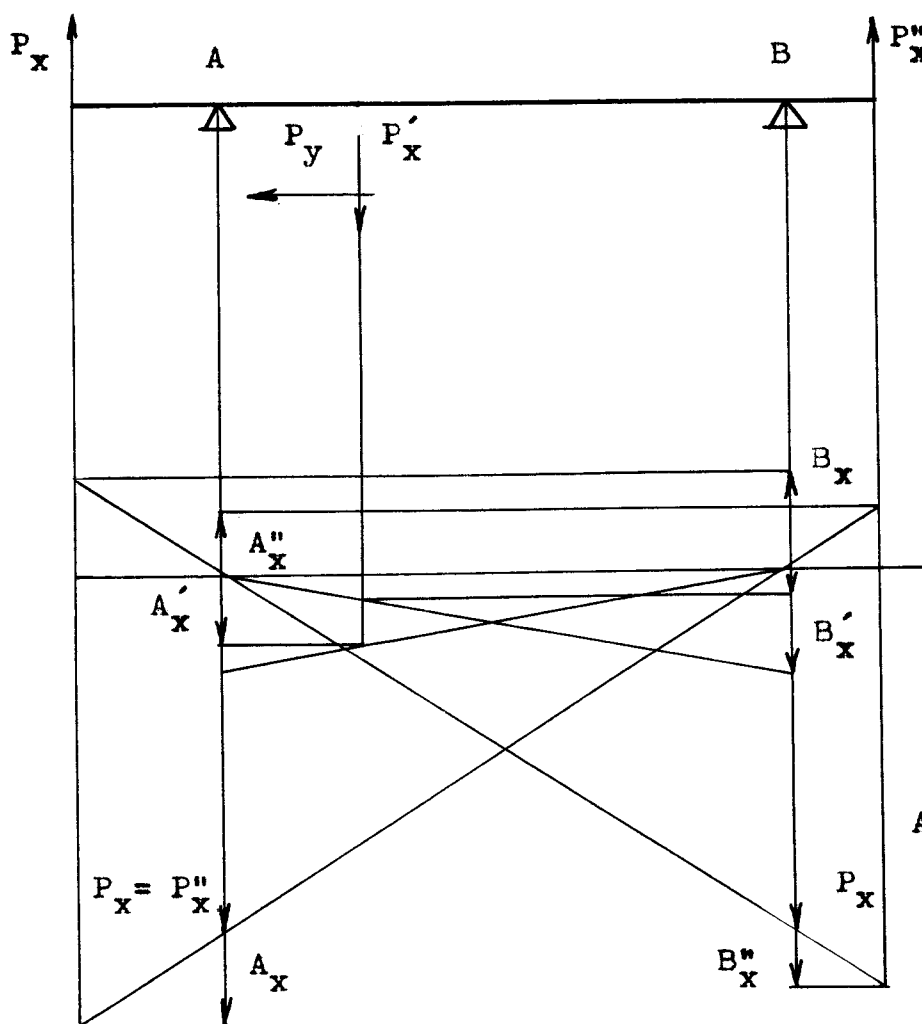
$$B''_z = -232 \text{ kp}$$

$$B_{zc} = -162 \text{ kp}$$

složky reakcí X :

obr. 22

měřítko :

1 mm  $\approx$  2 kp1 mm  $\approx$  5 mm

$$A_{x'} = -126 \text{ kp}$$

$$A_x = 20 \text{ kp}$$

$$A_{x''} = 18 \text{ kp}$$

$$A_{xa} = -22 \text{ kp}$$

$$A_{xc} = -110 \text{ kp}$$

$$B_x = 28 \text{ kp}$$

$$B_x' = 28 \text{ kp}$$

$$B_{x''} = -116 \text{ kp}$$

$$B_{xa} = 22 \text{ kp}$$

$$B_{xc} = -58 \text{ kp}$$

$$A_y = P_y = 77 \text{ kp}$$

vliv axiální síly  $P_y$  :

$$B_{xa} = A_{xa} = -\frac{r}{b} \cdot P_y = \frac{105}{380} \cdot 77 = 21,3 \text{ kp}$$

reakce :

$$R_a = \sqrt{A_{zc}^2 + A_{xc}^2} = \sqrt{160^2 + 110^2} = 195 \text{ kp}$$

$$R_b = \sqrt{B_{zc}^2 + B_{xc}^2} = \sqrt{162^2 + 58^2} = 172 \text{ kp}$$



Výpočet trvanlivosti ložisek :

parametry výpočtu :

$h = 8$  roků ..... doba životnosti stroje

$\eta = 0,8$  ..... stupeň využití stroje

$s = 2$  ..... počet směn za den

$\tau$  ..... doba chodu stroje za 1 den

$L'_h$  ..... požadovaný počet hodin  
za dobu životnosti

$$\tau = 8 \cdot s \cdot \eta = 8 \cdot 2 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ hod/den}$$

$$L'_h = 300 \cdot h \cdot \tau = 300 \cdot 8 \cdot 12,8 = \\ = 30\,700 \text{ hod.}$$

