

Vysoká škola: strojní a textilní
v Liberci
Katedra: obrábění a montáže

Fakulta: strojní
Školní rok: 1981/82

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Ladislava Kudrnu
obor 23 - 07 - 8 strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Obrábění skříně č.v. o - 3253 - 208
na FQH 50A v n.p. AGROSTROJ Jičín

Zásady pro vypracování:

1. Hospodářský význam zadání
2. Rozbor stávající technologie obráběcí skříně
3. Návrh nové technologie obráběcí skříně FQH 50 A
4. Ekonomické hodnocení navrhovaných opatření

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC
PSČ 461 17

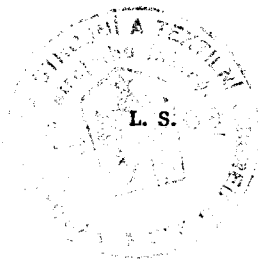
Autorské právo se řídí směrnice
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962. Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31.8.1962 §12 odst. 2 č. 113/53 Sb.

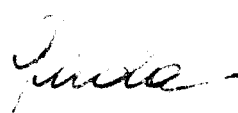
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran
Seznam odborné literatury: Vlach, B.: Technologie obrábění na NC strojích
Bílek, L.: DP - VSST - 80 Návod k obsluze FQH 50A

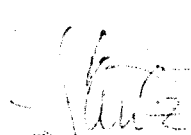
Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Vladimír Věchet, CSc

Datum zadání diplomové práce: 15.9.1981 - konečné zadání

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6.1982




Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc
Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc
Děkan

v Liberci dne 15.9. 81
19

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

obor 23-07-8
strojírenská technologie

zaměření
obrábění a montáže

Katedra obrábění a montáže

Obrábění skříně č. v. 532-0-3253-208-3

na FQH 50A v n.p. Agrostroj Jičín

Ladislav K u d r n a

KOM-OM-093

Vedoucí práce : Doc.ing. Vladimír Věchet, CSc
VŠST Liberec

Konzultant : ing. Jindřich Vodička
n.p. Agrostroj Jičín

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	60
Počet příloh	5
Počet tabulek	6
Počet obrázků	5
Počet výkresů	2

19.května 1982

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou
práci vypracoval samostatně s použitím uvedené
literatury.

V Liberci 19.května 1982

Hudcuna Ladislav

O B S A H

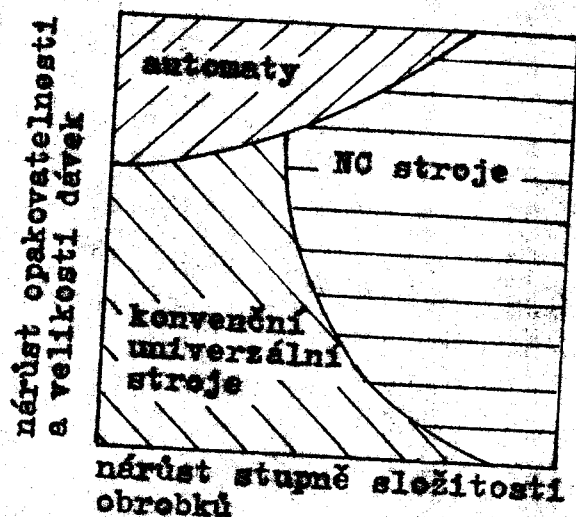
	str.
1. Úvod	4
2. Hospodářský význam zadání	5
3. Rozbor stávající technologie obrábění	6
4. Návrh nové technologie obrábění	15
4.1 Rozbor výkresové dokumentace	15
4.2 Volba obráběcího stroje	16
4.3 Nové členění technologického postupu obrábění	21
5. Technologická příprava pro obráběcí centrum	26
5.1 Vyřešení upnutí obrobku	27
5.2 Zpracování programového postupu	29
5.3 Zpracování souřadnicového listu	42
5.4 Zpracování programového listu	48
5.5 Vyděrování řídicí pásky a kontrola programu	53
6. Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření	54
7. Závěr	58
Použitá literatura	59
Seznam příloh	60

1. ÚVOD

Klíčové postavení v rozvoji našeho národního hospodářství bude mít, stejně jako v minulosti strojírenství. Naš strojírenský průmysl dosáhl mnoha úspěchů, v řadě oborů se nám však nedaří udržovat krok s tempem světového vývoje. Proto je nutné, aby strojírenství na kvalitativně vyšší úrovni zabezpečovalo modernizaci výrobně technické základny hospodářství a zaměřilo se na zvýšení úrovně strojírenské produkce, její jakosti a spolehlivosti.

XVI. sjezd KSČ určil během let 1981 - 1985 zvýšit výrobu strojírenství o 33 - 35% a produktivitu práce o 30 - 32%. To znamená, že většina přírůstku výroby bude kryta zvýšením produktivity práce t.j. uplatňováním progresivních technologických metod, zaváděním moderní a produktivní výrobní techniky a zvyšováním úrovně řízení a organizace práce.

Jednou z cest, která může vést ke zvýšení efektivity výroby je zavádění číslicově řízených strojů do výrobního procesu. Číslicově řízená technologie nabývá stále většího významu, jelikož v současné době je jedinou cestou automatizace v malosériových a středně seriových výrobcích, které ve strojírenství převažují. Spektrum obrobků vhodných pro NC obráběcí stroje je zřejmé z obr. 1 - 1, který publikoval Gustav Niesyt v časopise Strojírenská výroba č.1 r. 1982.



Obr.1.-1

Použitím NC strojů je možné dosáhnout výrazného zefektivnění výroby a zvýšení produktivity práce.

Nasazení NC strojů však sebou přináší řadu problémů. Vysoká pořizovací cena těchto strojů zvyšuje náklady na jejich využití a tím vynucuje výrazné zásahy do organizace řízení. Splnění úkolů, které před naším hospodářstvím stojí se však bez takovýchto opatření nemůže obejít.

2. HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ

Výroba obalů převodových skříní v n.p. Agrostroj Jičín představuje relativně nejvyšší podíl pracnosti v porovnání s výrobou ostatních kompletů zemědělských strojů. Tato skutečnost je motivací k snahám o racionalizaci a modernizaci jejich obrábění. Vzhledem k tomu, že se jedná převážně o maloseriovou výrobu, není vhodné z ekonomického hlediska použití jednéúčelových obráběcích strojů, ani stavebnicových strojů. Jako nejvhodnější se jeví číslíkové řízené stroje. Jejich pořizovací náklady jsou sice poměrně vysoké, ale účinky NC strojů se mohou příznivě projevit v ekonomické bilanci podniku. Mezi hlavní výhody lze zahrnout:

- rychlou přizpůsobivost NC strojů při přechodu na jiný obrobek, s možností slučování operací na jedno upnutí
- při přesném plánování je možno lépe využít směnový časový fond
- stálá jakost výrobků je zaručena tím, že ji neovlivňuje obsluha
- zkrácení průběžné doby výroby a zmenšení rozpracovanosti
- možnost použití programu při opakované výrobě
- úspory na přípravcích
- úspory kvalifikovaných pracovníků
- možnost výroby složitých součástí
- zkrácení doby pro zavádění nových výrobků.

K nevýhodám NC strojů patří zejména zmíněná vysoká pořizovací cena, vyšší náklady na údržbu a složitá technická příprava výroby.

V případě skříně č.v. 532-0-3253-208-3 určené pro jarní samochod NUCS se jedná o součást, u které je složitost opracování dána značným množstvím obráběných konstrukčně technologických prvků různého charakteru a orientace.

Tato součást byla původně vyráběna u firmy Gudbred (NSR). Vzhledem k nutnosti úspory devizových prostředků byla v n.p. Agrostroj Jičín vypracována technologie obrábění na konvenčních obráběcích strojích, která tuto previzorně nahradila.

Úkolem této práce je vypracování nové, efektivnější technologie obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3, která by využívala číslíkové řízeného obrábění.

3. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

V současnosti se obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 provádí na konvenčních obráběcích strojích. Jedná se o tyto stroje:

- horizontální frézka	FA-5H	pracoviště 5137
- revolverový soustruh	R-80	pracoviště 4435
- vertikální frézka	FYA-32-M	pracoviště 5226
- vertikální frézka	FA-V4	pracoviště 5227
- otočná vrtačka radiál.	VR-V4	pracoviště 4645

V tabulce 3.-1 je uveden stávající technologický postup, ze kterého je zřejmé rozdělení obrábění do jednotlivých operací, včetně jednotlivých použitých strojů, přípravků a časů.

Tab. 3.+1 Stávající technologický postup

Op. č.	Střed. prac.	Popis práce	Přípravky	t _{AC}	t _{BC}
1	2	3	4	5	6
010	663 5137	Upnout - vyrovnat Frézovat plochu na míru 138 ^{+0,5} ₋₁ Otočit přípravek Frézovat plochu na míru 125 Odjehlit po frézování	460-2498	60,-	4,66
020	663 4435	Upnout - vyrovnat Soustružit tělo na míru 227 ^{+0,2} Soustružit ø 68N7 na ø 67 Výhrubovat ø 67,65 Vystružit ø 67,95 Srazit hranu 0,6 x 45° Srazit hranu 1,6 x 45° Soustr. zářích 2,65H13/ ø 71H12 Vystružit ø 68N7 Očistit vzduchem	530-2745	120,-	14,29

Tab. 3.-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
030	663 4435	Upnout - vyrovnat Soustružit ϕ 47N7 na ϕ 46 Srazit hranu $1 \times 45^\circ$ Výhrubovat ϕ 46,7 Vystružit ϕ 46,95 Soustr. zápih 1,85H13/ ϕ 49,5H12 Vystružit ϕ 47N7 Očistit vzduchem	530-2746	120,-	6,67
040	663 5227	Upnout - vyrovnat Frézovat plochu na míru 55 Odjehlit po frézování	460-2506	60,-	2,07
050	663 5137	Upnout - vyrovnat Frézovat plochu na míru 55 a 74 Odjehlit po frézování	460-2506	60,-	2,50

Tab. 3-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
060	663 5227	Upnout - vyrovnat 4 x přestavit přípravek Frézovat plochu na míru 62 Frézovat plochu na míru 100 Frézovat plochu na míru 117 Frézovat plochu na míru 120	460-2566	60,-	4,66
070	663	Odjehlít 4 plochy po frézování		10,-	1,20
080	663 4645	Upnout - vyrovnat 3 x vrtat ϕ 5 pro M6 3 x srazit hranu pro závit 3 x řezat závit M6 Otočit přípravek 2 x vrtat ϕ 10,2 pro M12 (řez E-E) 2 x srazit hranu pro závit 2 x řezat závit M12 Otočit přípravek Vrtat ϕ 10,4 pro M12 x 1,5 Srazit hranu pro závit	570-6423	180,-	50,70

Tab. 3.-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
		Řezat závít M12 x 1,5 Otočit přípravek Vrtat ϕ 16,4 pro M18 x 1,5 Srazit hranu pro závít Řezat závít M18 x 1,5 SH8 Otočit přípravek 8 x vrtat ϕ 6,7 pro M8 8 x srazit hranu pro závít 8 x řezat závít M8 Vrtat ϕ 9 pro ϕ 10H7 Vyhrubovat ϕ 9,8 Vystružit ϕ 9,98 Vystružit ϕ 10H7 Přejet a dtte Vrtat ϕ 15 pro ϕ 16H7 Vrtat ϕ 15 rovné dno			

