

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU) č. 315

pro Karla Fialu

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 vřeteníku horizontky W 75 na NC stroji
v kp. TOS Varnsdorf

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, současný stav, kvalitativní a kvantitativní požadavky na obrábění vřeteníku, určení vhodného výrobního zařízení.
2. Výběr nástrojů, návrh upínače a pomocného zařízení pro vybraný NC obráběcí stroj a řídicí systém. Návrh organizace pracoviště.
3. Návrh komplexního pohybového cyklu, posouzení jeho variant, výběr optimální varianty. Příprava a zpracování programu pro podmínky programování v kp. TOS Varnsdorf. Podle možností odlaďení programu.
4. Porovnání původní a nové technologie obrábění, technicko-ekonomické zhodnocení.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

V 241 / 85

Rozsah grafických prací: 2 výkresy

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran textu + dokumentace programu

Seznam odborné literatury:

Vlach, B.: Technologie obrábění na číslicově řízených strojích,
SNTL - ALFA 1982.

Katalog nástrojů pro NC stroje, OSAN Praha

Návod k programování pro řídicí systém NS 361

Podklady kp. TOS Varnsdorf

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Martínek

konzultant: Zdeněk Hušák, TOS, závod 02

Datum zadání diplomové práce: 15. 10. 1984

Termín odevzdání diplomové práce: 24. 5. 1985



Gazda
Doc. Ing. Jeroním Gazda, CSc.
Vedoucí katedry

Bohus
Doc. RNDr. Bohus
Děkan

V Liberci dne 30. 9. 1985

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

fakulta strojní

katedra obrábění a montáže

obor 23 - 07 - 8

strojírenská technologie

zaměření

obrábění a montáž

OBRÁBĚNÍ VŘETENÍKU HORIZONTKY W 75 NA NC STROJI
V K.P. TOS VARNSDORF

KOM - OM - 315

KAREL F I A L A

Vedoucí práce : Ing. Miroslav Martínek, VŠST Liberec

Konzultant : Zdeněk Hušák, k.p. TOS Varnsdorf

Rozsah práce a příloh :

Počet stran : 51

Počet příloh : 8

Počet tabulek : 4

Počet obrázků : 7

Počet výkresů : 4

24.května 1985

Místopřísežné prohlášení

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

V Liberci 24.května 1985

Karel Fiala

Karel Fiala

OBSAH

	str.
1. Úvod	4
2. Hospodářský význam zadání	5
2.1. Charakteristika TOSu Varnsdorf	6
2.1.1. Historie podniku	6
2.1.2. Současnost podniku	7
3. Stávající technologie	8
4. Návrh nové technologie	9
4.1. Volba NC stroje	9
4.2. Návrh organizace pracoviště	12
5. Technologická příprava pro NC stroj	14
5.1. Vyřešení upnutí obrobku	14
5.2. Volba nástrojů	16
5.2.1. Normalizované nástroje	17
5.2.2. Speciální nástroje	21
5.3. Postup při obrábění a volba řezných podmínek	25
5.4. Výpočet souřadnicových bodů	34
5.5. Vypracování programových listů	41
5.6. Určení jednotkového a dávkového času	42
5.6.1. Určení času t_{ck}	43
5.6.2. Určení času t_{A111}	44
5.6.3. Určení času t_{BC}	45
6. Hodnocení efektivity	45
6.1. Srovnání výrobních časů	45
6.2. Srovnání režijních a mzdových nákladů	46
7. Závěr	48
Použitá literatura	50
Seznam příloh	51

1. ÚVOD

Realizace perspektivních cílů socialistické společnosti ve sféře výrobní i nevýrobní je objektivně podmíněna výrazným rozvojem vědy a techniky, jejím uplatněním ve všech oblastech společenského života. Rozhodujícím činitelem rozvoje společenské výroby, a tím i vyššího stupně uspokojování potřeb společnosti je růst společenské produktivity práce. K jejímu růstu je základním předpokladem neustálé a cílevědomé uplatňování vědy a techniky v praxi.

Vědeckotechnický rozvoj se stává rozhodující oblastí hospodářské politiky KSČ a je rozhodujícím faktorem současného a zejména dlouhodobého rozvoje naší ekonomiky.

Význam strojírenského odvětví pro rozvoj národního hospodářství v období let 1975 až 1990 je patrný v podílu strojírenství v % na celkové průmyslové výrobě :

Rok	1975	1980	1985	1990
Podíl v %	28,3	29,7	31,1	32,3

Za těchto předpokladů růstu a při stagnaci počtu pracovníků se uvažuje s růstem strojírenské výroby v příštích dvaceti letech asi 3,5 násobek objemu výroby z roku 1970. Plánovaný růst strojírenské produkce můžeme zabezpečit jedi-
ně růstem produktivity práce, tzn. uplatňováním progresivních technologií, zaváděním moderní a produktivní výrobní techniky a vysokou urovní řízení a organizace práce ve strojírenství.

Velmi důležitým prostředkem v tomto procesu se stává automatizace výrobního procesu především proto, že kromě standardizace technologie je v současné době jedinou cestou automatizace obrábění v kusových, malosériových a středně sériových výro-
bách. Číslicově řízenými stroji lze dosáhnout výrazného

zvýšení produktivity práce, ale na druhé straně si vynucuje v výrazné zásahy do organizace a řízení, do přípravy výroby.

2. HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ

Požadovaný nárůst výroby musí řešit i k.p. TOS Varnsdorf. Jedním z možných řešení je racionalizace technologie výroby. Za tímto cílem se v podniku snaží o převod operací z konvenčních strojů v koncentrovanější operace na NC stroje. Těch již v podniku několik pracuje. Jsou to číslíkově řízené vodorovné vyvrtávačky a jedno obráběcí centrum. Zatímco vodorovné vyvrtávačky nejsou zdaleka 100% vytížené, je obráběcí centrum výrobně přetížené. Z tohoto hlediska se v podniku snaží o převod výroby některých výrobků z konvenčních strojů na NC stroje. Jedním z těchto výrobků je i vřeteník W75 č.v. 0 08 03 0353.

Důvody, které vedly podnik k tomuto rozhodnutí je několik. Přitom lze vlastně vycházet z ekonomického uplatnění NC strojů ve výrobě :

- 1/ Rychlou přizpůsobivost NC strojů při přechodu na jiný obrobek s možností slučování operací na jedno upnutí obrobku.
- 2/ Přesné kapacitní plánování, které umožňuje vyšší využití směnového časového fondu.
- 3/ Plynulé odvádění výrobků, přičemž je dodržena jejich stálá jakost tím, že je neovlivňuje obsluha.
- 4/ Možnost uplatnění vyšších forem řízení samočinným počítačem.
- 5/ Zkrácení průběžné doby výroby.
- 6/ Použitím optimálních reálných podmínek se zkrátí strojní časy.
- 7/ Výrazné zvýšení produktivity práce při obvykle nižších po-

žadavcích na kvalitu obsluhy, z toho vyplývá úspora kvalifikovaných pracovníků.

Kromě těchto bodů je to ještě také z důvodů snížení psychické a fyzické námahy pracovníků obsluhy a zvyšuje se i kulturní úroveň výrobního procesu. Naproti tomu vzrostou náklady na údržbu a opravy, nutno zavést nové funkce /programátor, seřizovač nástrojů/ atd.

Při záměně zastaralého konvenčního stroje jiným, modernějším konvenčním strojem se v podstatě nemění princip jejich ovládání, způsob technologické přípravy výroby, nutnost značného množství přípravků. Při záměně konvenčního stroje NC strojem se toto vše od základů mění. Číslicově řízené stroje, tím že umožňují zavádět automatizaci do malosériové a kusové výroby se objektivně dostávají do rozporu i s konvenčním průběhem jiných podnikových činností, vznikajících na nejrůznějších místech podniku mimo vlastní technologický provoz nových strojů. Okruh ekonomických nároků a účinků NC strojů se tak oproti strojům konvenčním značně rozšiřují.

2.1. CHARAKTERISTIKA K.P. TOS VARNSDORF

2.1.1. Historie podniku

TST k.p. TOS Varnsdorf je závodem, ve kterém se po šedesát let vyrábějí vodorovné vyvrtávačky. V tomto období prodělala technika značný rozvoj, který ovlivnil i vývoj obráběcích strojů. Tohoto vývoje se vždy varnsdorfský závod zúčastňoval.

Závod vznikl v roce 1900, kdy Otto Petsche společně s Robertem Kochem a Arno Plauertem založili storjirenský závod ve Varnsdorfu. Na podzim roku 1903 se stal Arno Plauert jejím je-

jím jediným majitelem a v lednu pojmenoval firmu svým jménem. V této době byly v podniku vyráběny jednoduché soustruhy a parní pumpy. Vzhledem k tomu, že obráběcí stroje zaručovaly stálejší odbyt, byl výrobní program rozšířen o vodorovné vyvrtávačky, obrážačky a hoblovky. Již v roce 1920 začíná firma Plauert s vývozem vodorovných vyvrtávaček do ciziny. Počátkem třicátých let byla v podniku zavedena výroba sklíčidel systému Schütte a výrobní program upraven tak, že bylo vyráběno 8 typů vodorovných vyvrtávaček, několik typů hrotových soustruhů, frézek, vrtaček a rámových pil.

Po osvobození Československa Rudou armádou dochází k reorganizaci podniku, který se zaměřuje výhradně na výrobu vodorovných vyvrtávaček. Současně je podnik rozšiřován o slévárnu Hille v Kumburku a o firmu Renger v České Kamenici. Spojením těchto závodů vzniká n.p. TOS Varnsdorf. V roce 1960 se slučují tři největší závody ve Varnsdorfu : TOS Varnsdorf, Severočeská armatúrka a Uničovské strojírny v jeden podnik TOS.

V letech 1964 - 1965 byla dokončena výstavba moderních objektů, aby závod mohl plně využít nashromážděných zkušeností dvou generací při výrobě našich moderních strojů.

2.1.2. Současná charakteristika podniku

K.p. TOS Varnsdorf je významným československým závodem úzce specializovaným na výrobu vodorovných vyvrtávaček střední velikosti. Tento program je doplněn v provozu Česká Kamenice výrobou okružních pil, brusek a ostříček. Po celou dobu své existence věnuje mimořádnou pozornost technickému rozvoji svých výrobků, cílevědomé modernizaci a rozšíření své výrobní základny. Vývoj našich obráběcích strojů je zaměřen na maximální uspokojování potřeb našich, ale především zahraničních zákazníků, kde jsou neustále uplatňovány požadavky na zvýšení

přesnosti, výkonu a zjednodušení obsluhy obráběcích strojů, což je jednou z hlavních cest pro zvýšení produktivity práce.

3. STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

V současné době se dokončovací operace č.14. vřeteníku W75 provádí na konvenčních vodorovných vyvrtávačkách W 100 podle technologického postupu, který je uveden jako příloha č.1. Přidokončovací operaci č.14. na vřeteníku W75 je v mnoha případech nutno dodržet přesnou rozteč kalibrických děr i samotnou přesnost a drsnost těchto kalibrických děr v toleranci, která se dá na těchto konvenčních vodorovných vyvrtávačkách vzhledem k jejich fyzickému opotřebení těžko dosáhnout. Z toho vyplývá, že na těchto strojích musí pracovat zkušení dělníci, kterých je stále nedostatek.