Výpočet ekvivalentního zatížení :

použité ložisko 302 10

z liter. 5 pro dané zatížení :

$$C = 4500$$

$$X = 1$$

$$Y = 0$$

$$V = 1_R$$

$$F_r = \frac{R_a}{2} = 97,5 \text{ kp}$$

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a = 1 \cdot 182 = 182 \text{ kp}$$

$$\frac{C}{P} = \frac{4\,500}{97,5} = 46,1$$

Z katalogu odpovídá pro dané C/P a otáčky

$L_h > 200\,000$  hod., což přesahuje požadovaný počet hodin.

Výpočet ekvivalentního zatížení :

použité ložisko NU 210

z liter. 5 pro dané zatížení :

$$C = 3\,250$$

$$V = 1$$

$$F_r = R_b = 172 \text{ kp}$$

$$P = V \cdot F_r = 1 \cdot 172 = 172 \text{ kp}$$

VŠST Liberec	Jednúčelový obráběcí stroj	Katedra obráb.strojů
Fakulta strojní		DP - VS - 64/72 40.

$$\frac{C}{P} = 3 \cdot \frac{250}{172} = 18,8$$

Z katalogu odpovídá pro daná C/P a otáčky  
 $L_h > 200\ 000$  hod. , což přesahuje požadovaný počet ho-  
 din.

Ložiska byla takto navržena z konstrukčních  
 důvodů s ohledem na tuhost vřeten.

6. Kontrola měrného tlaku v závitech matice.

použitý závit : Tr 30 x 6 ČSN 01 4050

síla ve šroubu  $P_4$  :

$$P_4 = i \cdot P_z = 4 \cdot 198 = 792 \text{ kp}$$

počet závitů matice  $i_m$  :

$$l = 80 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{délka matice}$$

$$i_m = \frac{l}{s} = \frac{80}{6} = 13,3$$

činná plocha závitu  $S$  :

$$v_n = 3 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{nosná hloubka závitu}$$

$$D_o = 27 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{střed. prům. závitu}$$

$$S = \pi \cdot D_o \cdot v_n \cdot i_m = \pi \cdot 27 \cdot 3 \cdot 13,3 = 3\ 380 \text{ mm}^2$$

měrný tlak v závitech  $p_z$  :

$$p_z = \frac{P_4}{S} = \frac{792}{3\ 380} = 0,234 \text{ kp mm}^{-2}$$

z liter.9 pro ocelový šroub a mosaznou matici

$p_{dov} = 1 \text{ kp mm}^{-2}$ , což je menší než  $p_z$ .

7. Výpočet talířové pružiny nadlehčující stůl.

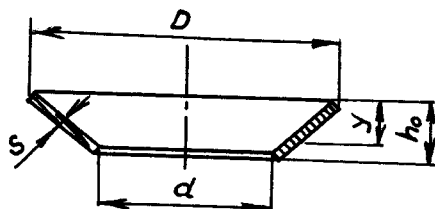
parametry výpočtu :

$$s = 1 \text{ mm}$$

$$D = 85 \text{ mm}$$

$$d = 55 \text{ mm}$$

talířová pružina :  
obr. 23



$$h_0 = 4,8 \text{ mm}$$

$$y = 4 \text{ mm}$$

$$G = 100 \text{ kp}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kp mm}^{-2}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\alpha = 1,6$$

$$\beta = 1,2$$

$$\gamma = 1,35 \dots \text{ liter. 8}$$

síla v pružině :

$$F = \frac{4 \cdot E \cdot y}{71 \cdot \mu \cdot \alpha \cdot D^2} \cdot \left[ \frac{1}{h_0} - \frac{y}{h_0} - \frac{y}{2} \cdot (s + s^3) \right] =$$

$$= \frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 4}{71 \cdot 0,327 \cdot 1,6 \cdot 872} \cdot \left[ \frac{1}{4,8} - \frac{4}{4,8} - \frac{4}{2} \cdot (1 + 1^3) \right] =$$

$$= 128 \text{ kp}$$

napětí v pružině :

$$\sigma = \frac{4 \cdot E \cdot y}{71 \cdot \mu \cdot \alpha \cdot D^2} \cdot \left[ \beta \cdot \frac{1}{h_0} - \frac{y}{2} + \gamma \cdot s \right] =$$

$$= \frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 4}{71 \cdot 0,327 \cdot 1,6 \cdot 872} \cdot \left[ 1,2 \cdot \frac{1}{4,8} - \frac{4}{2} + 1,35 \cdot 1 \right] =$$

$$= 158 \text{ kp mm}^{-2}$$

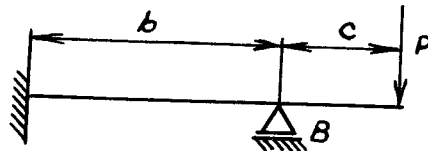
Z literatury 8.  $\sigma_{dov} = 160 \text{ kp mm}^{-2}$ , což je hodnota větší než  $\sigma$ .