Tab. 3.-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
		3 Vyhrubovat ϕ 15,8 průběžně Vystružit ϕ 15,98 průběžně Vystružit ϕ 16H7 průběžně Vrtat ϕ 28H7 na ϕ 27 Vrtat ϕ 27 rovné dno Vyhrubovat ϕ 27,75 průběžně Vystružit ϕ 27,98 průběžně Vystružit ϕ 28H7 průběžně Otočit přípravek Vrtat ϕ 10,4 pro M12 x 1,5 Srazit hranu pro závit Řezat závit M12 x 1,5 2 x vrtat ϕ 10,2 pro M12 (řez D-D) 2 x srazit hranu pro závit 2 x řezat závit M12 Skříň vyjmout z přípravku a očistit vzduchem			

Tab. 3.-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
090	663 4645	Upnout - vyrovnat Vrtat ø 28,25 pro M30 x 1,5 Srazit hranu pro závit Řezat závit M30 x 1,5 SHS Otočit přípravek Zarovnat čelo úhl.15° na míru 15 Vrtat ø 16,4 pro M18 x 1,5 Srazit hranu pro závit Řezat závit M18 x 1,5 SHS Otočit přípravek 4 x vrtat ø 8,4 pro M10 (řez BaC) 4 x srazit hranu pro závit 4 x řezat závit M10 Očistit vzduchem	570-6425	60,-	12,-

Tab. 3.-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
100	662 9421	Odjehlit všechny výběhy uvnitř skříně a vnitřek skříně a závitu zbarvit nečistot		10,-	3,-
110	663 6236	Odmastit			
	986	Kontrola			

Postup obrábění je rozčleněn do jedenácti operací, z nichž deset je zaměřeno na vlastní obrábění skříně. Nejrozsáhlejší jsou operace čísla osm a devět, které se provádí na otočné radiální vrtačce. V poslední operaci se provádí odmaštění součásti.

Hlavní nevýhodou stávající technologie obrábění je velký počet nutných obráběcích strojů. Vzhledem k tomu, že v dílně 663 - obrobna je použito technologického uspořádání pracovišť, vznikají značné nároky na mezioperační dopravu a skladovací prostory. S vysokým počtem obráběcích strojů souvisí také značné množství výrobních dělníků. Z velkého počtu operací vyplývá potřeba množství přípravků, jejichž výroba a údržba je dosti nákladná. Celková spotřeba času potřebného pro obrobení součásti je představována těmito hodnotami:

- jednotkový čas s přírážkou
času směnového

$$t_{AC}=101,75 \text{ minut}$$

- dávkový čas s přírážkou
času směnového

$$t_{BC}=740,00 \text{ minut}$$

Z uvedených skutečností je zřejmé, že snaha o racionalizaci obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 dvanáctiřádkového jednetícího adaptéru cukrové řepy pro jarní samechod NUCS má své opodstatnění v nízkém stupni efektivnosti dosavadního způsobu výroby.

4. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

Cílem nově navrhované technologie je odstranit nedostatky stávajícího způsobu obrábění. Při návrhu jsem vycházel z následujících požadavků:

- snížení počtu používaných obráběcích strojů
- snížení počtu výrobních dělníků
- zkrácení jednotkového a dávkového času
- snížení nákladů na manipulaci a mezioperační dopravu
- zvýšení přesnosti obrábění
- zvýšení kultury, hygieny a bezpečnosti práce.

Těmto požadavkům nejlépe odpovídají číslíkové řízené stroje a proto jsem se rozhodl pro jejich využití při řešení problému racionalizace obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3.

4.1 Rozbor výkresové dokumentace

Skřín č.v. 532-0-3253-208-3, jejíž výkres je zařazen jako příloha č.1, je odlitek značné členitosti a s velkým množstvím obráběných konstrukčně technologických prvků. Je vyroben litím pod tlakem, což zaručuje jeho přesnost.

Materiál odlitku je slitina Al-Si13-Mn (Silumin) 42 43 30.03 . Hmotnost odlitku je 3,140 kg. Třída obrobitelnosti slitiny je 12d.

Na skříně se obrábí celkem deset rovinných ploch, šest přesných otvorů, dvacetčtyři závitů a dva vnitřní zápichy. Obráběné konstrukčně technologické prvky jsou na obrobku orientovány v devíti různých směrech.

Vzhledem k funkci součástí v montážní skupině nelze na ní provádět žádné konstrukční změny, které by mohly zjednodušit technologický postup obrábění.

Pro snazší orientaci na výkrese součástí jsem zavedl označení jednotlivých obráběných ploch písmeny velké abecedy a konstrukčně technologických prvků na těchto plechách písmenem příslušné plochy a arabskou číslicí označující číslo prvku.

4.2 Volba obráběcího stroje

Pro obrábění součástí skříňového tvaru je nejvhodnějším obráběcím strojem obráběcí centrum horizontkového typu. V n.p. Agrestroj Jičín jsou instalována dvě obráběcí centra. Jsou to centrum PQH 50 se systémem NS 470 a centrum PQH 50A - provedení P4 se systémem NS 471.02, jejichž výrobcem je n.p. ZPS Gettwaldov. Při rozhodování, který z těchto strojů je pro obrábění skříňě č.v. 532-0-3253-208-3 vhodnější, jsem vycházel z těchto základních parametrů:

- velikosti upínací plochy stolu
- pohyb v osách X,Y,Z
- velikost a počet poloh otočného stolu
- vzdálenost osy vřetene od upínací plochy stolu
- vzdálenost čela vřetene od osy otočného stolu
- rozsah otáček a posuvů
- výkon stroje
- počet nástrojů v zásobníku
- rozměry stroje.

Většina uvedených parametrů z hlediska dané součásti u obou strojů vyhovuje. FQH 50A provedení P4 má však oproti FQH 50 tyto přednosti:

- a) je vybaveno zvýšenou otáčkovou řadou (materiál obrobku je hliníková slitina a při obrábění těchto materiálů se používají vysoké rezné rychlosti)
- b) má větší průměr otočného stolu a to umožňuje případné upnutí dvou různě orientovaných součástí v jednom přípravku
- c) je vybaveno zařízením pro chlazení nástrojů a kryty otočného stolu (obrábění hliníkových slitin vyžaduje použití chladicí kapaliny, která zabráňuje vzniku nárůstku na břitech nástrojů).

Po posouzení těchto skutečností jsem se rozhodl použít pro obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 obráběcího centra FQH 50A provedení P4 se systémem NS 471.02.

Charakteristika zvoleného stroje

Obráběcí centrum FQH 50A je číslicově řízený stroj určený pro frézování, vrtání, vyvrtávání, vystružování a řezání závitů u skříňových, nepravidelných a plochých součástí. Pomocí otočného upínacího stolu lze obrábět z více stran při jednom upnutí. Stroj je vybaven zařízením pro automatickou výměnu nástrojů z třicetimístného zásobníku.

Centrum se skládá z vlastního stroje, hydraulického agregátu, mazacího a chladícího agregátu vřeteníku, skříně přizpůsobovacích a silových obvodů a příslušné elektrické a hydraulické instalace.

Řízení ve třech na sebe kolmých souřadných osách se provádí pomocí skříně číslicové řídicího systému Tesla NS 471.02 .

Hlavní technické parametry FQH 50A provedení P4

Upínací plocha otočného stolu	mm	630
Podélný pohyb stolu v ose X	mm	800
Svislý pohyb vřeteníku v ose Y	mm	800
Příčný pohyb stolu v ose Z	mm	630
Vzdálenost osy vřetena od upí- nací plochy stolu - ve směru osy Y	mm	50/850/min/max
Vzdálenost čela vřetena od osy otočného stolu - ve směru osy Z	mm	190/820/min/max
Počet poloh otočného stolu		72
Pootáčení otočného stolu		po 5°
Rozsah otáček vřetena		14 - 2000
Počet stupňů otáček vřetena		87
Největší hmota obrobku včetně upínacího přípravku	kg	1000
Rozsah plynule měnitelných posuvů vřeteníku	mm/min	10 - 2000
Rychloposun vřeteníku	mm/min	10000
Počet nástrojů v zásobníku	ks	30
Čas výměny nástroje	sec.	8
Provozní příkon stroje	kW/kVA	22/26

Hlavní technické parametry systému Tesla NS 471,02

Druh provedení	trvalý
Programování	absolutní i přírůstkové
Informační medium	osmistopá děrná páska
Použitelný kód	EIA 8b RS 244 nebo ISO (přepínatelné)
Maximální rychlost čtení	300 zn/sec vpřed, 450 zn/sec vzad
Rozsah odměřování	0 - 9999,999 mm
Odměřovací jednotka	0,001 mm
Druh interpolace	lineární a kruhová po kvadrantech
Pracovní posuv	1 - 2000 mm/min
Rychleposuv	do 10 m/min
Minimální programovaná míra	0,001 mm
Počet korekčních přepínačů	10 + 40
Rozsah korekčních přepínačů	10 x $\pm 99,999$ mm 40 x $\pm 999,99$ mm
Počet řízených os	4
Počet os programovatelných v jednom bloku	2 (v pevných cyklech 3)

4.3 Nové členění technologického postupu obrábění

Zhotovení dané součásti v předepsané kvalitě a tolerancích předpokládá dodržení základních technologických zásad platných pro tvorbu technologických postupů pro obráběcí centra. Hlavním znakem navrženého postupu má být komplexní obrobění součásti při minimálním počtu upnutí. Sled pracovních úkonů je v podstatě stejný jako při obrábění na konvenčních obráběcích strojích a zachovává se následující pořadí:

- hrubování frézovaných ploch a větších vybrání otvorů a drážek
- dokončování frézovaných ploch, zhotovení vybrání drážek
- navrtání, vrtání, vyvrtávání a řezání závitů
- vystražování a dokončování přesných otvorů nožem.

Dokončování přesných otvorů v toleranci IT 6-8 se má provádět jako konečná operace, kdy je nejmenší možnost vzniku úchylek, způsobených tepelnou a tvarovou deformací při obrábění součástí.

Zplna je možné vrtat otvory do ϕ 30 mm, větší otvory se vyvrtávají dalším nástrojem.

Navrtává se do takové hloubky, že se současně srazí hrana otvoru nebo závitu.

Pro dosažení požadované přesnosti výroby je nutné zajistit možnost přesného ustavení součásti. Z tohoto důvodu navrhuji ponechat první operaci totožnou se stávajícím technologickým postupem. Obrobené plochy "A" a "J" budou sloužit jako základny pro ustavení součásti v upínacím přípravku při obrábění na FQH 50 A.

Při respektování těchto zásad jsem navrhl nové členění technologického postupu obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3. Podstatnou část obrábění jsem soustředil v operacích 020 a 030, prováděných na obráběcím centru FQH 50 A. Navržený technologický postup je uveden v tab. 4.3-1. Označení poloh je totožné s obráběnými stěnami.