Na přesnosti dokončovacích operací jsou pak závislé náklady na montážní práce, které s rostoucí nepřesností neúměrně rostou, ale také hlučnost, životnost a celková funkce stroje tj. především přesnost najíždění. Tyto parametry jsou pak rozhodující při prodeji, který je při dnešní světové konkurenci stále obtížnější.

Spolu s požadovaným nárustem výroby, snížením počtu obráběcích strojů a výrobních dělníků, a z toho vyplývající nutnost zvyšování produktivity práce jsou toto jedny z příčin změny výroby vřeteníku W75.

4. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ VŘETENÍKU W75

Při navrhování nové technologie, ve které se uvažuje s nasazením NC strojů, je nutno brát v úvahu vhodnost opracovávaných prvků na daném NC stroji tj. drsnost povrchů, přesnost roztečí a přesnost děr.

Drsnost obráběných ploch se pohybuje u vyvrtávání v rozmezí 1,6 - 12,5, u frézování a zarovnávání v rozmezí 3,2 - 12,5. Přesnost roztečí se pohybuje v rozmezí $\pm 0,02$ - $\pm 0,1$. Přesnost kalibrických děr je H7 a J6.

Dále je také nutno brát v úvahu počet vyráběných kusů za rok, který činí v současné době 13 dávek po 10 kusech, to je 130 kusů ročně. Tento počet se bude v příštích letech zvyšovat. Nově navrhovaná technologie vychází ze stávající výkresové dokumentace a z následujících požadavků závodu:

- a/ s nárustem výroby je nutno zvýšit produktivitu práce
- b/ snížení počtu obráběcích strojů
- c/ snížení počtu výrobních dělníků
- d/ snížení podílu manipulace a mezioperační dopravy
- e/ zvýšení kvality práce při snížení pracnosti
- f/ maximální vytížení NC strojů instalovaných v podniku
- g/ zvýšení kultury, hygieny a bezpečnosti práce

4.1. VOLBA NC STROJE

Při volbě NC stroje je nutno vycházet z tvaru obrobku a z požadavků podniku o maximální vytížení horizontálních vyvrtávaček řízených číslicově, které jsou v podniku instalovány: WHQ 9, DIXI, WHN 11, WHN 9A, WHN 9B.

Obráběcí centrum WHQ 9 nelze použít z důvodu výrobního přetížení a z nutnosti, že při obrábění je nutno několika ruč-

ních zásahů, z čehož vyplývá, že obráběcí centrum by zde neplnilo svůj účel. Při výběru z dalších NC strojů jsem porovnával základní technické parametry jednotlivých strojů:

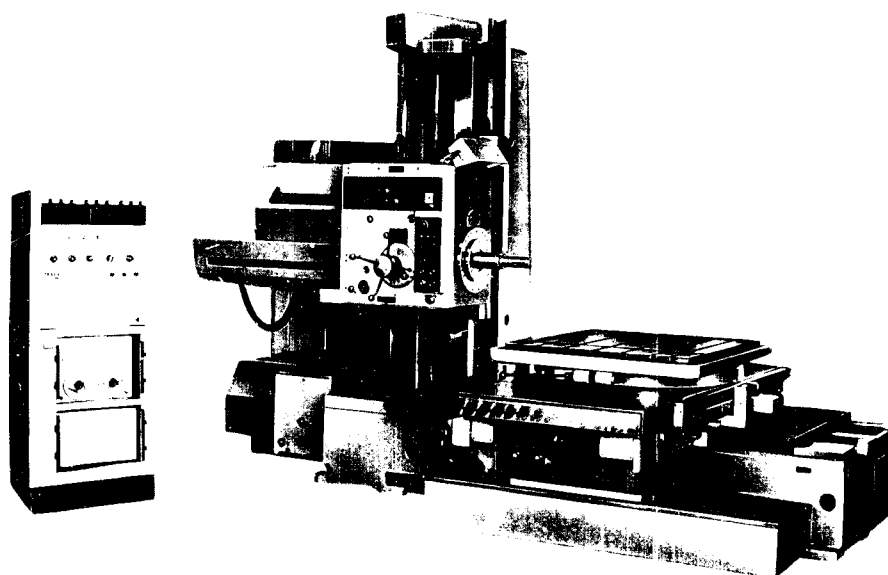
- maximální rozměr obrobku
- velikost upínací plochy stolu
- pohyby v osách X, Y, Z
- možnost otáčení stolu
- vzdálenost čela vřetena od osy stolu
- rozsah otáček a posuvů
- výkon a celkový příkon stroje
- rozměry stroje

Po srovnání základních parametrů a možností obrábění na jednotlivých NC strojích nejlépe vyhovuje daným požadavkům horizontální vyvrtávačka WHN 9B s řídicím systémem NS 361.

- všechny operace je možno zařadit na tento stroj
- velikost obrobku odpovídá možnostem stroje
- rozsah otáček a posuvů je dostatečný
- výkon stroje je úměrný k navrhovaným operacím
- rozměry stroje jsou relativně malé

Vodorovná vyvrtávačka WHN 9B je určena pro přesné souřadnicové vrtání, vyvrtávání, řezání závitů a frézování středně velkých obrobků. Je to stroj s ruční výměnou nástrojů. Stroj je vybaven řídicím systémem NS 361, který umožňuje:

- řízení ve třech osách X, Y, Z
- absolutní i přírůstkové programování /zákl. jedn. 0,01/
- 42 korekcí ϕ nebo 1 nástroje
- podprogramy pro řízení pevných cyklů
- obvody pro hlídání přejezdů
- řízení dojezdů ve zpomalovacích bodech



Hlavní technické údaje stroje WHN 9B :

průměr pracovního vřetena	90mm
kuželová dutina	ISO 40
upínací plocha stolu	1000x1200mm
maximální zatížení stolu	3000kg
podélné přestavení stolu /Z/	1000mm
příčné přestavení stolu /X/	1250mm
svislý pohyb vřeteníku /Y/	900mm
výsuv pracovního vřetena	680mm
vzdálenost osy vřetena od plochy stolu	0-900mm
výkon el.motoru pro pohon vřetena	20kW
posuvy všech skupin	2-3200mm/min
rychluposuv všech skupin	3200mm/MIN
rozsah otáček pracovního vřetena	9-1120min ⁻¹
celkový příkon stroje	32kVA
rozměry:délka x šířka x výška	4680x2300x2690mm

4.2. NÁVRH ORGANIZACE PRACOVIŠTĚ

Uspořádání pracoviště, ať již se jedná o strojní nebo ruční pracoviště, kontrolní stanoviště nebo o prostorové spojení mezi nimi, musí vycházet z pohybu součástí a obsluhy.

Při organizaci pracoviště je třeba zachovávat určité vzdálenosti mezi jednotlivými stroji, mezi strojem a stěnami, sloupy a dopravní cestou. Tyto vzdálenosti, závislé na bezpečnosti práce a podmínkách bezpečné obsluhy mají co nejmenší, aby se zbytečně nezvětšovala plocha provozu.

Dále má velký vliv na organizaci pracoviště materiálový tok. Důležité je odkud kam materiál postupuje a v jakém množství. Musí nás zajímat i prostorová struktura dílny, kde jednotlivé výrobní zařízení jsou mezi sebou navzájem v důsledku materiálového toku prostorově vázána.

Důležité je i uspořádání pracoviště vzhledem k dopravní cestě tj. vzdálenosti stroje od dopravní cesty i úhlu, který svírá hlavní osa stroje s dopravní cestou. Jde především o navážení součástí, zabránění zranění od sousedního stroje i o využití přirozeného světla.

Z těchto požadavků jsem vycházel při návrhu pracoviště, který je na obr. 4.2.-1.

- 1/ stroj
- 2/ řídicí systém
- 3/ elektrická instalace
- 4/ zásobník nástrojů
- 5/ pracovní stůl pro seřizování nástrojů
- 6/ skříň pro nepoužité nástroje
- 7/ skříň na upínací přípravky
- 8/ skříň pro úschovu měřidel a výkresové dokumentace
- 9/ sklad vyhrubovaných i hotových obrobků

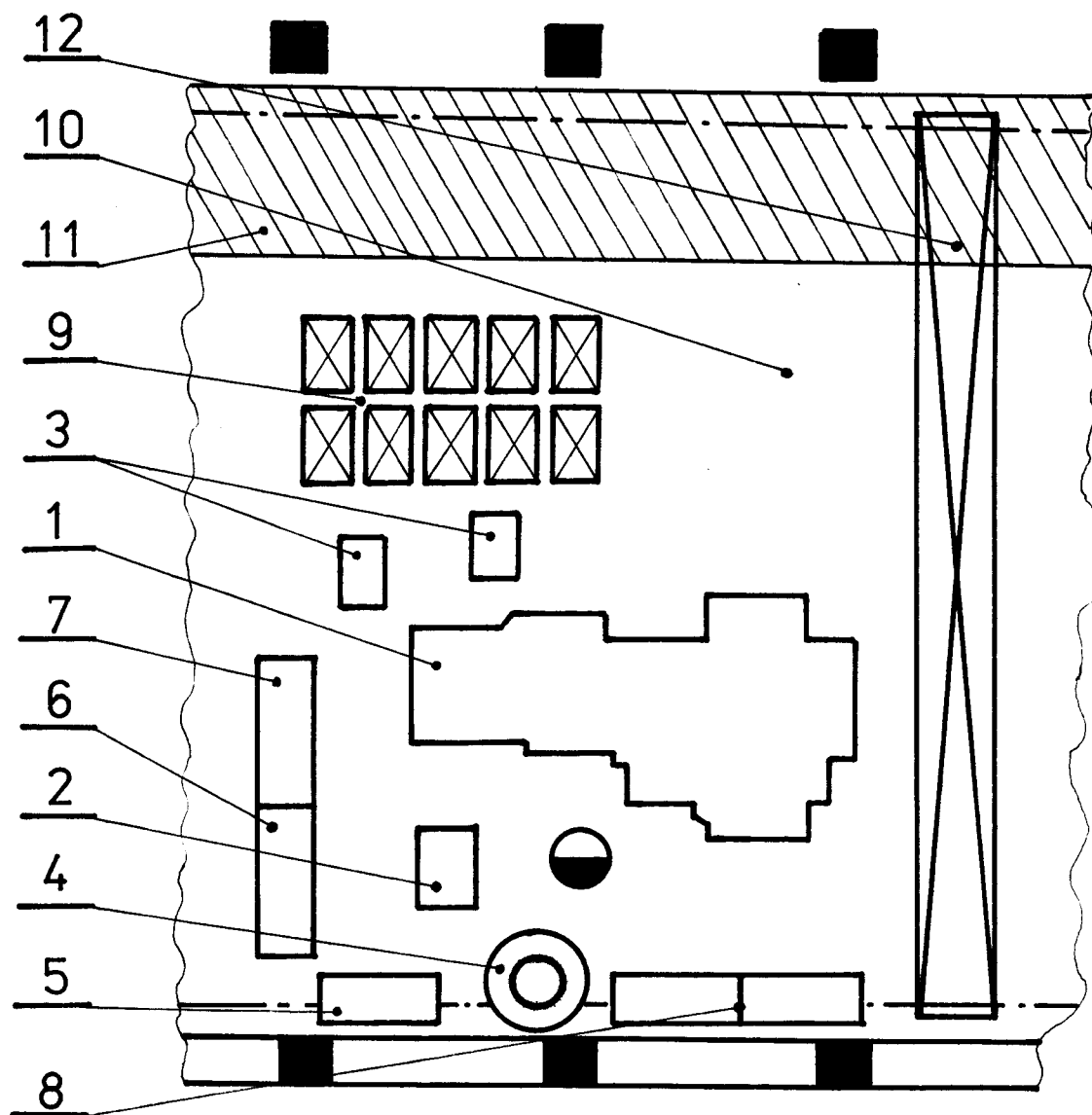
10/ místo pro očištění a kontrolu obrobku

11/ dopravní cesta

12/ jeřáb

obr.4.2.-1.