### 8. Kontrola tuhosti vřetene .

Pro výpočet tuhosti vřetene bylo nutné, vzhledem k složitosti případu, zavést idealizaci. Uložení vřetene v kuželíkových ložiskách je uvažováno jako vetknutí. Druhá podpora je uvažována jako prosté podpření.

Schema idealizace :

obr. 24



Případ je staticky neurčitý.

reakce uložení  $R_b$  :

$$R_b = P \cdot \left[ 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{c}{b} \right] = 222 \cdot \left[ 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{6,5}{38} \right] =$$

$$= 57 \text{ kp}$$

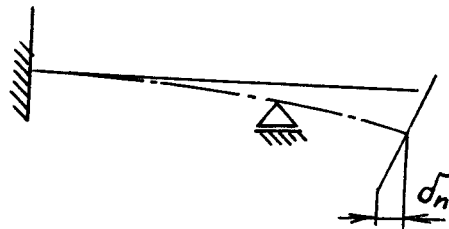
vliv deformace ložiska : / liter. 13 /

$$\delta_r = 2,5 \cdot \frac{1}{12^{0,8} \cdot z^{0,9}} F_r^{0,9} =$$

$$= 2,5 \cdot \frac{1}{12^{0,8} \cdot 12^{0,9}} \cdot 57^{0,9} = 1,4 \mu\text{m}$$

Deformace vřetene :

obr. 25



úhel je přibližně roven : /pouze pro malé úhly/

$$\gamma' = \frac{\delta_r}{b} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3}}{380} = 0,00368 \cdot 10^{-3} \text{ r}$$

Sklon ohybové čáry nosníku v podpoře B :  
osový moment setrvačnosti :

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 5^4}{64} = 30,6 \text{ cm}^4 \quad d = 50 \text{ mm} \dots \text{ prům. vřetene}$$

$$\begin{aligned} \varphi_b &= \frac{1}{4 \cdot E \cdot I} \cdot P \cdot b \cdot c = \\ &= \frac{1}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 30,6} \cdot 222 \cdot 38 \cdot 6,5 = \\ &= 216 \cdot 10^6 \text{ r} \end{aligned}$$

celkový idealisovaný sklon ohybové čáry :

$$\psi = \psi' + \varphi_b = 3,68 \cdot 10^6 + 216 \cdot 10^6 = 219,68 \text{ r}$$

Dráha nástroje způsobená sklonem ohybové čáry :

$$f_n = R \cdot \psi = 125 \cdot 219,68 \cdot 10^6 = 0,0273 \text{ mm}$$

Tato deformace je o řád nižší než boční házení nástroje.

Při předcházejícím výpočtu je uvažována idealizace - superposice vlivu zatížení na deformaci vřetene a ložiska. Hřídel byl uvažován jako prisma-tický.

Pevnostní kontrola u ostatních strojních součástí není provedena s ohledem na jejich předimenzování z důvodu tuhosti stroje.

### 9. Výpočet kapacity stroje .

parametry výpočtu :

$t_n = 10 \text{ s} \dots \dots \dots$  čas pro otočení, ztužení stolu a upnutí obrobků

$v_1 = 3 \text{ m/min} \dots \dots$  rychloposuv vřeteníku

$l_n = 280 \text{ mm} \dots \dots$  pracovní zdvih vřeteníku

$v = 22 \text{ mm/min} \dots \dots$  pracovní posuv

Strojní čas na obrobení 8 ks ojníc :

pracovní čas  $t_{s1}$

$$t_{s1} = \frac{l}{v} = \frac{280}{22} = 12,8 \text{ min.}$$

čas na zpětný pohyb  $t_{s2}$

$$t_{s2} = \frac{l}{v_1} = \frac{280}{3000} = 0,094 \text{ min.}$$

$$t_s = t_{s1} + t_{s2} = 12,8 + 0,094 \hat{=} 12,89 \text{ min.}$$

celkový čas na 1 ks ojnice  $t_1$

$$t_1 = \frac{t_s + t_n}{n} = \frac{12,89 + 0,1}{8} = 1,63 \text{ min.}$$

Při 80% využití stroje a jednosměnném pracovním provozu se za 1 den vyrobí :

$$N_1 = \frac{8 \cdot 60 \cdot 0,8}{t_1} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 0,8}{1,63} = 235 \text{ ks}$$

Roční kapacita stroje při jednosměnném provozu, pětidenním pracovním týdnem a 49 týdnů v roce bude N :

$$N = N_1 \cdot 5 \cdot 49 = 235 \cdot 5 \cdot 49 = 57\,500 \text{ ks}$$

Požadovaná roční kapacita n.p. LIAZ je 44 000 ks ojníc. Z tohoto vyplývá, že v kapacitě stroje je při dvousměnném využití značná rezerva. Vzhledem k rozšíření výroby v n.p. LIAZ je tato rezerva dostatečná.