V další části práce se budu zabývat rozpracováním operací 020 a 030 pro obráběcí centrum.

Tab. 4.3 - 1 Technologický postup

Op. č.	Poloha	Stroj	Popis práce	
1	2	3	4	
010	J	FA-5H	Upnout - vyrovnat Frézovat plochu na kótu $138^{+0,5}_{-1}$ Otočit přípravek	
	A		Frézovat plochu na kótu 125 Odjehlit po frézování	
020	A	FQH 50A	Navrtat pro M 10 Vrtat ϕ 8,4 Řezat závit M 10 Otočit o 75°	4x 4x 4x
	B		Frézovat náboj pro M30 x 1,5 Navrtat Vrtat ϕ 10,5 Vyvrtat ϕ 28,5 Srazit hranu Řezat závit M30 x 1,5 Otočit o 15°	
	CD		Frézovat náboj R10 na míru 100 Frézovat náboj R17 na míru 62 Navrtat pro M18 x 1,5 Navrtat pro M12 x 1,5 Vrtat ϕ 10,5 Řezat závit M12 x 1,5 Vrtat ϕ 16,5 Řezat závit M18 x 1,5 Otočit o 180°	

Tab. 4.3 - 1 pokračování

1	2	3	4
030	E		Frézovat náboj R15 na míru 117 Navrtat Vrtat ϕ 10,5 Řezat závit M12 x 1,5 Otočit α 75°
	F		Frézovat náboj R15 na míru 85 Navrtat Vrtat ϕ 16,5 Řezat závit M18 x 1,5 Otočit α 15°
	GH	FQH 50A	Frézovat náboj ϕ 85 na míru $227^{+0,2}$ Hrubevat otvor ϕ 68N7 na ϕ 66 Frézovat plochu na míru 55 Navrtat pro M12 2x Vrtat ϕ 10,2 2x Řezat závit M12 2x Otočit α 90°
	I		Frézovat plochu na míru 70 Navrtat pro M12 2x Vrtat ϕ 10,2 2x Řezat závit M12 2x Otočit α 90°
	J		Navrtat pro ϕ 28 H7 1x Navrtat pro ϕ 16 H7 1x Navrtat pro ϕ 10 H7 2x

1	2	3	4
			Navrtat pro M8 8x
			Vrtat ϕ 26 pro ϕ 28 H7
			Vrtat ϕ 15 pro ϕ 16 H7
	K		Hrubovat ϕ 47 H7 na ϕ 45
			Hrubovat ϕ 47 H7 na ϕ 46,6
			Srazit hranu
			Frézovat zápich 1,85 H13
			Dokončit ϕ 47 H7
	J		Vrtat ϕ 6,8 8x
			Řezat závit M8 8x
			Vrtat ϕ 9 pro ϕ 10 H7 2x
			Hrubovat ϕ 10 H7 na ϕ 9,8 2x
			Vystružit ϕ 10 H7 2x
			Zarovnat dno u ϕ 28 H7
			Zarovnat dno u ϕ 16 H7
			Srazit hrany
			Hrubovat ϕ 16 H7 na ϕ 15,75
			Vystružit ϕ 16 H7
			Hrubovat ϕ 28 H7 na ϕ 27,7
			Vystružit ϕ 28 H7
			Otočit o 180°
	G		Navrtat pro M6 3x
			Vrtat ϕ 5 pro M6 3x
			Řezat závit M6 3x
			Hrubovat ϕ 68 H7 na ϕ 67,6
			Srazit hranu
			Frézovat zápich 2,65 H13
			Dokončit ϕ 68 H7
040			Odjehlit
			Odmastit

5. TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA PRO OBRÁBĚCÍ CENTRUM

Řízení a realizace řezného procesu probíhá u číslíco-
vě řízených strojů bez účasti člověka, který jej pouze
organizuje, kontroluje a v potřebném rozsahu na něj
dohlíží. Proto je nutné, aby program na NC stroje obsaho-
val podrobný soubor všech technologických, geometrických
a pomocných informací v předepsaném rozsahu. Na kvalitě
vypracovaného řídicího programu závisí i výrobnost stroje,
kterou ve většině případů pro danou vyděrovanou pásku
nelze měnit, proto je nutné tvorbě řídicího programu
věnovat maximální pozornost.

Číslícově řízené stroje lze programovat ručně nebo
použít strojního způsobu programování. V podmínkách
zpracování diplomové práce bylo možno použít pouze ručního
způsobu programování. Při ručním programování je nutno
pracovat přesně a hlavně bez chyb, protože případné chyby
mají vážné důsledky a nemohou být eliminovány žádnou
automatickou kontrolou.

Postup ručního zpracování programu pro obráběcí
centrum lze rozdělit na tyto fáze:

- a) vyřešení upnutí obrobku
- b) zpracování programového postupu
- c) zpracování souřadnicového listu
- d) zpracování programového listu
- e) vyděrování děrné pásky
- f) odladění řídicího programu

V dalších kapitolách se budu zabývat zpracováním
těchto fází.

5.1 Vyřešení upnutí obrobku

V první fázi přípravy programu jsem po prostudování výkresu součásti spolu s technologickým postupem navrhl, jak bude součást orientována na stroji a jak bude upnuta. Upnutí obrobku musí zajistit:

- přístup nástrojů k obráběným konstrukčně technologickým prvkům
- pro každou obráběnou součást v dávce ustavení do stejné polohy, vzhledem k počátku souřadných os stroje
- dostatečnou pevnost upnutí, aniž by docházelo k nežádoucím deformacím obrobků.

Návrhy konstrukce upínacích přípravků jsem konzultoval s pracovníky konstrukce přípravků v n.p. Agrostroj Jičín a řídil se jejich připomínkami.

Rychlé a přesné ustavení a upnutí obrobku v přípravku umožňuje předchozí obrobění základních technologických ploch "A" a "J" na konvenčním obráběcím stroji (horizontální frézce FA-5H) v operaci 010.

Upínací přípravek č.v. 0-KOM-OM-093/01 zkonstruovaný pro upnutí v operaci 020 je zařazen jako příloha č. 2. Skříň je umístěna na třech pevných opěrách (pos. 18) a dvou stavitelných opěrách (pos. 20) ve výšce 125 mm nad plochou otočného stolu. V podélném směru je přesné ustavení zajištěno dorazem (pos. 22), ke kterému je skříň přitlačována šroubem (pos. 13).

Ustavení skříně v příčném směru je zabezpečeno kuželovou podložkou (pos. 6), centrující polehu otvoru "G1". Podložka (pos. 6) slouží zároveň jako silový prvek upnutí. Tuhost upnutí dále zajišťuje upínka (pos. 19). Celý přípravek je konstruován jako svařenec.

Přípravek č.v. 0-KOM-OM-093/02, zařazený jako příloha č. 3 je navržen pro upnutí v operaci 030. Protože na obrobku jsou plochy "H" a "I" obráběny pod úhlem 23° , a upínací stůl stroje PQH 50 A má dělení poloh po 5° , rozhodl jsem se navrhnout přípravek ve kterém jsou upnuty dva obrobky. Obrobky jsou umístěny ve výšce 125 mm nad plochou otočného stolu, na stojínách (pos. 2). K přesnému polohování slouží kolíky (pos.13), na které se ustaví skříň již obrobenými závity A1-A4. Tuhost upnutí je zajištěna upínkou (pos. 11) a přitlačnou opěrkou (pos. 16). Spojení jednotlivých částí přípravku je provedeno převážně pomocí rozebíratelných závitových spojů.

Po vykonání operace 030 se provede záměna polohy obou skříní upnutých v přípravku a operace 030 se bude opakovat. Po opakovaném vykonání operace 030 budou obě skříně zcela obrobeny a bude následovat jejich odmaštění v operaci 040.

Při konstrukci obou přípravků jsem dbal na snadnou možnost ustavení a vyjímání obrobku. Postup upínání v operaci 020 je následující:

- umístit skříň na opěry (pos.18), vyrovnat pomocí stavitelných opěr (pos.20) a přitlačit šroubem (pos. 13) k dorazu (pos.22)
- utažením matice centrovat podležkou (pos.6) polohu skříně v příčném směru
- utáhnout napevno šroub (pos.13)
- maticí (pos.15) utáhnout upínku (pos.19)

Postup upínání v operaci 030 je následující:

- ustavit skříň na kolíky (pos.13)
- otočit most (pos.6) o 90° a utáhnout maticí (pos.18)
- utáhnout přitlačnou opěrku (pos.16) šroubem (pos.15)
- zasunout upínku (pos.11) do skříně a utáhnout maticí (pos.19)
- opakovat postup u druhé skříně.

Postup vyjímání obrobku je u obou upnutí reciproký.

5.2 Zpracování programového postupu

Programový postup se zpracovává do předtištěných formulářů. V tabulce 5.2-1 je uveden programový postup pro první a v tabulce 5.2-2 pro druhé upnutí.

Tab.5.2 - 1

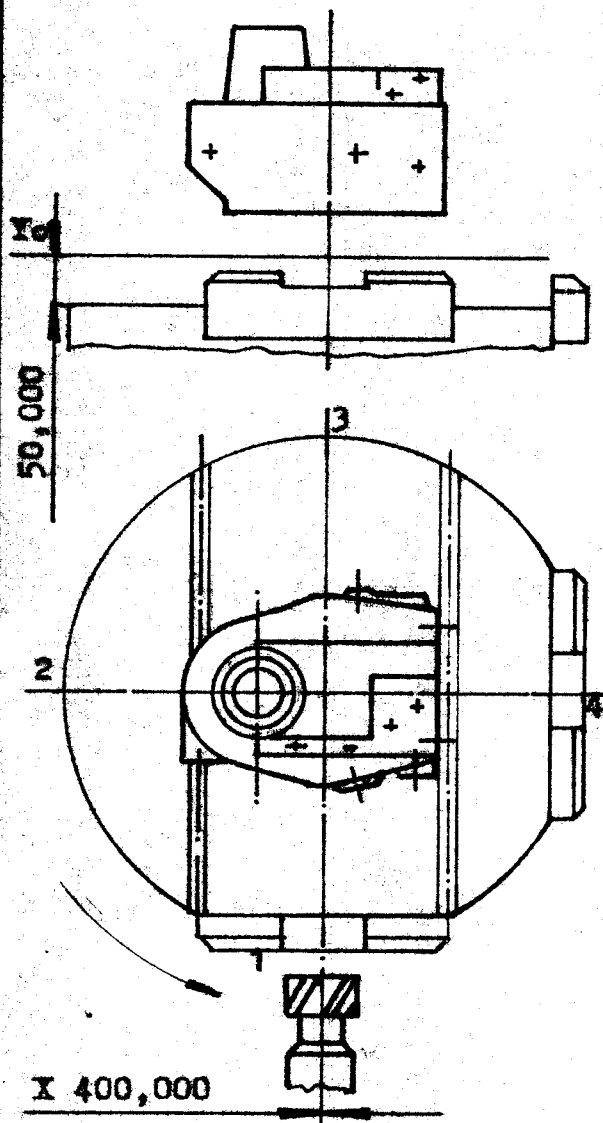
PROGRAMOVÝ POSTUP

seřazení	číslo pásky	číslo přípravku	počet nástn
	0001	8-KON-OM-093/01	11

náčrt upnutí

nástrojová sestava

č.	nástroj	d	L	K ₁	K _d
01	navrtávák	20	180	11	
02	vrták	8,4	200	12	
03	sávitník	M10	200	13	
04	fréza	63	140	14	
05	vrták	10,5	200	15	
06	nůž	28,5	170	16	
07	sávitník	M30x1,5	240	17	
08	sávitník	M12x1,5	170	18	
09	vrták	16,5	235	19	
10	sávitník	M18x1,5	200	20	
11	fréza	40	220	21	