M 1:70



5. TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA PRO NC STROJ

Výsledkem technologické přípravy je vypracování programu, podle něhož se pak řídí obrábění všech prvků na obrobku. Proto je nutno tuto část zpracovat velmi podrobně.

Technologickou přípravu pro NC stroj WHN 9B pro obrábění vřeteníku W75 jsem rozdělil do těchto dílčích činností:

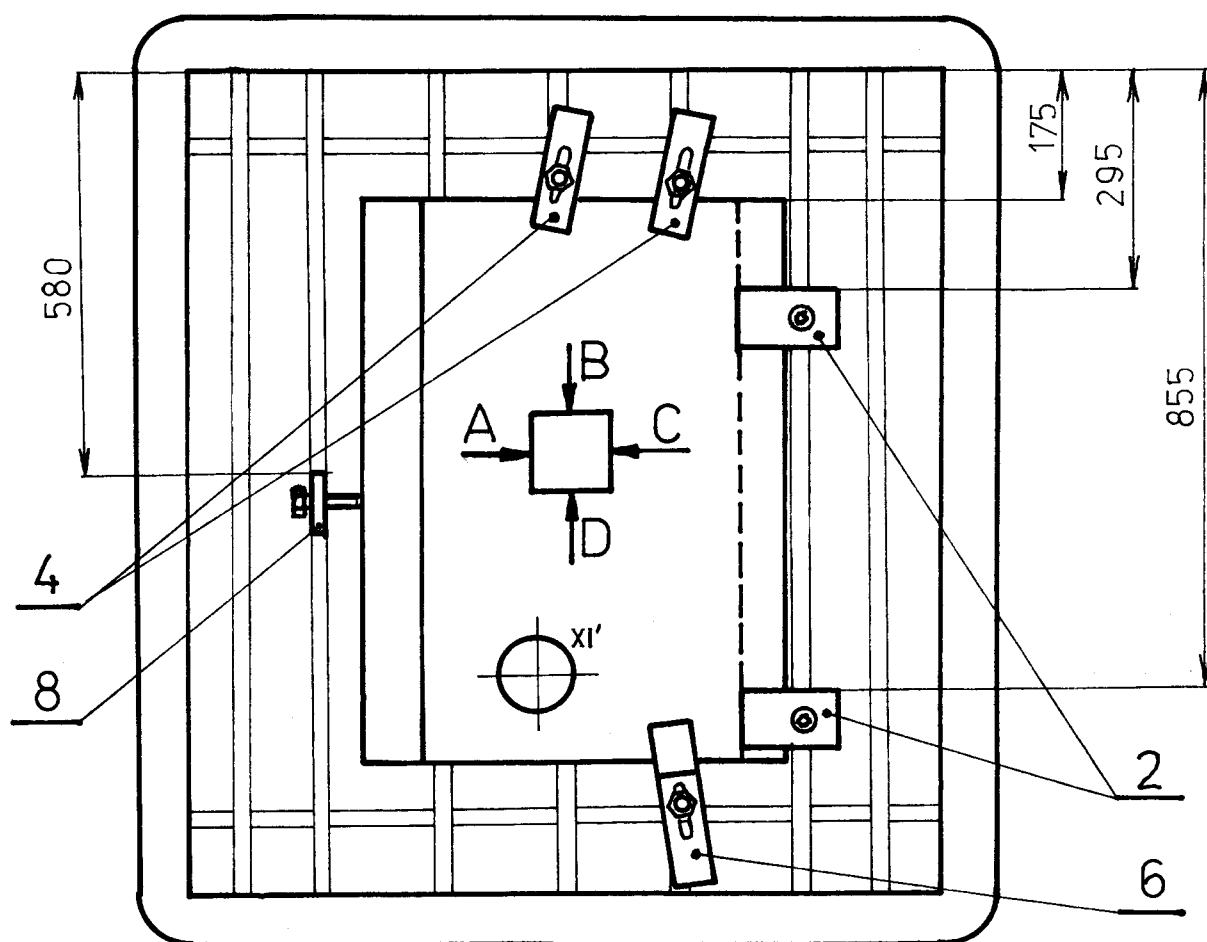
- a/ Vyřešení upnutí obrobku vzhledem k práci na NC stroji
- b/ Volba nástrojů pro obrábění jednotlivých prvků
- c/ Sestavení pořadí obrábění jednotlivých prvků s přiřazením nástrojů a řezných podmínek
- d/ Výpočet souřadnicových bodů
- e/ Vypracování programových listů
- f/ Zhotovení děrné pásky a její odladění na NC stroji
- g/ Určení jednotkového a dávkového času

5.1. VYŘEŠENÍ UPNUTÍ OBROBKU

Vyřešení upnutí obrobku je velmi důležitý faktor při obrábění součástí na číslicově řízených strojích. Upínací součásti je nutno volit tak, aby bylo možno obrobit požadované prvky na obrobku ve všech směrech při zaručené přesnosti. Kromě toho se podle upnutí součásti a podle poloh dorazových ploch počítají souřadnice, které udávají polohu jednotlivých prvků. Drážka š-18 ve směru "C" a díra $\varnothing 26,5$ ve směru "D" leží 40mm od boční stěny vřeteníku, která je technologickou základnou, což neumožňuje tyto dva prvky obrobit na jedno upnutí spolu s ostatními. Aby toto bylo možné je nutno vřeteník položit na dvě broušené lišty. Druhou technologickou základnou je vodící plocha. TA se dotýká dvou dorazů, na které je tlačena pomocí upínací desky a tak je vymezena poloha vřeteníku v ose Z.

Poloha v ose X se nastaví tak, že se vřeteník upne zhruba 175mm od okraje stolu dle obr.5.1.-1. Přesná poloha vřeteníku se nastaví pomocí kontrolního trnu, kterým se najede na osu XI", a na anulačním přepínači se nastaví souřadnice osy XI". Ke stolu je vřeteník připevněn z jedné strany pomocí dvou upínek ČSN 24 36 55 a z druhé strany pomocí upínky č.v. 4 KOM OM 315 03.

obr.5.1.-1.



K přesnému ustavení vřeteníku na stole stroje je tedy potřeba:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1/ 2x lišta | č.v. 4 KOM OM 315 04 |
| 2/ 2x doraz | č.v. 4 KOM OM 315 01 |
| 3/ 2x šroub M20x150 | ČSN 02 11 43 |
| 4/ 2x upínka 23x160 | ČSN 24 36 55 |
| 5/ 2x šroub M20x140 | ČSN 02 11 73 |

6/	1x upínka	č.v. 4 KOM OM 315 03
7/	1x šroub M20x250	ČSN 02 11 73
8/	1x upínací deska č.v. 4KOM OM 315 02	
9/	1x šroub M20x80	ČSN 02 11 73
10/	5x T kameny M20	ČSN 02 15 29
11/	3x matice M20	ČSN 24 35 30

5.2. VOLBA OBRÁBĚCÍCH NÁSTROJŮ

Na číslicivě řízené vodorovné vyvrtávačce WHN 9B je možno vrtat, vyvrtávat, hrubovat a vystružovat otvory, řezat závity a frézovat. Pro obrábění těchto prvků lze použít nástrojů normalizovaných nebo v případě potřeby se může použít nářadí speciální. Nástroje se vyměňují ručně, upínání je hydraulické pomocí bajonetového zámku a kuželové dutiny vřetena.

Při volbě nástrojů jsem spolupracoval s oddělením pro programování NC strojů k.p. TOS Varnsdorf. Použité nástroje jsou obsaženy v katalogu nářadí pro vodorovné vyvrtávačky OSAN s upínacím kuželem ISO 40, v podnikové normě TOS Varnsdorf NPN 098-101, a v katalogu nářadí ČSN řezné nástroje. V případě nenormalizovaných nástrojů je nutno použít nástroje speciální, které jsem nakreslil do tabulky 5.2.-2. Nástroje jsou nakresleny pouze s rozměry, které je nutno při výrobě dodržet, aby bylo možno dané prvky obrobit.

Vybrané nástroje jsem seřadil do nástrojové sestavy pro obrábění. Nástroje jsou seřazeny po sobě podle použití při obrábění. Nástrojová sestava je uvedena v tabulce 5.2.-1.

Pozn.: Pro řezání závitů bude použit přístroj GB 3 s nastavitelnou bezpečnostní spojkou a s pružným osovým vyrovnaním.

tabulka 5.2.-1.