## 7. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Úplné ekonomické hodnocení navrženého jednúčelového stroje není možné provést s ohledem na stanovení pořizovací ceny stroje.

Pořizovací cena navrženého stroje se obtížně určuje, protože se jedná o stroj jednúčelový speciálně konstruovaný. Z tohoto vyplývá velmi rozdílné stanovení pořizovací ceny stroje.

Ekonomické hodnocení je provedeno pouze srovnáním starého a nového způsobu výroby v závislosti na časových nákladech na operaci řezání.

Výrobní náklady starého způsobu řezání ojníc.  
parametry výpočtu :

$t_{cl} = 6,40$  min./kus ..... časové náklady na  
rozříznutí ojnice

$n_d = 5,95$  Kčs ..... mzda obsluhy za 1 hod.

$n_s = 6,00$  Kčs ..... mzda seřizovače za  
1 hod.

$t_s = 25$  hod. .... časové náklady na se-  
řízení za 1 rok

$K = 44\ 000$  ks ..... roční kapacita  
časové náklady na seřízení připadající na 1 ks

$$t_{sl} = \frac{t_s}{N} = \frac{25 \cdot 60}{44\ 000} = 0,034 \text{ min.}$$

finanční náklady na seřízení připadající na 1 ks

$$N_{sl} = t_{sl} \cdot \frac{n_s}{60} = 0,034 \cdot \frac{6}{60} = 0,0034 \text{ Kčs}$$

finanční náklady na rozříznutí 1 ks ojnice

$$N_{cl} = t_{cl} \cdot \frac{n_o}{60} = 6,40 \cdot \frac{5,95}{60} = 0,634 \text{ Kčs}$$

celkové finanční náklady na 1 ks ojnice

$$N_c = N_{cl} + N_{sl} = 0,634 + 0,0034 \approx 0,637 \text{ Kčs}$$

roční náklady na výrobu

$$N_s = N_{sl} \cdot K = 0,637 \cdot 44\,000 \approx 28\,000 \text{ Kčs}$$

Výrobní náklady nového způsobu výroby.

parametry výpočtu :

$t'_{cl} = 1,63 \text{ min.}$  ..... časové náklady na rozříznutí 1 ks ojnice

$n'_d = 5,95 \text{ Kčs}$  ..... mzda obsluhy za 1 hod.

$n'_s = 6,00 \text{ Kčs}$  ..... mzda seřizovače za 1 hod.

$t_s = 25 \text{ hod.}$  ..... náklady na seřízení za 1 rok

$K = 44\,000 \text{ ks}$  ..... roční kapacita

finanční náklady připadající na 1 ks seřízení jsou stejné jako v předcházejícím výpočtu.

$$N'_{sl} = 0,0034 \text{ Kčs}$$

finanční náklady na rozříznutí 1 ks ojnice

$$N'_{cl} = t'_{cl} \cdot \frac{n_o}{60} = 1,63 \cdot \frac{5,95}{60} = 0,161 \text{ Kčs}$$

celkové finanční náklady na 1 ks ojnice

$$N'_c = N'_{cl} + N'_{sl} = 0,161 + 0,0034 = 0,164 \text{ Kčs}$$

roční náklady na výrobu

$$N'_s = N'_c \cdot K = 0,164 \cdot 44\,000 = 7\,200 \text{ Kčs}$$

úspora v nákladech za 1 rok

$$V = N_s - N'_s = 28\,000 - 7\,200 = 20\,800 \text{ Kčs}$$

Pro předpokládanou životnost stroje 8 let se ušetří na nákladech  $V_8 = 166\,400 \text{ Kčs}$ .

V případě rozšíření výroby v n.p. LIAZ a tím využití stroje v druhé směně se dosáhne úspor 332 800 Kčs. Úspora zhruba odpovídá předpokládané pořizovací ceně stroje.



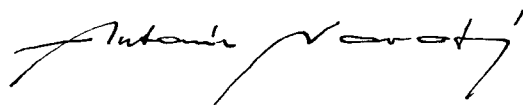
VŠST Liberec	Jednoučelový	Katedra obráb.strojů
Fakulta strojní	obráběcí stroj	DP - VS - 64/72 47.

## 8. ZÁVĚR

Z částečného ekonomického hodnocení plyne, že i přes vyšší pořizovací náklady na jednoučelový stroj lze tento koncepční návrh realizovat. Ve výhledovém plánu n.p. LIAZ se počítá s podstatným rozšířením výroby. Tímto je dána možnost využití stroje i v druhé směně a možnost zkrácení doby úhrady pořizovacích nákladů.