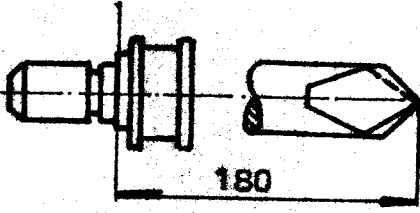
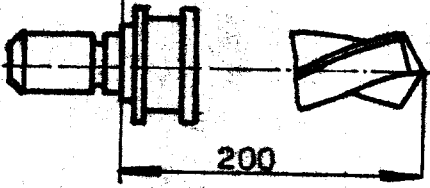
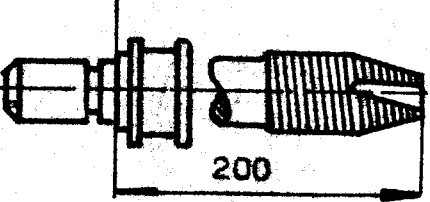
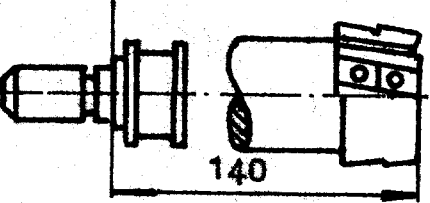
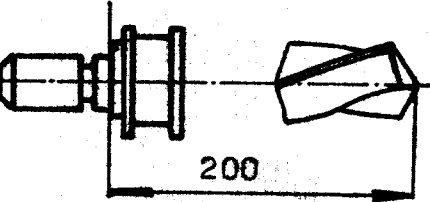


X 400,000

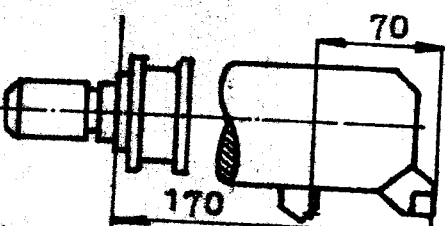
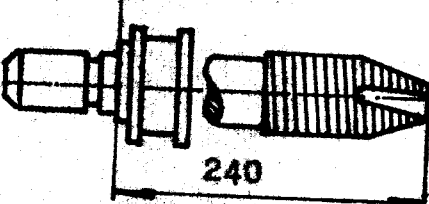
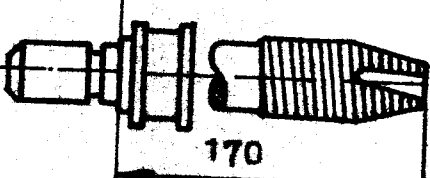
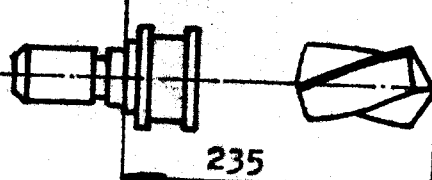
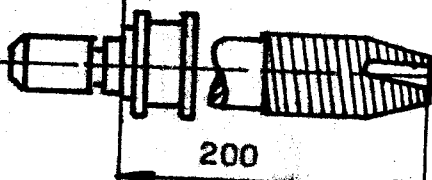
poleha	4
stolu	

součást	stroj	číslo výkresu	upnutí
skříň	FQH-50 A	532-0-3253-208-3	I.

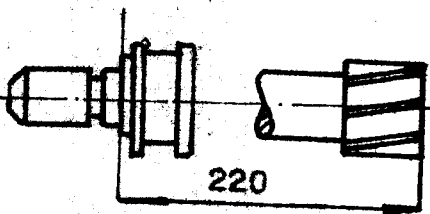
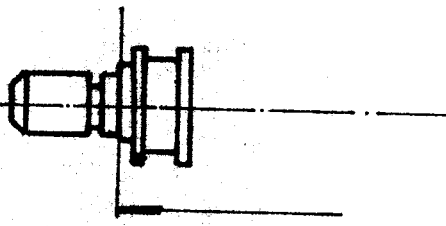
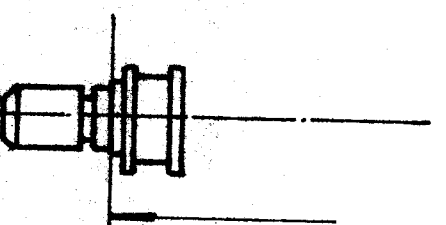
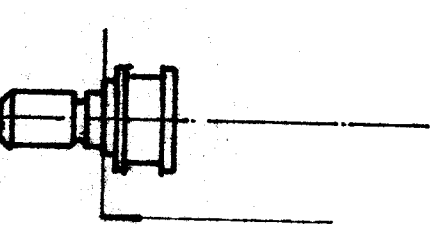
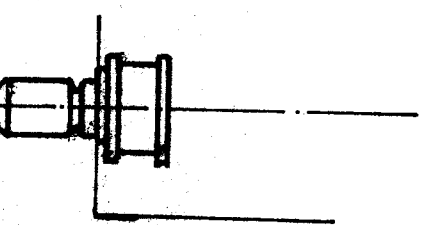
Tab. 5.2 - 1 pokračování

NAVRTÁVÁK		Ø 20				10002	
Pol.A navrtat M10						ot.	1180
Pol.B navrtat M30x1,5						S	78
Pol.CD navrtat M18x1,5						F	220
navrtat M12x1,5						Δ r	
Pol.E navrtat M12x1,5						Kd	
Pol.F navrtat M18x1,5							
Lprog	Lskut	K1	11	Δ1			
VRTÁK		ČSN 221140		Ø 8,4		10024	
Pol.A vrtat pro M10				200		ot.	1800
						S	85
						F	280
						Δ r	
						Kd	
Lprog	Lskut	K1	12	Δ1			
ZÁVITNÍK		ON 223044		Ø M10		60026	
Pol.A řezat závit M10				200		ot.	180
						S	45
						F	250
						Δ r	
						Kd	
Lprog	Lskut	K1	13	Δ1			
FRÉZA ČELNÍ		ČSN 222460		Ø 63		50053	
Pol.B frézovat náboj pro M30x1,5				140		ot.	1060
Pol.CD frézovat náboj R10 na míru 100 a R17 na míru 62						S	76
						F	1000
						Δ r	
						Kd	
Lprog	Lskut	K1	14	Δ1			
VRTÁK		ČSN 221140		Ø 10,5		10026	
Pol.B vrtat Ø 10,5 pro M30x1,5				200		ot.	1400
Pol.C vrtat pro M12x1,5						S	80
Pol.E vrtat pro M12x1,5						F	240
						Δ r	
						Kd	
Lprog	Lskut	K1	15	Δ1			

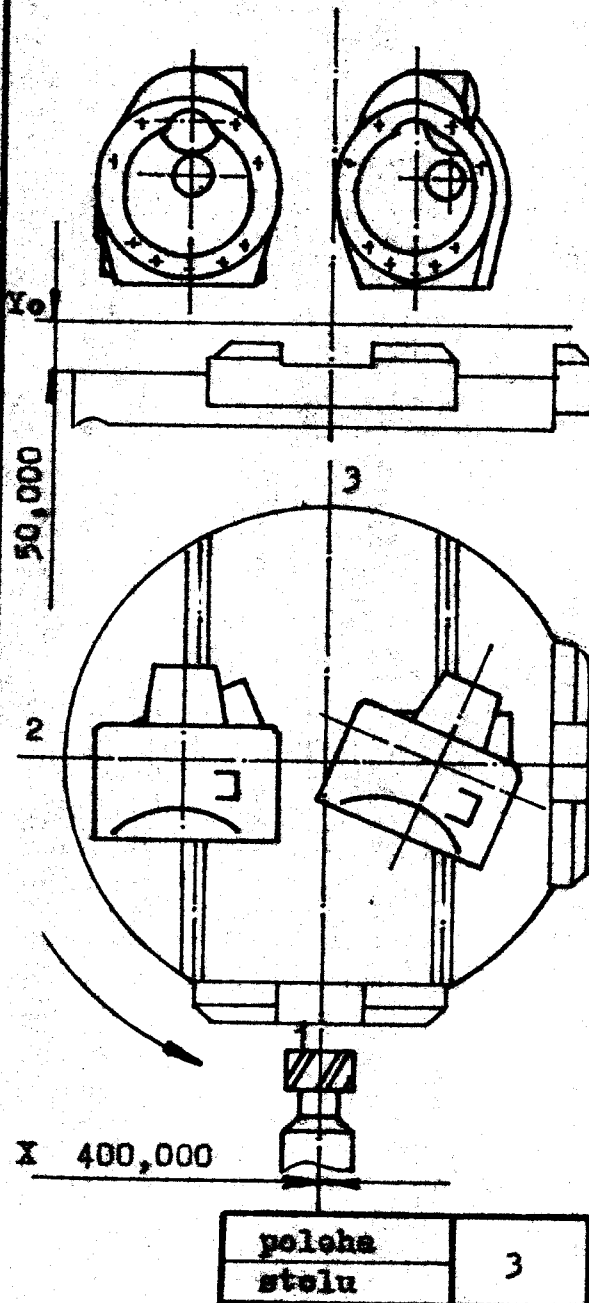
Tab. 5.2 - 1 pokračování

VYVRTÁVACÍ NOŽ			28,5		20150			
Pol.B vrtat ϕ 28,5 pro M30x1,5					ot.	170		
S					44			
F					90			
Δ_r								
Lprog	Lskut		K ₁ 16	Δ_1	K _d			
ZÁVITNÍK M30x1,5			30		60346			
Pol.B řezat závit M30x1,5					ot.	50		
S					23			
F					75			
Δ_r								
Lprog	Lskut		K ₁ 17	Δ_1	K _d			
ZÁVITNÍK M12x1,5			ON 223043 ϕ M12		60161			
Pol.C řezat závit M12x1,5					ot.	140		
Pol.B řezat závit M12x1,5					S	41		
					F	200		
					Δ_r			
Lprog	Lskut		K ₁ 18	Δ_1	K _d			
VRTÁK			ČSN 221140 ϕ 16,5		10332			
Pol.D vrtat ϕ 16,5 pro M18x1,5					ot.	1000		
Pol.F vrtat ϕ 16,5 pro M18x1,5					S	75		
					F	250		
					Δ_r			
Lprog	Lskut		K ₁ 19	Δ_1	K _d			
ZÁVITNÍK M18x1,5			ON 223043 ϕ M18		60172			
Pol.D řezat závit M18x1,5					ot.	90		
Pol.F řezat závit M18x1,5					S	33		
					F	130		
					Δ_r			
Lprog	Lskut		K ₁ 20	Δ_1	K _d			