číslo nástroje	Název - rozměr	délka nástroje	Označení	Norma
001	trubkový vrták /e5	240, 0	TV85	HPN 100
002	vyvrtávací tyč hrubovací ø37, 8	160, 0	VTh87, 8	PN 24 24 13.2
003	vyvrtávací tyč vystružovací ø38H7	160, 0	VTV88H7	PN 24 24 13
004	vyvrtávací hlava univerzální ø196	200, 0	Vhu80	PN 24 23 74
005	vrták ø9, 8	220, 0	Vr9, 8	ÖSN 22 11 40
006	záhlubník ø21x9, 7	200, 0	Zh21x9, 7	spec.nástroj 1
007	záhlubník ø16, 5x9, 7	230, 0	Zh16, 5x9, 7	spec.nástroj 2
008	výstružník ø10H7	200, 0	Vs10H7	ÖSN 22 14 11
009	vrták ø18, 5	260, 0	Vr18, 5	ÖSN 22 11 40
010	záhlubník ø28x18, 4	250, 0	Zh28x18, 4	spec.nástroj 3
011	závitník M20x1, 5	200, 0	M20x1, 5	ÖSN 22 30 42
012	trubkový vrták ø36	250, 0	TV56	HPN 099
013	vyvrtávací tyč hrubovací ø35, 8	160, 0	VTh59, 8	PN 24 24 13 2
014	vyvrtávací tyč vystružovací ø36H7	160, 0	VTV60H7	PN 24 24 13 2
015	vyvrtávací tyč hrubovací ø62	250, 0	VTh62	spec.nástroj 4
016	čepová fréza ø32	220, 0	Fr32	ÖSN 22 21 14
017	vrták ø19	290, 0	Vr19	ÖSN 22 14 40
018	výhrubník ø19, 8	260, 0	Vh19, 8	ÖSN 22 14 11
019	výstružník ø20H7	260, 0	Vs20H7	ÖSN 22 14 31
020	zapichovací nástř 8-1, 1	400, 0	ZN1, 1	spec.nástroj 5
021	vyvrtávací tyč hrubovací ø23, 0	90, 0	VTh29, 0	PN 24 24 13 2
022	vyvrtávací tyč vystružovací ø30H7	90, 0	VTV30H7	PN 24 24 13 2
023	trubkový vrták ø62	220, 0	TV62	HPN 100
024	vyvrtávací tyč hrubovací ø64, 8	200, 0	VTh64, 8	PN 24 24 13 2
025	vyvrtávací tyč vystružovací ø65H7	200, 0	VTV65H7	PN 24 24 13 2
026	vrták ø26, 5	350, 0	Vr26, 5	ÖSN 22 11 40
027	vyvrtávací tyč hrubovací ø34, 5	125, 0	VTh34, 5	PN 24 24 13 2
028	záhlubník ø46, 5x34, 4	230, 0	Zh46, 5	spec.nástroj 6
029	závitník M30x1, 5	300, 0	M30x1, 5	ÖSN 20 30 42
030	vrták ø17	180, 0	Vr17	ÖSN 22 14 40
031	výhrubník ø17, 8	180, 0	Vh17, 8	ÖSN 22 14 11
032	výstružník ø18H7	180, 0	Vs18H7	ÖSN 22 14 31

tabulka 5.2.-1.

číslo nástroje	Název - rozměr	délka nástroje	Označení	Norma
033	orovnávací nůž ø62	300,0	ON82	PN 24 25 16
034	trubkový vrták ø126	140,0	TV126	NPN 100
035	vyvrtávací hlava vyhrubovací ø129,8	100,0	Vhr129,8	PN 24 23 78
036	vyvrtávací hlava stavitelná ø130H7	150,0	Vhs130H7	PN 24 23 67
037	vyvrtávací tyč hrubovací ø131	220,0	Vth131	spec.nástroj 7
038	vrták ø20	230,0	Vr20	ČSN 22 11 40
039	trubkový vrták ø47	250,0	TV47	NPN 099
040	vyvrtávací tyč hrubovací ø49,8	125,0	Vth49,8	PN 24 24 13 2
041	vyvrtávací tyč vystružovací ø50H7	125,0	VTv50H7	PN 24 24 13 2
042	vyvrtávací tyč hrubovací ø58	160,0	Vth58	PN 24 24 13 2
043	čepová fréza ø25	180,0	Fr25	ČSN 20 30 42
044	vrták ø14	190,0	Vr14	ČSN 22 11 40
045	závitník M16	300,0	M16	ČSN 22 21 14
046	trubkový vrták ø76	240,0	TV76	NPN 100
047	vyvrtávací tyč hrubovací ø79,8	200,0	Vth79,8	PN 24 24 13 2
048	vyvrtávací tyč vystružovací ø80J6	260,0	VTv80J6	PN 24 24 13 2
049	orovnávací nůž ø100	240,0	ON100	PN 24 25 16
050	trubkový vrták ø49	500,0	TV49	NPN 099
051	vyvrtávací tyč hrubovací ø51,8	500,0	Vth51,8	PN 24 24 13 2
052	vyvrtávací tyč vystružovací ø52H7	500,0	VTv52H7	PN 24 24 13 2
053	trubkový vrták ø59	500,0	TV59	NPN 099
054	vyvrtávací tyč hrubovací ø61,8	500,0	Vth61,8	PN 24 24 13 2
055	vyvrtávací tyč vystružovací ø62J6	500,0	VTv62J6	PN 24 24 13 2
056	vrták ø22	320,0	Vr22	ČSN 22 11 40
057	vyvrtávací tyč hrubovací ø23,8	90,0	Vth23,8	PN 24 24 13 2
058	vyvrtávací tyč vystružovací ø24H7	90,0	VTv24H7	PN 24 24 13 2
059	orovnávací hlavička ø55	240,0	OH55	spec.nástroj 9
060	zapichovací nůž š-1,3	200,0	ZN1,3	spec.nástroj10
061	vrták ø17	350,0	Vr17	ČSN 22 11 40
062	výhrubník ø17,8	350,0	Vh17,8	ČSN 22 14 11
063	výstružník ø18H7	350,0	Vs18H7	ČSN 22 14 31

tabulka 5.2.-1.

číslo nástroje	Název - rozměr	délka nástro je	Označení	Norma
064	orovnávací hlavička $\phi 45$	260,0	OH45	spec.nástroj12
065	vrták $\phi 19$	430,0	Vr19	ČSN 22 11 40
066	výhrubník $\phi 19,8$	430,0	Vh19,8	ČSN 22 14 11
067	výstružník $\phi 20H7$	430,0	Vs20H7	ČSN 22 14 31
068	orovnávací hlavička $\phi 45$	300,0	OH45	spec.nástroj14
069	vrták $\phi 19$	500,0	Vr19	ČSN 22 11 40
070	výhrubník $\phi 19,8$	500,0	Vh19,8	ČSN 22 14 11
071	výstružník $\phi 20H7$	500,0	Vs20H7	ČSN 22 14 31
072	vrták $\phi 28$	320,0	Vr28	ČSN 22 11 40
073	výhrubník $\phi 29,8$	320,0	Vh29,8	ČSN 22 14 11
074	výhrubník $\phi 30H7$	320,0	Vs30H7	ČSN 22 14 31
075	vrták $\phi 19$	500,0	Vr19	ČSN 22 11 40
076	výhrubník $\phi 19,8$	500,0	Vh19,8	ČSN 22 14 11
077	výstružník $\phi 20H7$	500,0	Vs20H7	ČSN 22 14 31
078	vrták $\phi 24$	260,0	Vr24	ČSN 22 11 40
079	výhrubník $\phi 24,8$	260,0	Vh24,8	ČSN 22 14 11
080	výstružník $\phi 25H7$	260,0	Vs25H7	ČSN 22 14 31
081	orovnávací hlavička $\phi 55$	150,0	OH55	spec.nástroj17
082	čelní válcová fréza $\phi 20$	180,0	Fr20	ČSN 22 21 14
083	vrták $\phi 10$	210,0	Vr10	ČSN 22 11 40
084	vrták $\phi 5$	230,0	Vr5	ČSN 22 11 40
085	vrták $\phi 24$	430,0	Vr24	ČSN 22 11 40
086	výhrubník $\phi 24,8$	430,0	Vh24,8	ČSN 22 14 11
087	výstružník $\phi 25H7$	430,0	Vs25H7	ČSN 22 14 31
088	vyvrtávací tyč hrubovací $\phi 27,8$	90,0	VTh27,8	PN 24 24 13 2
089	vyvrtávací tyč výstružovací $\phi 28H7$	90,0	VTV28H7	PN 24 24 13 2
090	čepová fréza $\phi 18$	200,0	Fr18	ČSN 22 21 14
091	orovnávací hlavička $\phi 112/\phi 66/$	120,0	OH112	spec.nástroj18
092	záhlubník $\phi 45x30H7$	100,0	Zh45	spec.nástroj19
093	čepová fréza $\phi 5$	180,0	Fr5	ČSN 22 21 14
094	vrták $\phi 25/155/$	180,0	Vr25	ČSN 22 11 40
095	kotoučová fréza $\phi 80$	120,0	Fr80	ČSN 22 21 32

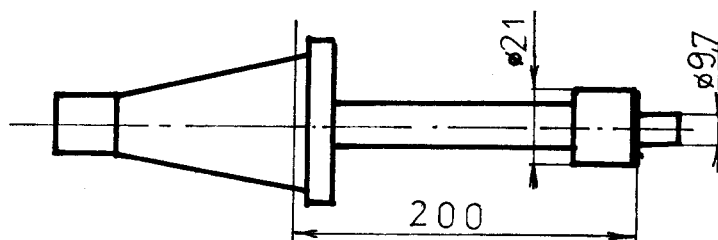
tabulka 5.2.-1.

číslo n ástrojé	Název - rozměr	délka nástroje	Označení	Norma
096	vyvrtávací tyč hrubovací ø25	125,0	VTh25	PN 24 24 13 2
097	vrták ø14	350,0	Vr14	ČSN 22 11 40
098	závitník M16	350,0	M16	ČSN 20 30 42
099	trubkový vrták ø49	250,0	TV49	NPN 099
100	vyvrtávací tyč hrubovací ø51,8	160,0	VTh51,8	PN 24 24 13 2
101	vyvrtávací tyč výstružovací ø52J6	160,0	VTV52J6	PN 24 24 13 2
102	trubkový vrták ø68	240,0	TV68	NPN 100
103	vyvrtávací tyč hrubovací ø71,8	160,0	VTh71,8	PN 24 24 13 2
104	vyvrtávací tyč výstružovací ø72J6	160,0	VTV72J6	PN 24 24 13 2
105	zapichovací nůž S-4	100,0	ZN4	spec.nástroj19
106	vyvrtávací tyč hrubovací ø67,8	200,0	VTh67,8	PN 24 24 13 2
107	vyvrtávací tyč výstružovací ø68H7	200,0	VTV68H7	PN 24 24 13 2
108	zapichovací nůž S-2,63	150,0	ZN2,63	spec.nástroj20
109	záhlubník ø92	100,0	Zh92	spec.nástroj21
110	záhlubník ø92	230,0	Zh92	spec.nástroj22

tabulka 5.2.-2.