Závěrem bych chtěl touto cestou poděkovat Ing. Musilovi, Ing. Cerhovi a řemeslníkům z dílny KOS.

V Liberci dne 6. července 1972



## 9. SEZNAM LITERATURY

- 1/ Obráběcí stroje.  
Prof. Ing. Josef Píč, DrSc  
Prof. Ing. DR. Přemysl Breník
- 2/ Metallorezuščíe stanki.  
Prof. I.M.Kučer
- 3/ Technologie obrábění.  
Prof. Ing. DR. Zdeněk Přikryl a kol.
- 4/ Katalog obráběcích strojů.
- 5/ Valivá ložiska ZKL.  
Ing. Václav Patočka a kol.
- 6/ Hydraulické mechanismy.  
Ing. J. Prokeš
- 7/ Tabulky z konstrukce nástrojů.  
V.Roček
- 8/ Strojnické tabulky.  
Ing. J. Bartoš a kol.
- 9/ Strojně technická příručka.  
Ing. S. Černoch
- 10/ Části strojů II.  
Prof. Ing. Oldřich Meduna
- 12/ Sbíрка příkladů z pružnosti a pevnosti.  
E. Pešina a kol.
- 13/ Technická publikace VÚOSO 71
- 14/ Technická mechanika-statika.  
Prof. Ing. Dr. Josef Šrejtr
- 15/ Příručka automatizace ve strojírenství.
- 16/ Pomocná výkresová dokumentace obdobné problematiky k zadanému úkolu z n.p. LIAZ.

VŠST Liberec	Jednoučelový obráběcí stroj	Katedra obráb.strojů
Fakulta strojní		DP - VS - 64/72 49.

## 10. SEZNAM VÝKRESŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

### 1/ Seznam výkresů :

PILA .....	DP72 - 00 - 00
VŘETENÍK .....	DP72 - 00 - 02
STŮL .....	DP72 - 00 - 03
PŘÍPRAVEK .....	DP72 - 00 - 04
SCHEMA .....	DP72 - 03 - 05
OJNICE .....	DP72 - 02 - 06

### 2/ Seznam obrázků :

Způsoby zmenšení tření čel o materiál. ...	obr.1
Tvary zubů pilových kotoučů. ....	obr.2
Střídavé sbroušení čela zubu. ....	obr.3
Rozdělení třísky na předřez. a dořez. zub. ....	obr.4
Schema uspořádání stroje. ....	obr.5
Schema jednoučelového stroje.2.....	obr.6
Schema jednoučelového stroje.3.....	obr.7
Blokové schema měření. ....	obr.8
PILA 1 .....	obr.9
PILA 2 .....	obr.10
PILA 3 .....	obr.11
Schema uspořádání. ....	obr.12
Schema cejchování. ....	obr.13
Cejchovací křivka. ....	obr.14
Graf. závislost řezné síly na velikosti posuvu. ....	obr.15
Rozložení třísky při řezání pilou č.3. ...	obr.16
Kinematické schema. ....	obr.17
Kinematické schema převodovky. ....	obr.18
Sílové působení. ....	obr.19
Schema sílového zatížení vřetene. ....	obr.20
Určení reakcí $R_a$ , $R_b$ složky z. ....	obr.21

	Složky reakcí x. ....	obr.22
	Talířová pružina. ....	obr.23
	Schema idealizace. ....	obr.24
	Deformace vřetene. ....	obr.25
3/	Seznam tabulek :	
	Cejchovací tabulka. ....	tab.1
	Tabulka hodnot. ....	tab.2

1	HYDR. JEDNOT.									11
1	ELEKTROMOT.	AF 422								10
6	ŠROUB II									9
6	ŠROUB I									8
2	TRUHLÍK									7
1	SKŘÍŇ									6
2	STŮL							DP72-00-03		5
1	PANEL									4
2	STOJAN									3
1	VŘETENÍK							DP72-00-02		2
1	PŘEVODOVKA									1