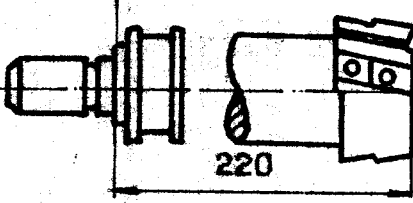
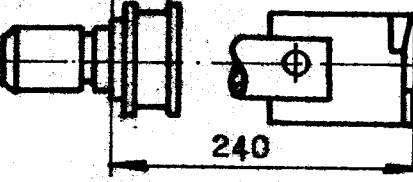
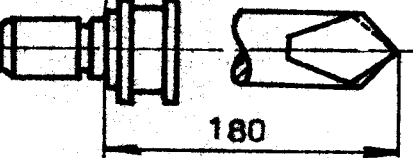
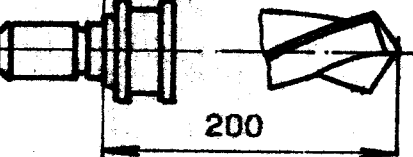
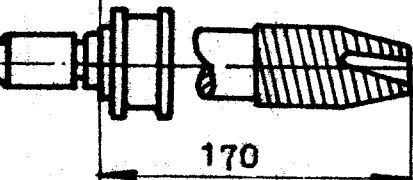
Tab. 5.2 - 1 pokračování

ČELNÍ PRÉŽA		ČSN 222142	6	40	50103	
Pol.E frézovat náboj R15 na míru 117					et.	280
Pol.F frézovat náboj R15 na míru 85					S	53
					F	140
					Δr	
Lprog	Lskut	K ₁	21	Δ ₁	K _d	
						
						
						
						
Lprog	Lskut	K ₁		1	K _d	
						
Lprog	Lskut	K ₁		1	K _d	

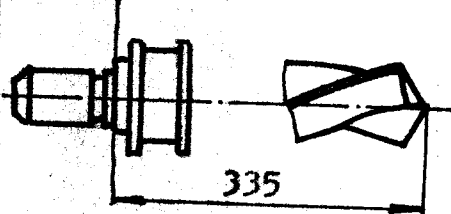
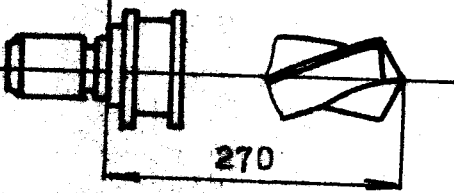
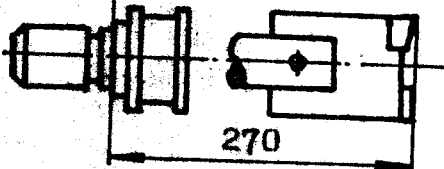
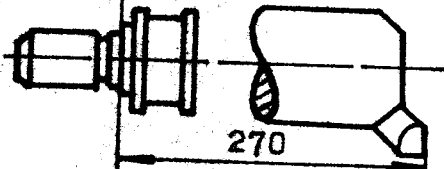
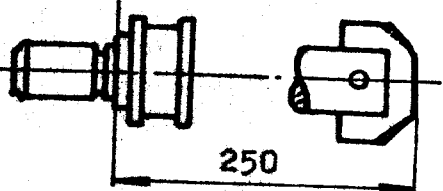
Tab. 5.2 - 2

PROGRAMOVÝ POSTUP											
seřazení	číslo pásky	číslo přípravku	počet nástr.								
	0002	0-KOM-OM-093/02	28								
náčrt upnutí		nástrojová sestava									
 Technical drawing showing three views of a workpiece: top, side, and front. Dimensions include 50,000, 400,000, and 3. A table below the drawing lists tool specifications. <table><tr><td>poloha</td><td>3</td></tr><tr><td>stolu</td><td></td></tr></table>		poloha	3	stolu		č.	nástroj	ø	L	K ₁	K _d
		poloha	3								
		stolu									
		01	fréza	40	220	12					
		02	nůž	66	240	11					
		03	navrtávák	20	180	13					
		04	vrták	10,2	200	14					
		05	závitník	M12	170	15					
		06	vrták	26	335	16					
		07	vrták	15	270	17					
		08	nůž	45	270	18					
		09	vyv.tyč	46,6	270	19					
		10	nůž	70	250	20					
		11	ket.pilka	40	255	21	01				
		12	vyv.tyč	47 N7	270	22					
		13	vrták	6,8	235	23					
		14	závitník	M8	190	24					
		15	vrták	9	245	25					
		16	výhrubník	9,8	240	26					
		17	výstružník	10 H7	160	27					
		18	vrták	26	325	28					
		19	vrták	15	260	29					
		20	výhrubník	15,75	300	30					
		21	výstružník	16 H7	310	31					
		22	výhrubník	27,7	320	32					
		23	výstružník	28 H7	330	33					
		24	vrták	5	215	34					
		25	závitník	M6	180	35					
26	vyv.nůž	67,8	220	36							
27	ket.pilka	40	205	37	02						
28	vyv.tyč	68 N7	260	38							
součást		stroj		číslo výkresu		upnutí					
skřín		FQH-50 A		532-0-3253-208-3		II.					

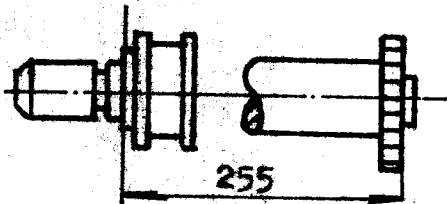
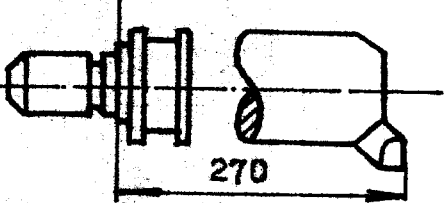
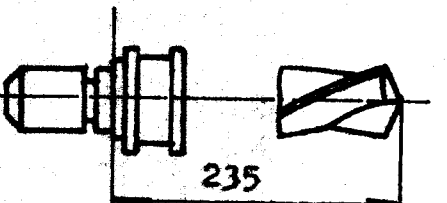
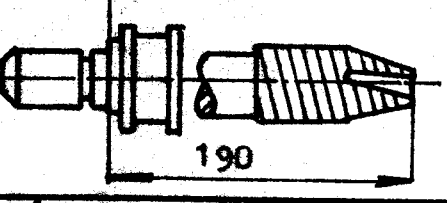
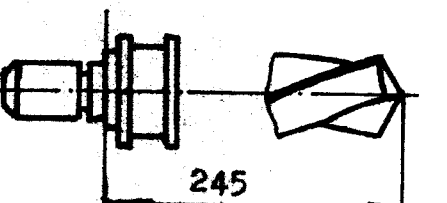
Tab. 5.2 - 2 pokračování

ČELNÍ FRÉZA		ČSN 222460	6	40	50103
Pol.GH frézovat náboj ϕ 85 na míru 227					
Pol.GH frézovat plochu H na míru 55					
Pol.I frézovat plochu I na míru 70					
Lprog	Lskut	K ₁	12	Δ_1	ot. 1800 S 85 F 1400 Δ_r K _d
VYVETÁVACÍ NŮŽ		ČSN 223817	6	66	20117
Pol.GH hrubovat ϕ 68 N7					
Lprog	Lskut	K ₁	11	Δ_1	ot. 355 S 56 F 250 Δ_r K _d
NAVRTÁVÁK			6	20	10002
Pol.GH navrt.pro M12 2x					
Pol.I navrt.pro M12 2x					
Pol.J navrt.pro ϕ 20H7 1x					
ϕ 16H7 1x; ϕ 10H7 2x; M8 8x					
Pol.GH navrt.pro M6 3x					
Lprog	Lskut	K ₁	13	Δ_1	ot. 1180 S 78 F 220 Δ_r K _d
VRTÁK		ČSN 221140	6	10,2	10026
Pol.GH vrtat ϕ 10,2 pro M12					
Pol.I vrtat ϕ 10,2 pro M12					
Lprog	Lskut	K ₁	14	Δ_1	ot. 1400 S 80 F 240 Δ_r K _d
ZÁVITNÍK		ON 223043	6	M12	60161
Pol.HG řezat závit M12					
Pol.I řezat závit M12					
Lprog	Lskut	K ₁	15	Δ_1	ot. 140 S 41 F 245 Δ_r K _d

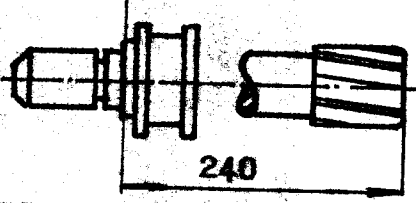
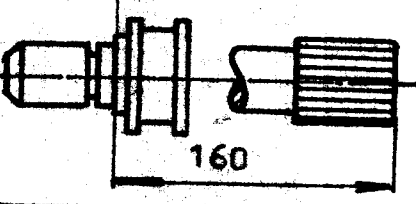
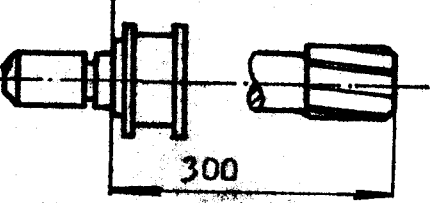
Tab. 5.2 - 2 pokračování

VRTÁK		ČSN 221140		6	26	10045
Pol.J vrtat pro ϕ 28 H7						
Lprog	Lekut	K ₁ 16	Δ_1		ot. 670 S 68 F 210 Δr K _d	
VRTÁK		ČSN 221140		6		15
Pol.J vrtat pro ϕ 16 H7						
Lprog	Lekut	K ₁ 17	Δ_1		ot. 1060 S 76 F 260 Δr K _d	
VRTACÍ NŮŽ		ČSN 223817		6		45
Pol.J hrubovat ϕ 47 N7 na ϕ 45						
Lprog	Lekut	K ₁ 18	Δ_1		ot. 530 S 64 F 250 Δr K _d	
VYVRTÁVACÍ TYČ				6		46,6
Pol.J hrubovat ϕ 47 N7 na ϕ 46,6						
Lprog	Lekut	K ₁ 19	Δ_1		ot. 335 S 56 F 150 Δr K _d	
NŮŽ NA HRANY				6		70
Srazit hrany						
Pol.J pro ϕ 47 N7						
Pol.GH pro ϕ 68 N7						ot. 1180 S 78 F 220 Δr K _d
Lprog	Lekut	K ₁ 20	Δ_1			