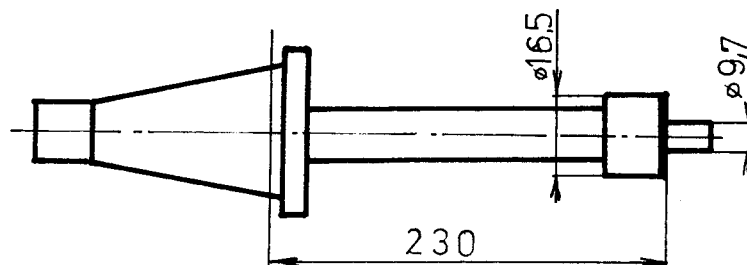
s.n. č.1. zahloubení $\phi 21 \times 1$

index /D-D/



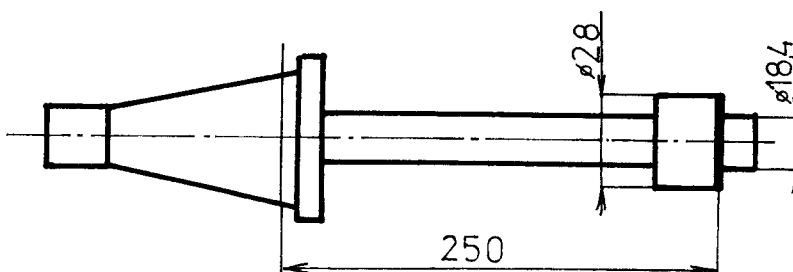
s.n. č.2. zahloubení $\phi 16,5 \times 6$

index /D-D/



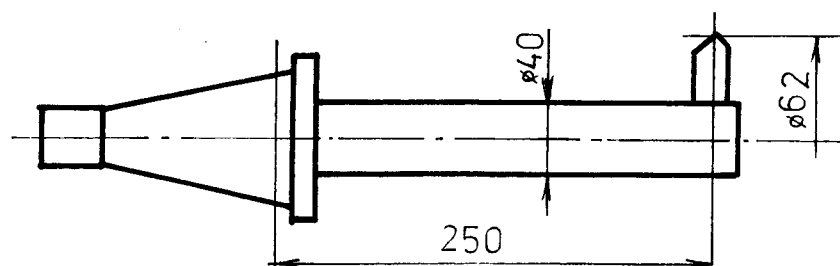
s.n. č.3. zahloubení $\phi 28 \times 6$

index /D-D/



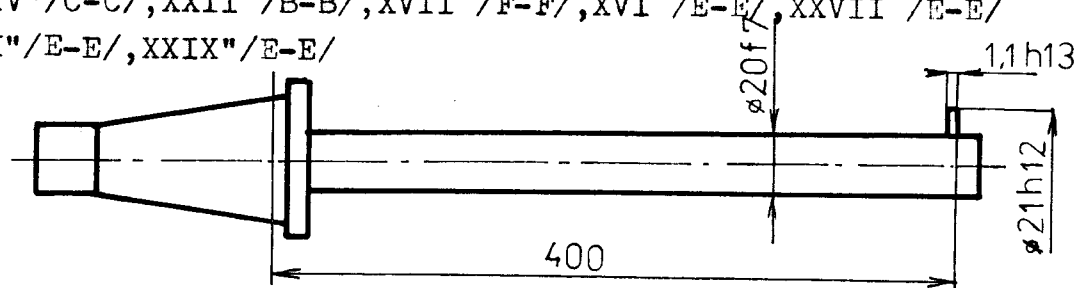
s.n. č.4. vybrání $\phi 62$

OSA XXIV"/A-A/, XXVII /E-E/



s.n. č.5. zápich š-1, 1H13

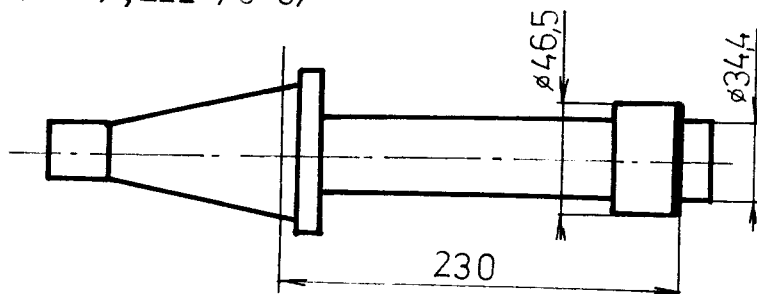
OSA XLIV"/C-C/, XXII /B-B/, XVII /F-F/, XVI /E-E/, XXVII /E-E/
XXX"/E-E/, XXIX"/E-E/



tabulka 5.2.-2.

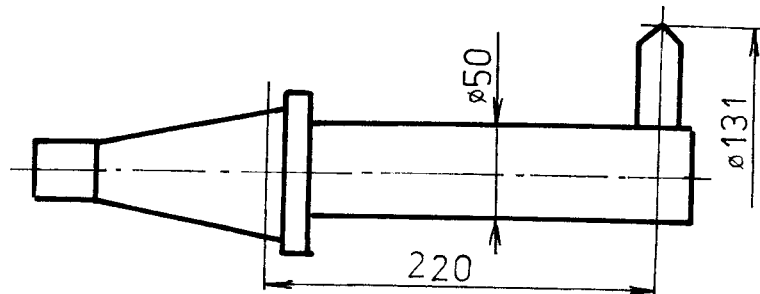
s.n. č.6. zahloubení $\phi 46,5 \times 5$

OSA LI"/0-0/, LII"/0-0/



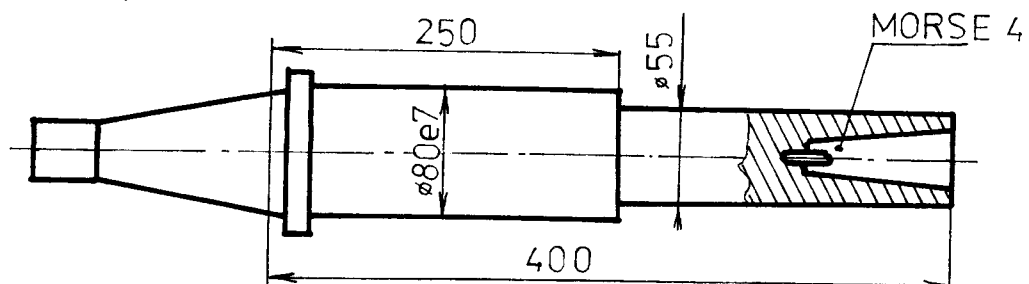
s.n. č.7. vybrání $\phi 131$

OSA XLI"/C-C/



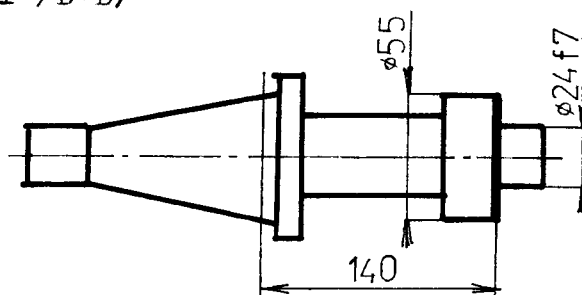
s.n. č.8. nástavec $\phi 80e7$

OSA VIII"/D-D/



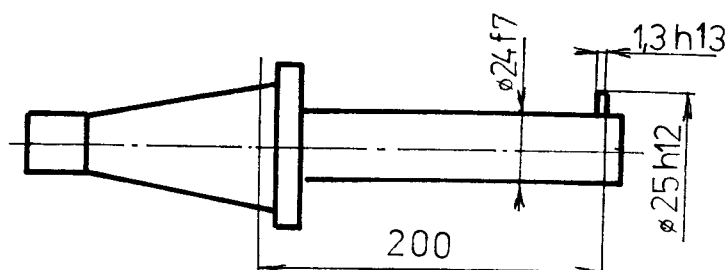
s.n. č.9. orovnění $\phi 55$

OSA XXXI"/D-D/



s.n. č.10. zápich š-1, 3H13

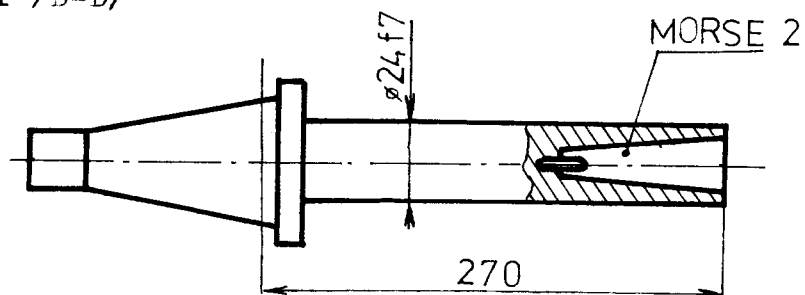
OSA XXXI"/D-D/



tabulka 5.2.-2.