*Ady v r e c h*

10. 6. 1972

PILA

DP72-00-00 1

2	KROUŽEK <u>IV</u>	φ 95 x 10	11 343	11 343					32
1	KROUŽEK <u>III</u>	φ 85 x 15	11 343	11 343					31
1	KROUŽEK <u>II</u>	φ 50 x 20	11 343	11 343					30
1	KROUŽEK <u>I</u>	φ 50 x 30	11 343	11 343					29
1	PRUŽINA	φ 1,5 x 230	13 250	13 250					28
1	POUZDRO	φ 150 x 75	11 343	11 343					27
1	PASTOREK	φ 70 x 30	11 700	11 700					26
1	VÍKO	φ 150 x 30	11 343	11 343					25
2	VÍČKO <u>IV</u>	φ 140 x 25	11 343	11 343					24
1	VÍČKO <u>III</u>	φ 130 x 20	11 343	11 343					23
1	VÍČKO <u>II</u>	φ 135 x 30	11 343	11 343					22
4	VÍČKO <u>I</u>	φ 130 x 25	11 343	11 343					21
1	HŘEBEN	φ 22 x 62	11 600	11 600					20
2	VĚNEC	φ 240 x 50	42 3047	42 3047					19
2	NÁBOJ	φ 180 x 80	11 500	11 500					18
1	ŠNEK	φ 80 x 600	11 601.1	11 601					17
4	DISK <u>II</u>	φ 130 x 30	11 500	11 500					16
4	DISK <u>I</u>	φ 130 x 30	11 500	11 500					15
4	MATICE <u>II</u> M40	φ 75 x 40	11 500	11 500					14
2	MATICE <u>I</u> M40	φ 60 x 10	11 500	11 500					13
1	MATICE <u>II</u> T-32	φ 60 x 65	42 3047	42 3047					12
1	MATICE <u>I</u> T-32	φ 62 x 95	42 3047	42 3047					11
1	MATICE M44	φ 70 x 18	11 500	11 500					10
1	MATICE M24	φ 40 x 30	11 500	11 500					9
2	KLÍN <u>II</u>	25 x 45 x 350	12 010	12 010					8
2	KLÍN <u>I</u>	25 x 170 x 350	12 010	12 010					7
2	LIŠTA	25 x 45 x 350	12 010	12 010					6
1	KROUŽEK	6 x 140 x 140	11 343	11 343					5
1	SKŘÍŇ	SVARENEC	11 343	11 343					4
1	KRYT <u>III</u>	SVARENEC	10 343	10 343					3
4	KRYT <u>II</u>	SVARENEC	10 343	10 343					2
4	KRYT <u>I</u>	SVARENEC	10 343	10 343					1

Aut. Nerašij 10. 6. 1972

VŘETENÍK

3 DP72-00-02 ,

1	KROUŽEK 40	ČSN02 2930							64
4	KOTOUČ 250x4	ČSN02 2913							63
4	PERO 12x8x20	ČSN02 2562							62
2	PERO 16x10x65	ČSN02 2562							61
1	KOLÍK 8x30	ČSN02 2155							60
4	KOLÍK 1x12	ČSN02 2150							59
6	PODLOŽKA 8,4	ČSN02 1751							58
1	ŠROUB M6x8	ČSN02 1185							57
1	ZÁTKA M24x15	ČSN02 1182							56
3	ŠROUB M8x18	ČSN02 1143							55
16	ŠROUB M6x10	ČSN02 1143							54
16	ŠROUB M6x8	ČSN02 1143							53
16	ŠROUB M6x15	ČSN02 1143							52
6	ŠROUB M10x20	ČSN02 1143							51
4	ŠROUB M10x35	ČSN02 1143							50
4	ŠROUB M8x20	ČSN02 1143							49
4	ŠROUB M10x45	ČSN02 1143							48
4	ŠROUB M8x20	ČSN02 1143							47
4	ŠROUB M8x12	ČSN02 1143							46
4	ŠROUB M8x15	ČSN02 1143							45
4	ŠROUB M8x25	ČSN02 1101							44
4	ŠROUB	∅ 25 x 70	11 500	11 500					43
1	ŠROUB	∅ 36 x 600	11 601	11 601					42
4	DŘÍK	∅ 10 x 60	11 500	11 500					41
2	TRUBKA	∅ 10 x 15	11 343	11 343					40
1	KOLÍK II	∅ 4,5 x 3	42 3005	42 3005					39
8	KOLÍK I	∅ 10 x 24	11 500	11 500					38
4	PŘÍLOŽKA	14 x 20 x 350	11 600	11 600					37
2	VŘETENO	∅ 65 x 590	11 600	11 600					36
2	KROUŽEK VII	∅ 95 x 10	11 343	11 343					35
2	KROUŽEK VI	∅ 95 x 20	11 343	11 343					34
2	KROUŽEK V	∅ 95 x 25	11 343	11 343					33

*Ad. Novotný* 10.6.1972

VŘETENÍK

3 DP72-00-02 2

1	KROUŽEK 40x60	ÚN 02 94010						79
1	KROUŽEK 26x32	ČSNO2 93104						78
1	KROUŽEK 40x49	ČSNO2 93104						77
1	KROUŽEK 80x2	ČSNO2 92812						76
2	KROUŽEK 250x3	ČSNO2 92812						75
1	LOŽISKO 52210	ČSNO2 4738						74
1	LOŽISKO 51110	ČSNO2 4730						73
4	LOŽISKO 32010	ČSNO2 4720						72
2	LOŽISKO NU210	ČSNO2 4672						71
2	LOŽISKO 6208	ČSNO2 4636						70
2	PODLOŽKA MB10	ČSNO2 3640						69
2	MATICE KM10	ČSNO2 3630						68
4	KOLEČKO 40	ČSNO2 3502						67
2	KROUŽEK 90	ČSNO2 2931						66
2	KROUŽEK 50	ČSNO2 2930						65