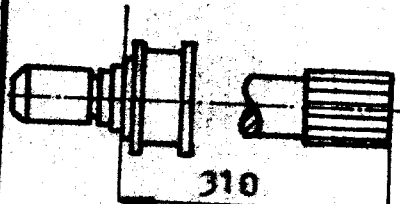
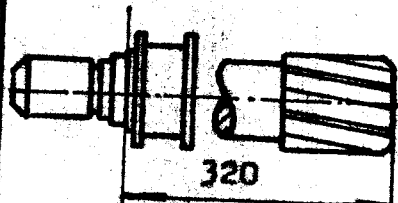
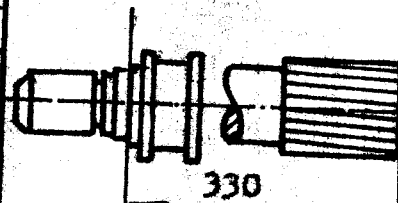
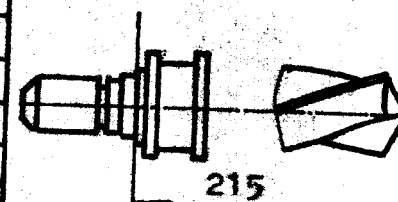
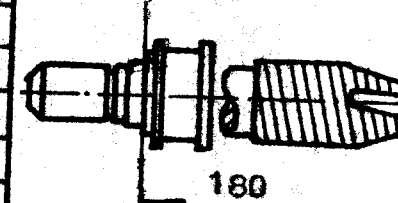
Tab. 5.2 - 2 pokračování

KOTOUČOVÁ PILA			ČSN 222910		ø	40	53434	
Pol.J frézovat zápich							ot.	2000
1,85 H13							S	83
na ø 49,5 H12							F	900
							Δ _r	
Lprog		Lskut	K ₁	21	Δ ₁		K _d	01
VYVRTÁVACÍ TYČ					ø		00003	
Pol.J dokončit ø 47 N7							ot.	300
							S	54
							F	45
							Δ _r	
Lprog		Lskut	K ₁	22	Δ ₁		K _d	
VRTÁK			ČSN 221140		ø	6,8	10023	
Pol.J vrtat ø 6,8 pro M8							ot.	2500
							S	85
							F	250
							Δ _r	
Lprog		Lskut	K ₁	23	Δ ₁		K _d	
ZÁVITNÍK			ON 223043		ø	M8	60020	
Pol.J řezat závit M8							ot.	224
							S	49
							F	280
							Δ _r	
Lprog		Lskut	K ₁	24	Δ ₁		K _d	
VRTÁK			ČSN 221140		ø	9	10025	
Pol.J vrtat ø 9 pro							ot.	1600
ø 10 H7							S	81
							F	240
							Δ _r	
Lprog		Lskut	K ₁	25	Δ ₁		K _d	

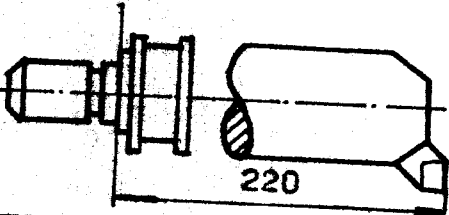
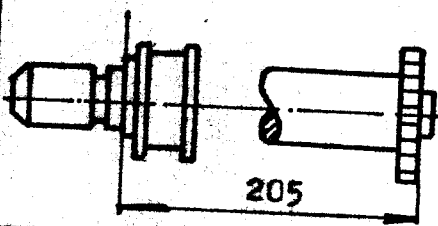
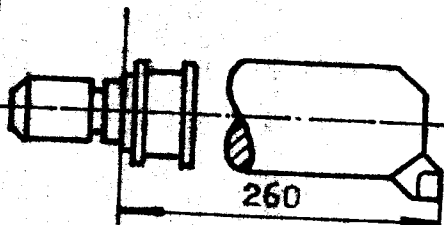
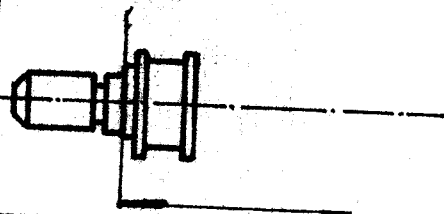
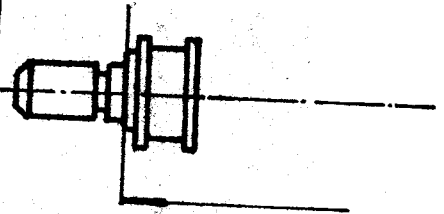
Tab. 5.2 - 2 pokračování

VÝHRUBNÍK		ČSN 221411	6	9,8	30001
Pol.J hrubovat ϕ 10 H7					
na ϕ 9,8					
Lprog	Lskut	K ₁	26	Δ_1	ot. 1800
VÍSTRUŽNÍK		ČSN 221446	6	10H7	S 82
Pol.J stružit ϕ 10 H7					F 630
					Δ_r
					K _d
Lprog	Lskut	K ₁	27	Δ_1	ot. 450
VRTÁK		ČSN 221140	6	26	S 61
Pol.J zarovnat dno		upraveno dle č.v.250-1186			F 180
u ϕ 28 H7					Δ_r
					K _d
Lprog	Lskut	K ₁	28	Δ_1	ot. 670
VRTÁK		ČSN 221140	6	15	S 68
Pol.J zarovnat dno		upraveno dle č.v.250-1185			F 210
u ϕ 16 H7					Δ_r
					K _d
Lprog	Lskut	K ₁	29	Δ_1	ot. 1060
VÝHRUBNÍK		č.v.330-723	6	15,75	S 76
Pol.J hrubovat ϕ 15,75					F 260
pro ϕ 16 H7					Δ_r
					K _d
Lprog	Lskut	K ₁	30	Δ_1	ot. 1060

Tab. 5.2 - 2 pokračování

VÝSTRUŽNÍK			č.v. 330-724		ø	16H7	00007
Pol.J stružit ø 16 H7							
Lprog		Lskut	K ₁	31	Δ _r	ot.	280
VÝHRUBNÍK			č.v. 330-726		ø	27,7	00011
Pol.J hrubovat ø 27.7 pro ø 28 H7							
Lprog		Lskut	K ₁	32	Δ _r	ot.	560
VÝSTRUŽNÍK			č.v. 330-727		ø	28H7	00012
Pol.J stružit ø 28 H7							
Lprog		Lskut	K ₁	33	Δ _r	ot.	160
VRTÁK			ČSN 221140		ø	5	10020
Pol.GH vrtat ø 5 pro M6							
Lprog		Lskut	K ₁	34	Δ _r	ot.	2800
ZÁVITNÍK			ON 223043		ø	M6	60014
Pol.GH řezat závit M6							
Lprog		Lskut	K ₁	35	Δ _r	ot.	300

Tab.5.2 - 2 pokračování

VYVRTÁVACÍ NŮŽ		ČSN 223817	Ø 67,8	20123	
Pol.GH hrubovat Ø 67,8 pro Ø 68 N7				ot. 300 S 54 F 200 Δr Kd	
Lprog	Lskut	K1	36	Δ1	
KOTOUČOVÁ PILA		ČSN 222910	Ø 40 <td colspan="2">53407</td>	53407	
Pol.GH frézovat zápích 2,65 H13 na Ø 71 H12				ot. 2000 S 83 F 900 Δr Kd	
Lprog	Lskut	K1	37	Δ1	02
VYVRT.TYČ HLADÍČÍ		PN 227035.02	Ø 68N7 <td colspan="2">20206</td>	20206	
Pol.GH stružit Ø 68 N7				ot. 250 S 51 F 150 Δr Kd	
Lprog	Lskut	K1	38	Δ1	
					
Lprog	Lskut	K1		1	Kd
					
Lprog	Lskut	K1		1	Kd

Úvodní list obsahuje sestavu nástrojů, schématické znázornění umístění součástí na otočném stole a počáteční polohu stolu.

Další listy programového postupu obsahují:

- skici jednotlivých použitých nástrojů
- název, průměr, kódovací číslo a délku nástroje
- popis práce nástroje v jednotlivých polohách
- údaje o řezných podmínkách
- čísla korekčních přepínačů.

Volba nástrojů

Nástrojové jednotky pro obrábění centra FQH 50A se skládají ze základních držáků, kódovacích kroužků, redukčních a prodlužovacích elementů a vlastních řezných částí. Při výběru nástrojů pro obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 jsem vycházel z Knihovny nástrojů, zpracované v n.p. ZPS Gottwaldov, kde každému kódovacímu číslu nástroje odpovídá určitý typ nástroje. Z Knihovny nástrojů lze vyčíst přesné určení nástroje, jeho skladbu, průměr a délku. Kódovací číslo slouží nejen pro dorozumění personálu, ale také pro identifikaci nástroje strojem.

Na obrábění součástí se vyskytuje několik konstrukčně technologických prvků, k jejich obrobení nelze použít nástroje obsažené v Knihovně nástrojů. Na obrobení těchto prvků jsem použil speciální nástroje zkonstruované v n.p. Agrostroj Jičín pro stávající technologický postup, osazené pomocí redukčních pouzder do držáků. Jedná se o nástroje kódovacích čísel 00001 - 00007; 00011; 00012.

Volba řezných podmínek

Při návrhu řezných podmínek jsem vycházel z doporučených hodnot řezných rychlostí pro jednotlivé způsoby obrábění a velikosti nástrojů doporučených Strojně technickou příručkou. Tyto hodnoty jsem konzultoval s pracovníky n.p. Agrostroj Jičín.

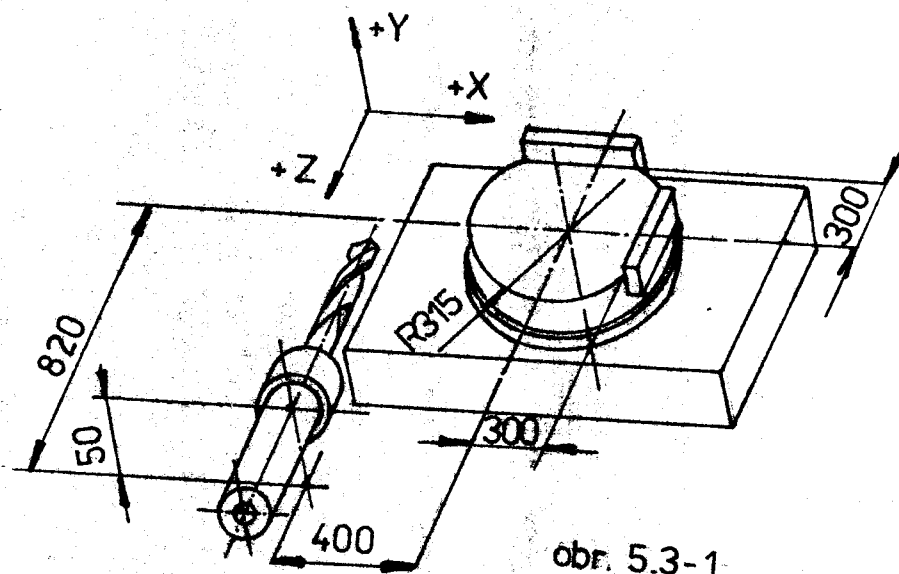
Vypočtené otáčky a posuvy jsem zaokrouhlil na nejbližší vhodné číslo a zapsal do formuláře programového postupu pod adresou "S" (kód otáček) a "F" (posuv/min).