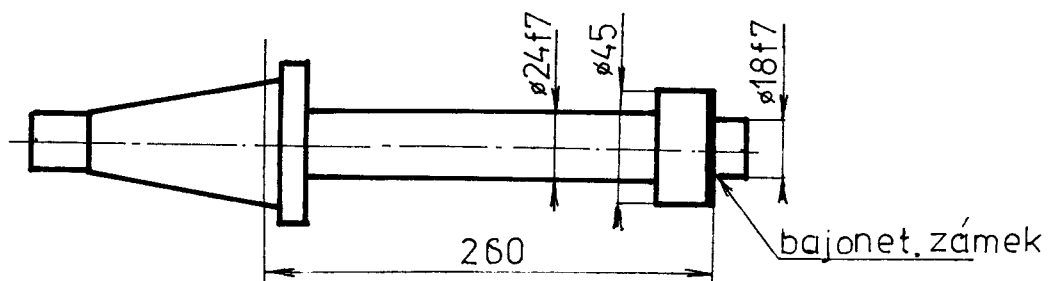
s.n. č.11. nástavec $\phi 24f7$

OSA XXXI"/D-D/



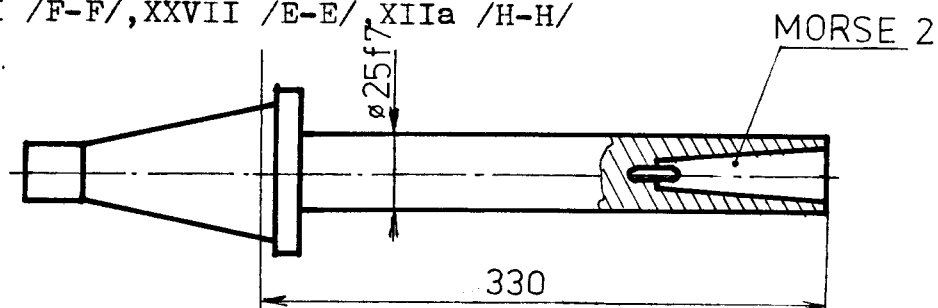
s.n. č.12. orovnění $\phi 41$

OSA XXXI"/D-D/



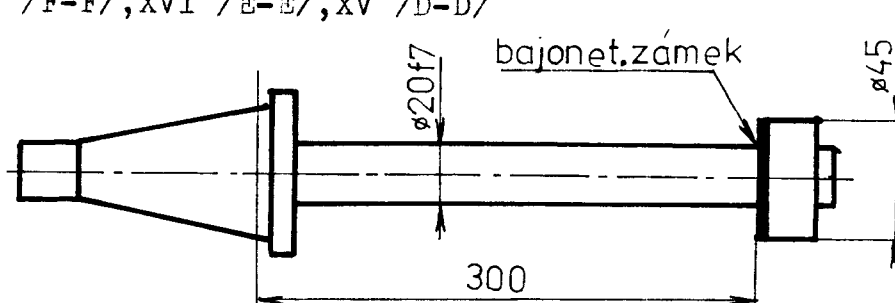
s.n. č.13. nástavec $\phi 25f7$

OSA XVII /F-F/, XXVII /E-E/, XIIa /H-H/



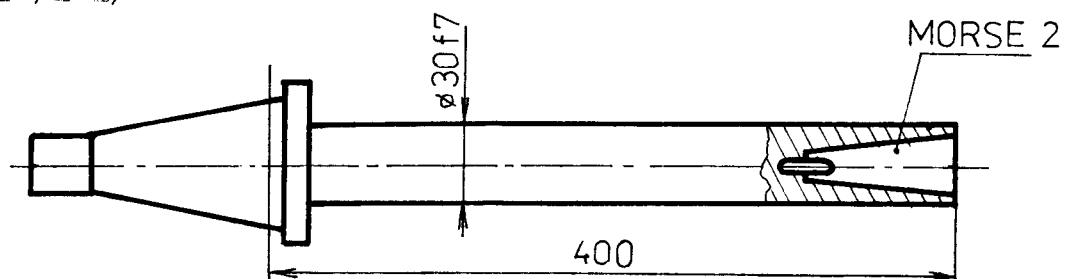
s.n. č.14. zadní orovnění $\phi 45$

OSA XVII /F-F/, XVI /E-E/, XV /D-D/



s.n. č.15. nástavec $\phi 30f7$

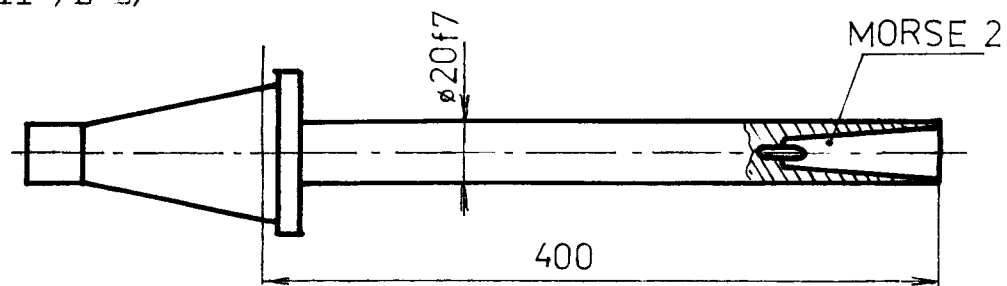
OSA XXVI /E-E/



Tabulka 5.2.-2.

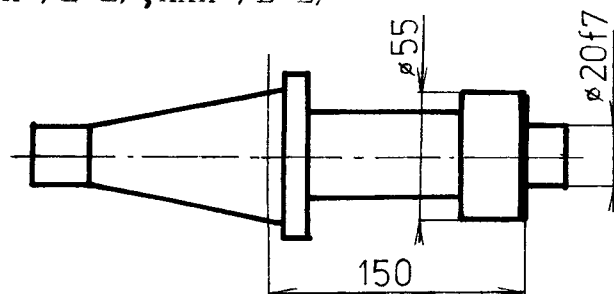
s.n. č.16. nástavec $\emptyset 20f7$

OSA XXXII"/E-E/



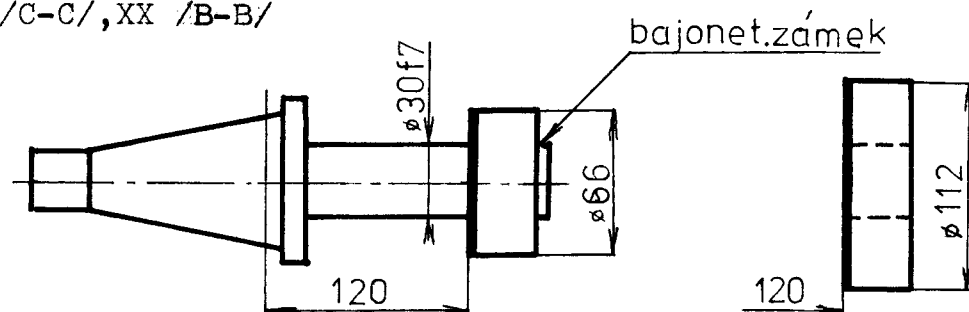
s.n. č.17. orovnění $\emptyset 55$

OSA XXIX"/E-E/,XXX"/E-E/



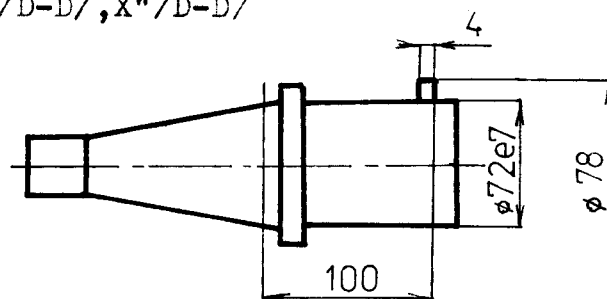
s.n. č.18. zadní orovnění $\emptyset 112$

OSA XXI/C-C/,XX /B-B/



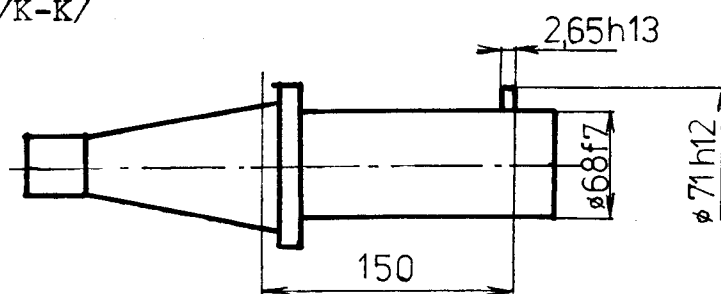
s.n. č.19. zápich š-4

OSA IX"/D-D/,X"/D-D/



s.n. č.20. zápich š-2,65H13

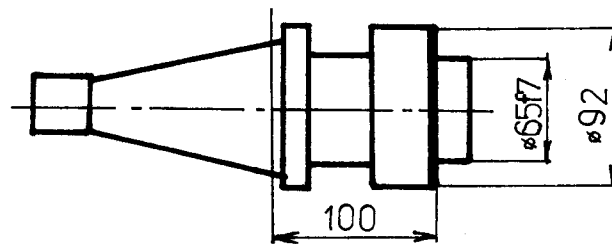
OSA XX"/K-K/



tabulka 5.2.-2.

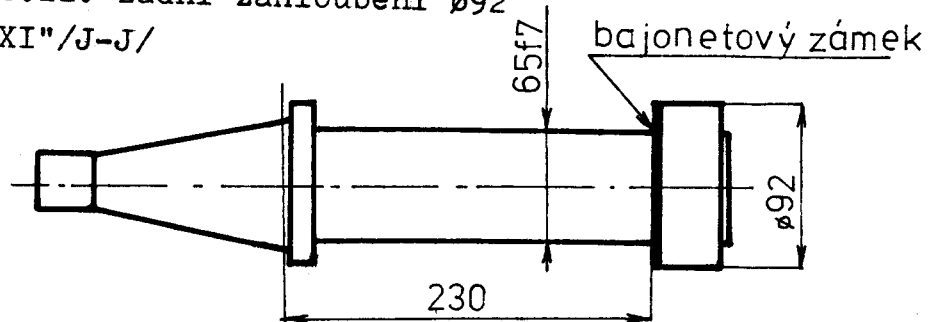
s.n. č.21 zahloubení $\varnothing 92$

OSA XXI"/J-J/



s.m. č.22. zadní zahloubení $\varnothing 92$

OSA XXI"/J-J/



5.3. POSTUP PŘI OBRÁBĚNÍ A VOLBA ŘEZNÝCH PODMÍNEK

Další činností po vyřešení upnutí obrobku a po volbě nástrojů pro obrábění jednotlivých prvků je určení řezných podmínek pro jednotlivé nástroje a postupu při obrábění. Při stanovování řezných podmínek je nutno vycházet z průměrné jakosti a odchylek měr směrem k horšímu, aby nevzniklo nebezpečí poškození nástroje nebo stroje. Při volbě řezných podmínek jsem vycházel z doporučených hodnot výrobce a z hodnot udávaných ve strojnických tabulkách. Tyto hodnoty jsou u jednotlivých druhů nástrojů :

TV	: v = 20 - 35 m.min ⁻¹	s = 0,23 mm.ot ⁻¹
VTh	: v = 60 - 70 m.min ⁻¹	s = 0,14 mm.ot ⁻¹
VTv	: v = 70 - 88 m.min ⁻¹	s = 0,07 mm.ot ⁻¹
Vr	: v = 15 - 20 m.min ⁻¹	s = 0,1 - 0,4 mm.ot ⁻¹
Vh	: v = 18 m.min ⁻¹	s = 0,1 - 0,4 mm.ot ⁻¹
Vs	: v = 5 m.min ⁻¹	s = 0,5 - 3,0 mm.ot ⁻¹

Zv : $v = 8 - 15 \text{ m.min}^{-1}$

Fr : $v = 18 - 40 \text{ m.min}^{-1}$ $s = 0,15 - 0,35 \text{ mm.ot}^{-1}$

Při sestavování postupového listu je třeba postupovat tak, aby jednotlivé úkony byly řazeny za sebou s minimálními časovými ztrátami. Proto je nutno daným nástrojem obrobít všechny prvky dané strany s maximálním využitím automatického cyklu.

Ekonomický dopad neoptimálního rozdělení operace do skupin úkonů a pak na úkony je značný. Proto je nutno tyto úkony optimálně volit a seřadit.

Po konzultaci s pracovníky z oddělení pro programování v k.p. TOS Varnsdorf jsem vybral ze čtyř variant pracovního postupu variantu, která je uvedena v tabulce 5.3.-1., jako nejoptimálnější.

Tyto čtyři varianty jsem porovnával z hlediska počtu výměn nástrojů, z počtu změn směru v osách X, Y, Z, z počtu řazení otáček a posuvů a z délky dráhy, kterou urazí včetně s nástrojem během celého pracovního cyklu.

Z důvodu velké rozsáhlosti programu není možné ostatní varianty uvést.