*Aut. Konec* 10.6.1972

VŘETENÍK

<sup>3</sup>DP72-00-02 <sup>3</sup>



2	HŘEBEN	φ 25 x 370	11 700	11 700					33
2	PASTOREK	φ 95 x 25	12 010	12 010					32
2	PŘÍLOŽKA	φ 90 x 12	11 343	11 343					31
2	VÍKO	φ 125 x 50	11 343	11 343					30
2	VÍČKO II	φ 75 x 25	11 343	11 343					29
2	VÍČKO I	φ 75 x 25	11 343	11 343					28
2	VÁLEC II	φ 80 x 200	11 700	11 700					27
4	VÁLEC I	φ 115 x 65	11 700	11 700					26
2	PIST III	φ 50 x 60	12 010	12 010					25
2	PIST II	φ 45 x 30	12 010	12 010					24
2	PIST I	φ 45 x 105	12 010	12 010					23
2	HŘÍDEL	φ 110 x 260	11 600	11 600					22
4	ZÁKLADNA II	φ 125 x 95	11 600	11 600					21
12	PRSTENE C II	φ 50 x 50	11 700	11 700					20
4	PRSTENEC I	φ 50 x 20	11 700	11 700					19
2	KROUŽEK III	φ 65 x 10	11 343	11 343					18
16	KROUŽEK II	φ 50 x 18	13 250	13 250					17
4	SLOUP	φ 50 x 310	11 500	11 500					16
4	MATICE IV	φ 30 x 8	11 500	11 500					15
4	MATICE III	φ 30 x 10	11 500	11 500					14
4	MATICE II	φ 35 x 10	11 500	11 500					13
4	MATICE I	φ 35 x 10	11 500	11 500					12
2	KROUŽEK I	3 x 125 x 125	11 600	11 600					11
2	PRUŽINA	1,5 x 90 x 90	13 250	13 250					10
4	ZÁKLADNA I	90 x 150 x 210	11 600	11 600					9
2	STŮL	45 x 570 x 570	11 600	11 600					8
4	DORAZ	35 x 50 x 75	11 600	11 600					7
2	KLÍN	15 x 25 x 80	11 700	11 700					6
2	VEDENÍ II	10 x 20 x 35	11 343	11 343					5
2	VEDENÍ I	25 x 35 x 35	11 343	11 343					4
2	PISTNICE	30 x 35 x 100	11 600	11 600					3
2	PŘÍRUBA II	SVARENEC	11 343	11 343					2
1	PŘÍRUBA I	SVARENEC	11 343	11 343					1

Aut. Novotný

10. 6. 1972

STŮL

DP72-00-03

8	MATICE M10x1	ČSN 13 7950							67
8	KROUŽEK 10x14	ČSN 02 93104							66
4	KROUŽEK 45x3	ČSN 02 92812							65
8	KROUŽEK 20x2	ČSN 02 92812							64
4	KROUŽEK 32x2	ČSN 02 92812							63
2	LOŽISKO 51 108	ČSN 02 4730							62
4	LOŽISKO N 210	ČSN 02 4682							61
2	PODLOŽKA MB2	ČSN 02 3640							60
2	MATICE KM2	ČSN 02 3630							59
2	MATICE KM8	ČSN 02 3630							58
2	MATICE KM 2	ČSN 02 3630							57
4	MATICE KM 8	ČSN 02 3630							56
4	KROUŽEK 90	ČSN 02 2931							55
2	KROUŽEK 50	ČSN 02 2930							54
2	KROUŽEK 55	ČSN 02 2930							53
2	KROUŽEK 30	ČSN 02 2930							52
2	PERO 10x8x15	ČSN 02 2562							51
8	KOLÍK 6x45	ČSN 02 2155							50
2	KOLÍK 8x40	ČSN 02 2155							49
8	KOLÍK 8x45	ČSN 02 2155							48
8	ŠROUB M10x30	ČSN 02 1143							47
24	ŠROUB M8x20	ČSN 02 1143							46
8	ŠROUB M10x50	ČSN 02 1143							45
16	ŠROUB M8x15	ČSN 02 1143							44
8	ŠROUB M10x20	ČSN 02 1143							43
8	ŠROUB M6x10	ČSN 02 1143							42
8	ŠROUB M8x35	ČSN 02 1143							41
8	ŠROUB M10x20	ČSN 02 1143							40
4	ŠROUB M10x40	ČSN 02 1143							39
16	ŠROUB M10x25	ČSN 02 1143							38
16	ŠROUB M10x90	ČSN 02 1143							37
16	SLOUPEK	φ 35 x 310	11 700	11 700					36
2	ŠROUB	φ 25 x 60	11 500	11 500					35
2	ŠROUBENÍ	φ 60 x 55	11 500	11 500					34