Korekce

Ve formuláři jsem dále vyznačil čísla korekčních přepínačů, která budou použita v programu pro jednotlivé nástroje. Systém NS 471.02 má k dispozici 10+40 korekčních přepínačů ($10 \times \pm 99,999 \text{ mm}$ a $40 \times \pm 999,99 \text{ mm}$). Pro korekci průměrů nástrojů jsem použil přepínače 01 - 10 a pro korekci délky nástrojů přepínače 11 - 40. Skutečnou velikost korekce nastaví obsluha při obrábění prvního kusu dávky.

5.3 Zpracování souřadnicového listu

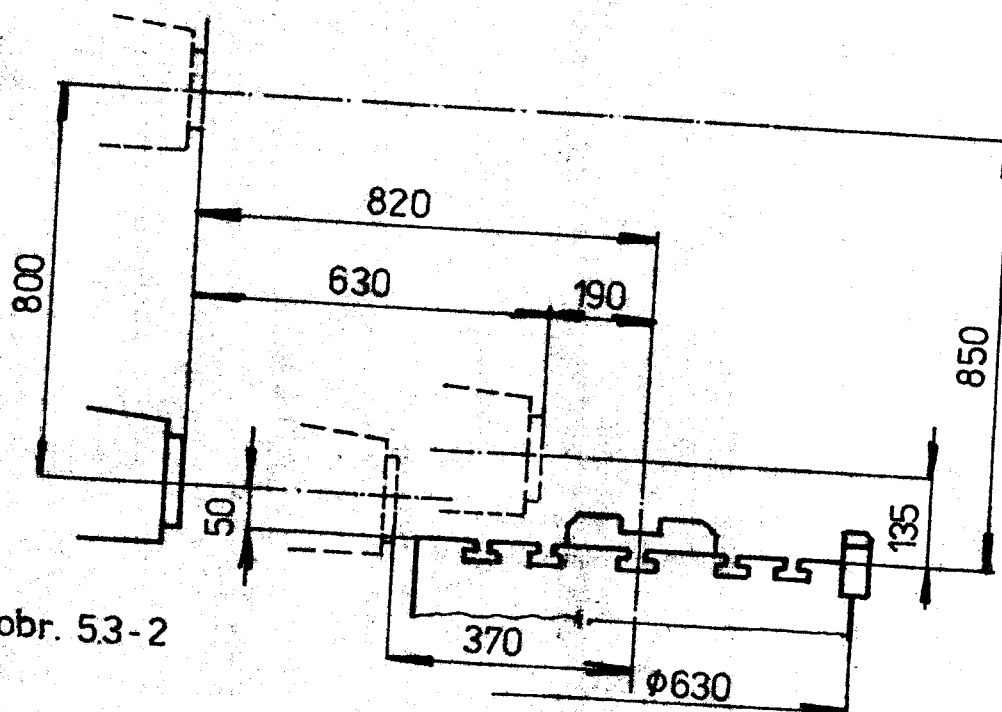
Souřadnicový list obsahuje geometrický popis dráhy nástroje při obrábění. Při výpočtu souřadnicových bodů je výhodné, bez ohledu na skutečný pohyb jednotlivých os, představit si včetně jako jediný pohybující se element stroje. Výpočet vychází z nulového referenčního bodu, jehož poloha je zřejmá z obr. 5.3-1.



obr. 5.3-1

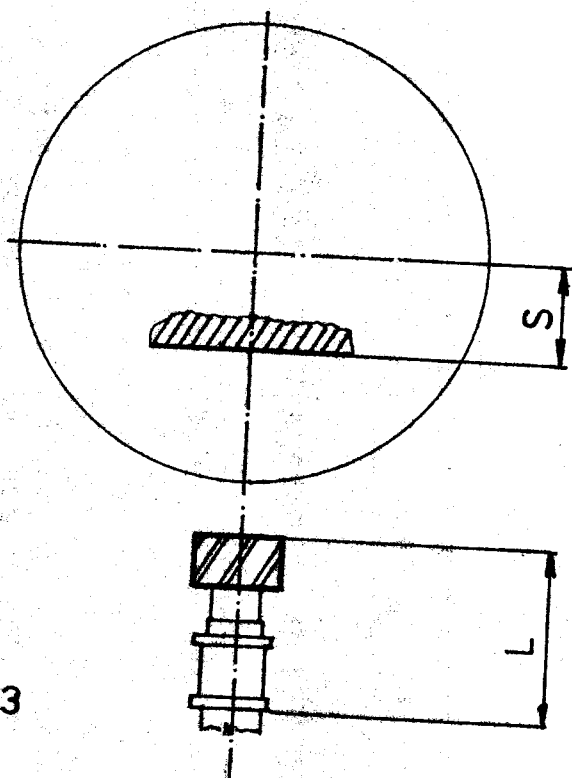
$X = 0$ když osa vřetena je 400 mm vlevo od osy stolu
 $Y = 0$ když je osa vřetena 50 mm nad rovinou stolu
 $Z = 630$ mm když je čelo vřetena 820 mm od osy stolu

Při výpočtu je třeba dbát na to, aby programovaná dráha nepřekročila rozsah pracovního prostoru stroje, uvedené na obr. 5.3-2.



obr. 5.3-2

Zvláštní pozornost je třeba věnovat určení souřadnice "Z", protože při obrábění prvního kusu jsou chyby v této souřadnici příčinou nepředvídaných kolizí. Určení souřadnice "Z" vyplývá z obr. 5.3-3.



obr. 5.3 - 3

$$Z_p = S + L - 190,000 \text{ /mm/}$$

- Z_p - počáteční souřadnice "z"
 S - vzdálenost povrchu dílce od osy stolu
 L - délka nástroje od opěrné plochy ke špičce nebo břítku
190 - je vzdálenost čela vřetena od osy stolu při nastavení osy "z" na souřadnici z000000

Hodnotu "z" je třeba při najíždění zvětšit o určitou vůli 3 až 5 mm, záleží na kvalitě peletovaru nebo předchozím opracování. Konečná souřadnice se u nástroje s osovým pohybem vypočte z hodnoty Z_p a hloubky vrtání.

$$Z_k = Z_p - H \quad /mm/$$

Z_k - konečná souřadnice "z"

H - hloubka obrábění

Souřadnicový list pro první upnutí je uveden na straně 45 a pro druhé upnutí na straně 46 a 47.

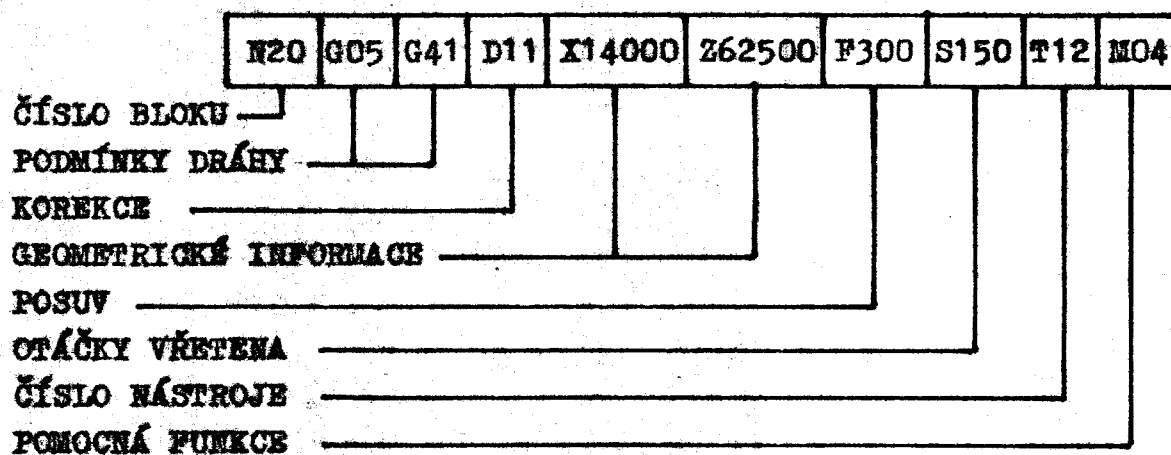
5.4 Zpracování programového listu

U číslíkové řízených strojů jsou všechny údaje potřebné pro obrobění součástí předávány do stroje v kódovaném tvaru. To znamená, že programování je převádění povelů pro stroj do kódovaného tvaru. Důležitá data pro zpracování programu jsou:

- a) upnutí dílce
- b) postup opracování
- c) nástroje pro opracování
a příslušná technologická data
- d) geometrie dílce

Zpracování těchto údajů jsem provedl v kapitolách 5.1; 4.3; 5.2; 5.3 .

Pro zjednodušení programování se vychází z toho, že všechny pohyby vykonává nástroj. Tak může být program sestaven bez ohledu na skutečné pohyby na stroji. Požadované pohyby nástroje se stanovují s ohledem na geometrii dílce a zapisují ve správném sledu. Ve vztahu k souřadnému systému stroje jsou dráhy nástrojů programovány jako souřadnice. Přitom musí být jednotlivé úseky spolu s technologickými daty zapsány jako znaky pro řízení. Z těchto znaků je sestaven program jako řada jednotlivých bloků. Každý blok je dále sestaven z dílčích znaků - slov. Příklad bloku je uveden na obr. 5.4-1.



Obr.5.4-1

Přípravu programu jsem zpracoval do programového listu. Na každém řádku programového listu je zapsán jeden blok a pro každé slovo, které je možné v bloku programovat je vyhrazen jeden sloupec.

Výpis programového listu pro operaci 020 (1.upnutí) je zařazen jako příloha č.4 a pro operaci 030 (2.upnutí) jako příloha č.5. Způsob zápisu programu a význam jednotlivých, v programu použitých, instrukcí je popsán v následující části práce.

Uspořádání vět

Věta začíná adresou "n" a číslem věty. Tato věta uvedená známkem "n" se nazývá věta vedlejší a tvoří převážnou část programu. Je-li věta uvedena známkem "!" nazývá se věta hlavní. Hlavní věta musí obsahovat všechny informace potřebné v další části programu, protože při přerušení programu (zlomení nebo výměna otupeného nástroje) se pokračuje v obrábění od této věty.

Délka vět a slov je proměnná, pořadí jednotlivých adres je však vhodné dodržovat.

Přípravné funkce G

Předvolba trajektorie dráhy

- g 00 rychloposuv - je používán při přemísťování nástroje v době kdy neobrábí. Dráha pohybu probíhá podle pravidel systému stavění souřadnic. Velikost rychloposuvu je závislá na použitém pohonu.
- g 01 lineární interpolace - v tomto režimu se pojíždí tak, že se vztažený bod nástroje pohybuje po přímé spojnici bodů rychlostí programovanou v adrese "f"
- g 05 praveúhlé řízení - používá se v případě, má-li nástroj projet po dráze rovnoběžné s osami stroje. Rychlost posuvu je opět uvedena pod adresou "f".