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Popis práce	číslo nástroje	Nástroj	otáčky min ⁻¹	kod otáček	posuv mm.min ⁻¹	kod posuvu
A	XLVIII	vrtat ø85	001	TV95	112	63	25	12
		vyhrubovat ø87,8	002	VTh8 7,8	250	74	32	13
	index	vystružit ø88H7	003	VTv88H7	315	76	20	11
	index	vrtat ø9,8	005	Vr9,8	560	89	80	17
	index	vrtat ø9,8	005	Vr9,8	560	89	80	17
	index	zhloubení ø21	006	Zh21x9,7	200	72	50	15
	index	zhloubení ø16,5	007	Zh16,5x9,7	250	74	64	16
	index	vystružit ø10H7	008	Vs10H7	160	66	100	18
	index	vystružit ø10H7	008	Vs10H7	160	66	100	18
		vrtat ø18,5	009	Vr18,5	280	75	80	17
		zhloubit ø28	010	Zh28x18,4	100	62	50	15
	XXIV	řezat závit M20x1,5	011	M20x1,5	100	62	160	26
		vrtat ø56	012	TV56	160	66	40	14
		vyhrubovat ø59,8	013	VTh59,8	355	77	50	15
	XXVII	vystružit ø60H7	014	VTv60H7	450	79	32	13
	XXV	vybrání ø62	015	VTh62	355	77	50	15
	XXVII	ø32 do dna	016	Fr32	250	74	80	17
	XXV	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
	XXII	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
	XLIV	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	017	Vr19	250	74	64	16
	XXII	vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
	XXV	vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
	XXVII	vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
		VYSTRUŽIT ø20H7	018	Vh19,8	250	74	64	16
	XXV	vystružit ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
	XXII	vystružit ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
	XLIV	vystružit ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
		výstřih š-1,1H13	019	Vs20H7	80	46	100	18
	XXII	zápich š-1,1H13	020	ZN1,1	71	37		
	XXV	zápich š-1,1H13	020	ZN1,1	71	37		
		vyhrubovat ø29,8	021	VTh29,8	710	95	100	18

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Popis práce	číslo nástroje	Nástroj	otáčky min ⁻¹	kod otáček	posuv mm.min ⁻¹	kod posuvu
A	XXV"	vystružít ø30H7	022	VtV30H7	900	97	64	16
	XXI	Vrtat ø62	023	TV62	160	66	40	14
	XX	vrtat ø62	023	TV62	160	66	40	14
	XXI	vyhrubovat ø64,8	024	Vth64,8	315	76	50	15
		vyhrubovat ø64,8	024	Vth64,8	315	76	50	15
	XX	vystružít ø65H7	025	VtV65H7	400	78	32	13
	LI"	vystružít ø65H7	025	VtV65H7	400	78	32	13
	LII"	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	224	81	50	15
		vrtat ø26,5	026	Vr26,5	224	81	50	15
		vyhrubovat ø29,8	021	V Th29,8	710	95	100	18
	LI"	vyhrubovat ø29,8	021	Vth29,8	710	95	100	18
	LII"	vyhrubovat ø34,5	027	Vth34,5	630	94	100	18
		vyhrubovat ø34,5	027	Vth34,5	630	94	100	18
	LI"	zahloubit ø46,5	028	Zh46,5	90	61	32	13
		zahloubit ø46,5	028	Zh46,5	90	61	32	13
	LII"	řezat závit M36x1,5	029	M36x1,5	63	44	100	18
	XXVII	řezat závit M36x1,5	029	M36x1,5	63	44	100	18
		vrtat ø17	030	Vr17	280	75	64	16
		vyhrubovat ø17,8	031	Vh17,8	315	76	64	16
		vystružít ø18H7	032	Vs18H7	90	61	125	19
	XXVI	vrtat ø56	012	TV56	160	66	40	14
		orovnat ø82	033	ON82	45	29	16	10
	XLI"	vrtat ø126	034	TV126	71	45	16	10
		vyhrubovat ø129,8	035	Vhr129,8	160	66	25	12
		vystružít ø130H7	036	Vhs130H7	200	68	12,5	09
		zadní vybrání ø121	037	VTh131	160	66	25	12
	XLVIII"	orovnění ø156	004	Vhu80	140	65	32	13
	XXIV"	OROVNÁNÍ ø196	004	Vhu80	100	62	32	13
	XX	orovnění ø251	004	Vhu80	90	61	32	13
	XXI	orovnění ø140	004	Vhu80	160	66	32	13
		orovnění ø140	004	Vhu80	160	66	32	13
		sundat viko						

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Pépis práce	číslo nástroje	Nástroj	otáčky min ⁻¹	kod otáček	posuv mm.min	kod posuvu
A	index	vrtat ø20	038	Vr20	250	74	54	16
	XXVI"	vrtat ø47	039	TV47	200	72	50	15
	XXVII"	vrtat ø47	039	TV47	200	72	50	15
	XXVI"	vyhrubovat ø49,8	040	VTh49,8	400	78	64	16
	XXVI"	vyhrubovat ø49,8	040	VTh49,8	400	78	64	16
	XXVII"	vystružít ø50H7	041	VTv50H7	500	88	32	13
	XXVII"	vystružít ø50H7	041	VTv50H7	500	88	32	13
	index	zhloubit ø58	042	VTh58	355	85	50	15
	VIII"	drážka š-25	043	Fr25	315	55	40	14
		vrtat ø76	046	TV76	125	64	25	12
		vyhrubovat ø79,8	047	VTh79,8	280	75	40	14
		vystružít ø80J6	048	VTv80J6	315	76	40	14
		orovnění ø100	049	ON100	32	26	20	11
		vrtat ø49	050	TV49	180	71	40	14
		vyhrubovat ø51,8	051	VTh51,8	400	78	50	15
		vystružít ø52H7	052	VTv52H7	500	88	32	13
		vrtat ø59	053	TV59	140	65	32	13
		vyhrubovat ø61,8	054	VTh61,8	315	76	50	15
		vystružít ø62J6	055	VTv62J6	400	78	25	12
	XXVII	vrtat ø24	078	Vr24	180	57	50	15
	XXVII	vrtat ø24	078	Vr24	180	57	50	15
	XXVII	vyhrubovat ø24,8	079	Vh24,8	200	58	50	15
	XXVII	vyhrubovat ø24,8	079	Vh24,8	200	58	50	15
	XVII	vystružít ø25H7	080	Vs25H7	63	44	100	18
	XVII	vystružít ø25H7	080	Vs25H7	63	44	100	18
	XVI	vrtat ø19	065	Vr19	250	74	64	16
	XVI	vrtat ø19	065	Vr19	250	74	64	16
	XVII	vyhrubovat ø19,8	066	Vh19,8	250	74	64	16
	XVII	vyhrubovat ø19,8	066	Vh19,8	250	74	64	16
	XVI	vystružít ø20H7	067	Vs20H7	80	46	100	18
	XVI	vystružít ø20H7	067	Vs20H7	80	46	100	18
	XVII	zápich š-1,1H13	020	ZN1,1	71	37		
	XVII	zápich š-1,1H13	020	ZN1,1	71	37		

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Popis práce	číslo nástroje	Nástroj	otáčky min ⁻¹	kod otáček	posuv mm.min ⁻¹	kod posuvu
A	XVII	zadní orovnění ø45	068	OH45	250	74		
	XVI	zadní orovnění ø45	068	OH45	250	74		
	XXXI"	vrtat ø22	056	Vr22	224	73	64	16
		vyhrubovat ø23,8	057	VTh23,8	860	97	125	19
		vystružít ø24H7	058	VTV24H7	1061	98	64	16
		orovnění ø55	059	OH55	250	74		
		zápich S-1, 3H13	060	ZN1,3	71	37		
		vrtat ø17	061	Vr17	280	75	64	16
		vyhrubovat ø17,8	062	Vh17,8	315	76	64	16
		vystružít ø18H7	063	Vs18H7	90	61	125	19
		orovnění ø45	064	OH45	250	74		
	XXX"	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
	XXIX"	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
	XXXII"	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
	XXIX"	vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
	XXX"	vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
		vystružít ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
	XXIX"	vystružít ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
	XXXII"	vystružít ø20H7	019	Vs20H7	80	46	100	18
		vrtat ø19	069	Vr19	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	070	Vh19,8	250	74	64	16
	XXVI	vystružít ø20H7	071	Vs20H7	80	46	100	18
	XXV"	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	160	81	50	15
		vrtat ø26,5	026	Vr26,5	160	81	50	15
		vyhrubovat ø29,8	021	VTh29,8	710	95	100	18
	XXVI	vyhrubovat ø29,8	021	VTh29,8	710	95	100	18
		vystružít ø30H7	022	VTV30H7	900	96	64	16
	XXV"	vystružít ø30H7	022	VTV30H7	900	96	64	16
	index	vrtat ø14	044	Vr14	355	85	64	16
	index	vrtat ø14	044	Vr14	355	85	64	16
	index	vrtat ø14	044	Vr14	355	85	64	16

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Popis práce	číslo nástroje	Nástroj	otáčky min ⁻¹	kod otáček	posuv mm.min ⁻¹	kod posuvu
A	index	řezat závit M16	045	M16	100	62	200	27
	index	řezat závit M16	045	M16	100	62	200	27
	index	řezat závit M16	045	M16	100	62	200	27
	XXVI	vrtat ø28	072	Vr28	160	66	50	15
		vyhrubovat ø29,8	073	Vh29,8	180	67	50	15
		vystružit ø30H7	074	Vs30H7	50	42	100	18
		vrtat ø19	075	Vr19	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	076	Vh19,8	250	74	64	16
		vystružit ø20H7	077	Vs20H7	80	46	100	18
	XXVII	vybrání ø62	015	Vh62	355	77	50	15
		vrtat ø19	065	Vr19	250	74	64	16
		vyhrubovat ø19,8	066	Vh19,8	250	74	64	16
		vystružit ø20H7	067	Vs20H7	80	46	100	18
	XXIX"	zápich š-1, IH13	020	ZN1,1	71	37		
B	XXX"	zápich š-1, IH13	020	ZN1,1	71	37		
		zápich š-1, IH13	020	ZN1,1	71	37		
	XXIX"	orovnání ø55	081	OH55	200	68		
	index	orovnání ø55	081	OH55	200	68		
		frézovat rámeček š-40	082	Fr20	450	91	80	17
		a stěnu u osy XVII						
	index	vrtat ø10	083	Vr10	560	93	80	17
	index	vrtat ø9	084	Vr5	900	97	80	17
	index	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	224	81	50	17
	index	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	224	81	50	15
	index	vrtat ø24	085	Vr24	224	81	50	15
	index	vrtat ø24	085	Vr24	224	81	50	15
	index	vyhrubovat ø24,8	086	Vh24,8	250	82	50	15
	index	vyhrubovat ø24,8	086	Vh24,8	250	82	50	15
	index	vystružit ø25H7	087	Vs25H7	80	46	80	17
	index	vystružit ø25H7	087	Vs25H7	80	46	80	17
	index	vyhrubovat ø27,8	088	Vh27,8	710	95	100	18
	index	vyhrubovat ø27,8	088	Vh27,8	710	95	100	18

tabulka 5.3.-1.

Směr	OSA	Popis práce	číslo ná troje	Nástroj	otáčky -l min	kod otáček	posuv mm.min	kod posuvu
B	index	vystružít ø28H7	089	VtV28H7	900	97	54	16
C	index	vystružít ø28H7	089	VtV28H7	900	97	54	16
	index	drážka š-18	090	Fr18	500	92	40	14
	index	drážka š-18	090	Fr18	500	92	40	14
	XX	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	160	81	50	15
	XXI	vrtat ø26,5	026	Vr26,5	160	81	50	15
	XX	vyhrubovat ø29,8	021	VTh29,8	710	95	100	18
	XX	vyhrubovat ø29,8	021	VTh29,8	710	95	100	18
	XXI	vystružít ø30H7	022	VtV30H7	900	97	64	16
	XXI	vystružít ø30H7	022	VtV30H7	900	97	64	16
	XX	vnitřní orovnána ø112	091	OH 112/66/	100	62		
	XX	vnitřní orovnána ø112	091	OH 112/66/	100	62		
		zahlobení ø45	092	Zh45	100	62		
	INDEX	mazací kapsy	093	Fr5	560	93	16	10
	index	mazací kapsy	094	Vr25	280	75	64	16
	index	mazací kapsy boční	095	Fr80	140	55	32	13
	XV	vrtat ø19	017	Vr19	250	74	80	17
		vyhrubovat ø19,8	018	Vh19,8	250	74	64	16
		vystružít ø20H7	019	Vs20H7	80	46	64	16
		zadní orovnána ø45	068	OH45	250	74	100	18
		vyhrubovat ø23,8	057	VTh23,8	900	97		
		vystružít ø25	096	VTh25	900	97		
	XIIa	vrtat ø24	078	Vr24	180	71	125	19
		vyhrubovat ø24,8	079	Vh24,8	200	72	125	19
		vystružít ø25H7	080	Vs25H7	63	44	50	15
		vrtat ø22	056	Vr22	224	73	50	15
		vrtat ø14	097	Vr14	355	77	100	18
	IX"	řezat závit M16	098	M16	100	62	64	16
	X"	vrtat ø56	012	TV56	140	65	64	16
	X"	vrtat ø56	012	TV56	140	65	200	27
	IX"	vyhrubovat ø60	013	VTh60	355	77	32	13
		vyhrubovat ø60	013	VTh60	355	77	32	13
							50	15
							50	15

tabulka 5.3.-1.