Ant. Vornatý 10. 6. 1972

STŮL

DP72-00-03 2

1	UNAŠEČ	12x14x20	10 343	10 343						
1	LIST	2x12x70	13 250	13 250						32
1	ZÁPADKA	12x30x50	11 600	11 600						31
1	ČEP IV	φ20x35	11 500	11 500						30
1	ČEP III	φ12x35	11 500	11 500						29
1	ČEP II	φ30x90	11 500	11 500						28
1	ČEP I	φ24x285	11 500	11 500						27
1	PAKA II	15x20x135	11 343	11 343						26
1	PAKA I	10x25x250	11 343	11 343						25
1	DORAZ II	12x16x40	11 500	11 500						24
1	DORAZ I	φ16x40	11 500	11 500						23
1	PŘÍRUBA	φ110x22	11 343	11 343						22
1	MATICE M30	φ40x9	11 500	11 500						21
1	PRUŽINA III	φ0,7x120	13 250	13 250						20
1	PRUŽINA II	φ0,7x95	13 250	13 250						19
4	PRUŽINA I	φ1,12x150	13 250	13 250						18
1	PŘÍCHYTKA II	1,5x20x25	10 343	10 343						17
1	PŘÍCHYTKA I	1,5x20x27	10 343	10 343						16
8	OPĚRKA	φ10x0,8	10 343	10 343						15
2	PŘÍLOŽKA	φ25x1,6	10 343	10 343						14
1	KRYT	1x90x210	10 343	10 343						13
1	VÍKO	20x230x230	11 343	11 343						12
1	VÍČKO	10x100x100	11 343	11 343						11
1	DISK	10x170x170	11 500	11 500						10
1	KRUH	14x220x220	11 343	11 343						9
1	LAMELA	12x180x180	11 500	11 500						8
1	KOTOUČ II	32x200x200	11 343	11 343						7
1	KOTOUČ I	20x200x200	11 343	11 343						6
1	HŘÍDEL	SVARĚNEC	11 343	11 343						5
1	DESKA	SVARĚNEC	11 343	11 343						4
1	SKŘÍŇ	SVARĚNEC	11 343	11 343						3
1	VŘETENO	SVARĚNEC	11 343	11 343						2
										1

Aud. Vorech 10. 6. 1972

PŘÍPRAVEK

DP72 00 04

1	LOŽISKO 6004	ČSN 02 4633							64
1	KROUŽEK 20	ČSN 02 2930							63
4	KROUŽEK 10	ČSN 02 2930							62
1	KROUŽEK 12	ČSN 02 2930							61
2	KROUŽEK 15	ČSN 02 2930							60
1	KROUŽEK 30	ČSN 02 2930							59
2	KOLÍK 6x15	ČSN 02 2150							58
1	PODLOŽKA 31	ČSN 02 1701							57
1	MATICE M30	ČSN 02 1403							56
1	MATICE M16	ČSN 02 1403							55
1	MATICE M20	ČSN 02 1403							54
2	MATICE M12	ČSN 02 1401							53
3	ŠROUB M4x10	ČSN 02 1151							52
4	ŠROUB M6x15	ČSN 02 1151							51
6	ŠROUB M5x12	ČSN 02 1151							50
4	ŠROUB M5x10	ČSN 02 1151							49
2	ŠROUB M4x8	ČSN 02 1146							48
12	ŠROUB M4x4	ČSN 02 1146							47
4	ŠROUB M5x8	ČSN 02 1146							46
2	ŠROUB M6x30	ČSN 02 1143							45
2	ŠROUB M6x14	ČSN 02 1143							44
4	ŠROUB M6x8	ČSN 02 1143							43
4	ŠROUB M6x10	ČSN 02 1143							42
2	ŠROUB M5x10	ČSN 02 1143							41
1	MATICE M10	ČSN 02 1103							40
2	ŠROUB M12x30	ČSN 02 1101							39
1	TĚSNĚNÍ	1 x 18 x 600	42 3011	42 3011					38
1	POUZDRO II	18 x 18 x 22	42 2421	42 2421					37
1	LOŽISKO	20 x 35 x 40	42 2421	42 2421					36
1	POUZDRO I	φ44 x 20	42 2421	42 2421					35
1	VIDLICE	15 x 32 x 40	11 500	11 500					34
1	OBJÍMKA	12 x 20 x 45	11 343	11 343					33

And. Novotný

10. 6. 1972

PŘÍPRAVEK

DP72-00-04<sub>2</sub>