- g 61 kruhová interpolace
- g 62 kruhová interpolace
- g 14 určuje počet kvadrantů (čtyři kvadranty kružnice)

Volba korekcí

- g 40 mazání korekcí
- g 41 obsah korekčního registru se přičte 1x
- g 42 obsah korekčního registru se odečte 1x

Programování pevných cyklů

Pevné cykly jsou programovatelné pouze v souřadnici "z". Průběh cyklu lze rozdělit na tři fáze:

- a) rychloposuvem se dosáhne programovaných souřadnic v ose "x" a "y"
- b) pracovním posuvem se dosáhne programované souřadnice v ose "z"
- c) určeným posuvem se vyjede na souřadnici "z", která představuje referenční rovinu

Dráha nástroje při polohování os "x" a "y" probíhá podle pravidel pro pravouhlé řízení.

- g 80 mazání pevných cyklů
- g 81 vrtací cyklus
- g 82 zahlubovací cyklus
- g 84 užívá se při řezání závitů

Korekční registry

- d - korekční registry mají přiřazeny adresy - čísla 01-50. Programováním d00 lze vymazat adresu "d". Při korigování všech souřadnic je potřeba korekční registry v programu včas volit, aby se přičetly (odečetly) ke správné souřadnici.

Programování posuvu a otáček

- f - adresa rychlosti pohybu vztažného bodu při programování g00 nebo g05. Udává se v mm za min.
- s - pod touto adresou se programuje dvoumístným číslem kód otáček vřetena
- t - adresa čísla nástroje. Po přečtení "t" se otáčí zásobník nástrojů tak dlouho, až je nalezen příslušný nástroj a přichystán k výměně.

Pomocné funkce

- m 30 konec programu s převínutím. Zapisuje se do poslední věty programu. Po ukončení programu se páska převine do původní polohy.
- m 07 spuštění chlazení 2
- m 08 spuštění chlazení 1
- m 09 funkce zastaví činnost všech přívodů chladicí kapaliny
- m 03 otáčení vřetena doprava. Způsobí start otáčení vřetena doprava při pohledu od vřeteníku k dílci.
- m 05 stop vřetena. Způsobí zastavení otáčení vřetena.
- m 06 výměna nástroje. Startuje cyklus výměny nástroje. Programuje se v samostatné větě.
- m 78 zvednutí otočného stolu. Způsobí uvolnění a zvednutí stolu před jeho otočením. Vlastní otočení stolu se provádí posuvem v ose "x". Vzhledem k tomu, že dělení stolu je po 5° , je nutné před zvednutím stolu najet na souřadnici "x", která je dělitelná pěti. Po otočení stolu o pět stupňů odpovídá dráha 5 mm. Pejezd se programuje v samostatné větě.

Funkce m 06 a m 78 se smí používat pouze v zadní poloze stolu, to je na souřadnici z630000.

m 80 aretace stolu. Tato funkce způsobí vymazání funkce m 78 a spuštění stolu s aretací.

Po vypracování programového postupu pro 1. a 2. upnutí jsem provedl vyděrování řídicích děrných pásek.

5.5 Vyděrování řídicí pásky a kontrola programu

Zpracovaný řídicí program je nutné zavést do paměti řídicího systému. To je možné provést:

- ručně tlačítkovou klávesnicí na ovládacím panelu systému
- pomocí standardní osmistopé děrné pásky.

Vzhledem k značnému rozsahu programu je vhodnější použít děrnou pásku.

Děrování jsem prováděl na elektronickém operačním automatu Consul 253, instalovaném v n.p. Agrostroj Jičín. Jako podklad jsem použil zápis řídicího programu na programovém listu. Řídicí páska je vyděrována v kódu EIA-RS 244.

Po porovnání výpisu děrné pásky s programovým listem a odstranění chyb jsem provedl ověření správnosti programu na obráběcím centru FQH 50A bez upnutí obrobku. Zároveň jsem provedl chronometráž operací 020 a 030. Konečné ověření správnosti řídicího programu bude však možné uskutečnit až na obráběcím stroji při seřizování a obrábění prvního kusu.

6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Pro vyjádření ekonomického přínosu navrhované technologie obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 na obráběcím centru FQH 50A jsem vycházel z porovnání spotřeby jednotkového a dávkového času při stávajícím a navrženém způsobu obrábění. Při určování jednotlivých časů jsem vycházel z normativních podkladů "Metodika stanovení výkonových norem podle měřených cyklových časů pro obráběcí centra HWN, H60 a FQH 50" zpracovaných v n.p. ZPS Gottwaldov. Z normativních tabulek jsem určil:

- čas na vkládání a vyjímání dílce z přípravku
- čas na upínání a odepínání dílce
- čas dávkový základní
- čas dávkový na nástroj

Při ověřování programu jsem určil chronometráží tyto hodnoty cyklových časů:

operace 020 (1.upnutí) $t_{CKI} = 15,58$ /min/

operace 030 (2.upnutí) $t_{CKII} = 37,25$ /min/

Po odladění řídicího programu dojde k určitým změnám těchto hodnot. Velikost odchylek však bývá obvykle zanedbatelná.

Určení jednotkového času

Jednotkový čas s přírážkou času směnového t_{AC} se skládá z času cyklového t_{CK} a času potřebného k upnutí, odepnutí obrobku, spuštění a zastavení stroje t_{A111} . Jeho složky mají tyto hodnoty:

Činnost	operace 020 (1.upnutí)	operace 030 (2.upnutí)
Očištění dílce a doseda- cích ploch přípravku	1,25	2,00
Vkládání dílce	0,30	0,50
Ustavení dílce	0,60	1,20
Kontrola ustavení	0,40	0,80
Upnutí - odepnutí	1,50	3,50
Celkem	4,05	8,00
Čas cyklový	15,58	37,25
Čas jednotkový t_A	19,63	45,25
Čas jednotkový s přírážkou času směnového		
$t_{AC} = t_A \times k_G = t_A \times 1,13$	22,18 /min/	51,13 /min/

Určení dávkového času

Časy dávkové (přípravy a zakončení) se skládají z časů dávkových základních a časů dávkových na nástroje. Jednotlivé složky mají tyto hodnoty:

Činnost	operace 020 (1. upnutí)	operace 030 (2. upnutí)
Opatření a převzetí pracovních podkladů	5,00	5,00
Očištění pracovní plochy stolu a přípravku	5,00	5,00
Upnutí přípravku na stůl stroje pomocí jeřábu, vyrov- nění pomocí indikátoru, sejmutí a očištění po skonče- ní práce	40,00	40,00
Manipulace s řídící páskou	15,00	15,00
Přirážka na zhotovení prvního kusu	20,00	45,00
Vložení nástrojů do zásob- níku a vyjmutí po skončení	3,30	8,40
Odměření a nastavení rozdílu na korekčních přepínačích	5,50	14,00
Čas dávkový t_B	93,80	132,40
Dávkový čas s přirážkou času směnového $t_{BC} = t_B \times k_C = t_B \times 1,13$	106,00	150,00

Operace 020 a 030 prováděné na obráběcím centru nahrazují operace 020 až 090 stávajícího způsobu výroby. Porovnání spotřeby jednotkového a dávkového času stávající a navrhované technologie je zřejmé z tabulky 5.5-1.

tab.5.5-1

	Stávající technologie	Navrhovaná technologie	Rozdíl /min/ %	
$t_{AC}/\text{min}/$	94,05	73,31	20,74	22%
$t_{BC}/\text{min}/$	670,00	256,00	414,00	62%

Z tohoto srovnání vyplývá, že jednotkový i dávkový čas je při použití obráběcího centra FQH 50A podstatně kratší. K tomuto efektu je nutno připočítat také snížení nákladů na přípravky, na mezioperační dopravu a snížení počtu výrobních dělníků. V tabulce 5.5-2 je vyjádřena úspora přímých mzdových nákladů PMzN a nepřímých nákladů $NN = \frac{PMzN \times R}{100}$ při seriovosti 720 ks/rok a procentu režie $R = 450 \%$.

tab.5.5-2

	Stávající technologie	Navrhovaná technologie	Roční úspora /Kčs/rok/
PMzN/Kčs/ks/	16,55	13,32	2 325,-
NN /Kčs/ks/	74,48	59,90	10 500,-

Na základě těchto údajů lze říci, že navržená technologie splňuje požadavky, které na ní byly kladeny. Předpokládaná úspora nákladů a hlavně úspora spotřeby času splňuje požadavky na zvýšení efektivnosti výroby a produktivity práce. Proto použití obráběcího centra FQH 50A k obrábění skříně č.v. 532-0-3253-208-3 doporučuji.

7. ZÁVĚR

Závěrem bych chtěl shrnout výsledek své práce. Zabýval jsem se racionalizací obrábění skříně č. v. 532-0-3253-208-3 dvanáctiřádkového jednotícího adaptéru cukrové řepy pro samochod NUCS. Nejprve jsem provedl rozbor stávajícího způsobu obrábění a poukázal na jeho nedostatky. Pro obrábění součástí navrhuji použít číslicově říšené obráběcí centrum FQH 50A se systémem NS 471.02. Dále jsem navrhl nové členění postupu obrábění s ohledem na pracovní možnosti zvoleného stroje.

V převážné části práce jsem se zabýval podrobným zpracováním technologické přípravy pro obráběcí centrum. Provedl jsem návrh dvou upínacích přípravků, zvolil nástroje, řezné podmínky a zpracoval souřadnicové listy popisující dráhy pohybu nástrojů. Po vypracování řídicího programu a vyděrování řídicí děrné pásky jsem provedl odměření cyklového času obrábění. V závěru práce jsem provedl zhodnocení navrhovaných opatření.

Tato práce přináší pouze řešení dílčího problému. Její hlavní význam vidím v tom, že ukazuje způsob, jakým lze dosáhnout výrazného zvýšení efektivity výroby a produktivity práce při obrábění součástí tohoto typu.

Závěrem bych rád poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při řešení zadaného úkolu. Zvláště děkuji Doc.ing. V. Věchetovi CSc za metodické vedení při zpracování diplomové práce. Děkuji rovněž pracovníkům n.p. Agrostroj Jičín, zejména ing. J. Vodičkovi, který mi pomohl řešit úkoly, týkající se diplomové práce.

V Liberci 19.5.1982

L I T E R A T U R A :

- /1/ Vlach B. : Technologie obrábění na číslíkové řízených strojích, SNTL/ALFA Praha 1978
- /2/ Bílek L. : Racionalizace obrábění tělesa kompresoru na použití obráběcího centra, DP ST-1551/80
- /3/ Metodika stanovení výkonových norem podle měřených cyklových časů pro obráběcí centra HWH, H80 a PQH 50.
ZPS Gottwaldov
- /4/ Návod k programování PQH 50A se systémem NS 471.02 .
ZPS Gottwaldov
- /5/ Efektivní uplatňování NC výrobní techniky.
ZPS Gottwaldov

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha č. 1 : Výkres - Skříň
č.v. 032-0-1053-208-3

Příloha č. 2 : Výkres - Upínací přípravek 1
č.v. 0-KOM-OM-093/01

Příloha č. 3 : Výkres - Upínací přípravek 2
č.v. 0-KOM-OM-093/02

Příloha č. 4 : Výpis řídicího programu operace
020 (1. upnutí)

Příloha č. 5 : Výpis řídicího programu operace
030 (2. upnutí)