Směr	Osa	Popis práce	Číslo nástroje	Nástroj	otáčky min	kod otáček	posuv -l mm.min	kod posuvu
C	IX" X"	vrtat ø49	099	TV49	180	67	40	14
		vrtat ø49	099	TV49	180	67	40	14
	IX"	vyhrubovat ø51,8	100	VTh51,8	400	78	50	15
		vyhrubovat ø51,8	100	VTh51,8	400	78	50	15
	X"	vystružít ø52J6	101	VTv52J6	500	88	32	13
		vystružít ø52J6	101	VTv52J6	500	88	32	13
	IX"	vrtat ø68	102	TV68	140	65	32	13
		vrtat ø68	102	TV68	140	65	32	13
	X"	vyhrubovat ø71,8	103	VTh71,8	280	75	40	14
		vyhrubovat ø71,8	103	VTh71,8	280	75	40	14
	IX"	vystružít ø72J6	104	VTv72J6	355	77	25	12
		vystružít ø72J6	104	VTv72J6	355	77	25	12
	X"	zápich š-4	105	ZN š-4	100	53		
		zápich š-4	105	ZN š-4	100	53		
D	XX"	vyhrubovat ø67,8	106	VTh67,8	315	76	50	15
		vystružít ø68H7	106	VTv68H7	355	77	25	15
	XXI"	zápich š-2,65H13	107	ZN š-2,65	112	53		
		vyhrubovat ø64,8	024	VTh64,8	315	76	50	15
		vystružít ø65H7	025	VTv65H7	400	78	25	12
		zabloubit ø92	109	Zh92	50	34	20	11
		zadní zahloubení ø92	110	Zh92	50	34		

5.4. VÝPOČET SOUŘADNICOVÝCH BODŮ

Před vlastním výpočtem souřadnicových bodů je nutno si ujasnit polohu ploch, na které se bude vřeteník dorážet vzhledem k osám stolu. Teprve potom je možno vypracovat podklady pro seřízení jednotlivých souřadnic. Tomuto seřízení souřadnic před vlastním obráběním odpovídá souřadnicová soustava stroje, která je určena pevným vstažným bodem na stroji.

Seřízení souřadnic je na obr.č.5.4.-1., 5.4.-2., 5.4.-3.

Pro souřadnicovou soustavu stroje platí :

$X=0$, když osa stolu je 385mm vlevo od osy vřetena

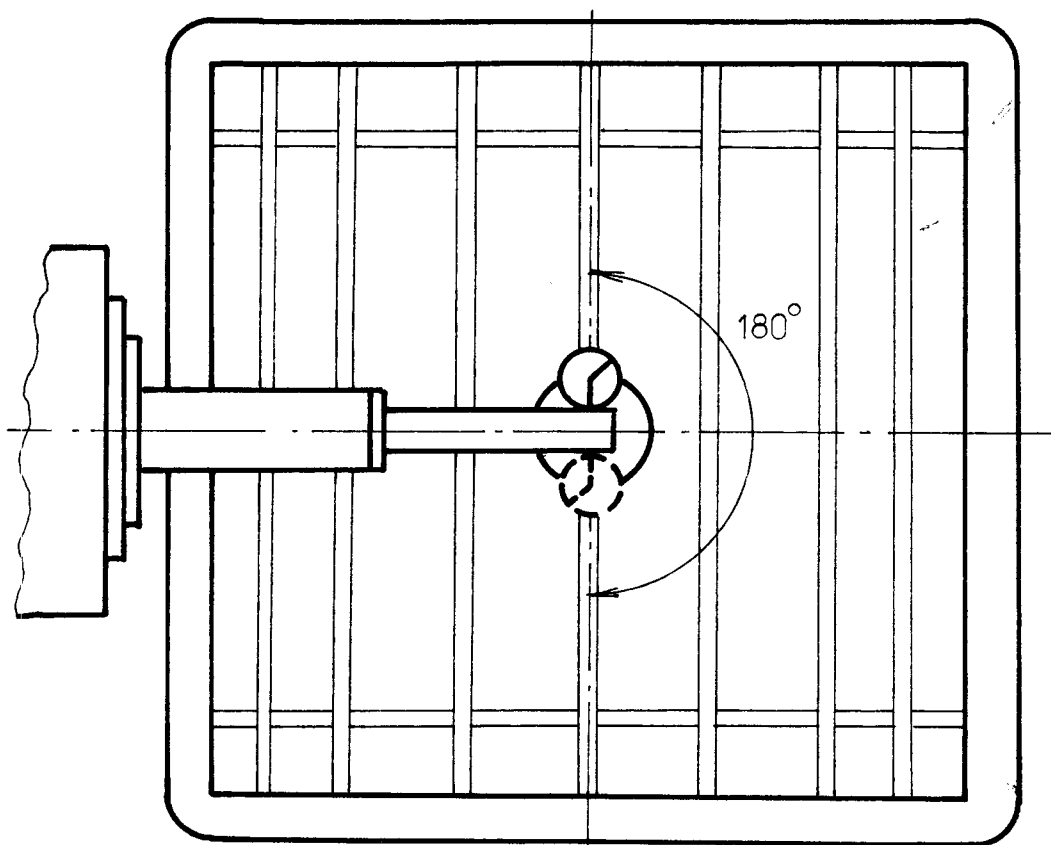
$Y=0$, když je střed vřetena 75mm nad lištou č.v.4 KOM OM 315 04

$Z=0$, když je čelo vřetena 865mm od osy stolu

Seřízení souřadnice X :

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50/l=250$ a pomocí indikátorových hodinek se najede střed otáčení stolu a na anulačním přepínači se nastaví souřadnice $X=038500$.

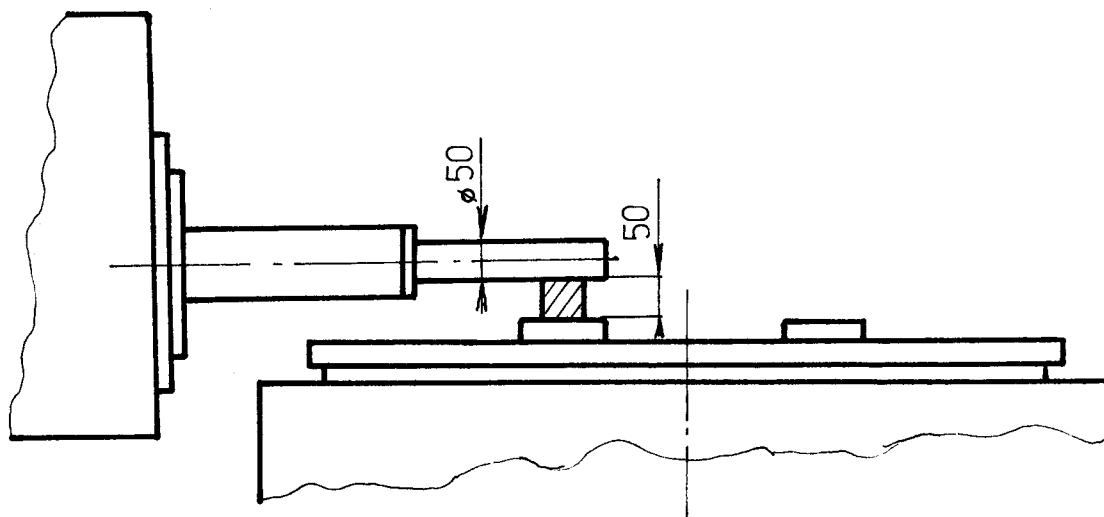
obr.5.4.-1.



Seřízení souřadnice Y :

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50/l=250$ a kocové měrky $l=50$ najet na lištu č.v. 4 KOM OM 315 04 a na anulačním přepínači nastavit souřadnici $Y=007500$.

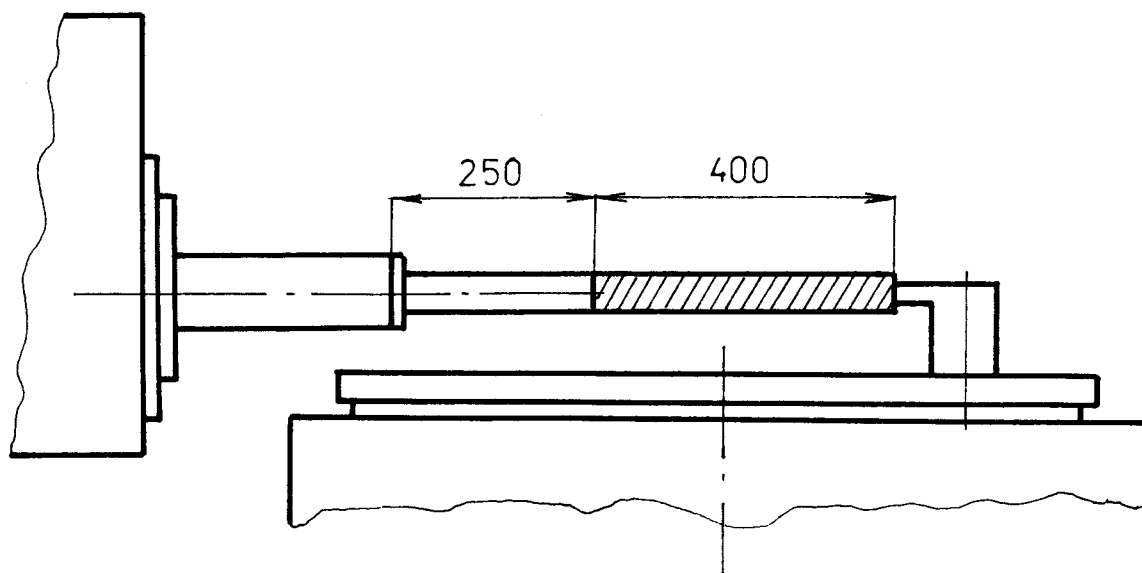
obr.5.4.-2.



Seřízení souřadnice Z :

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50/l=250$ a koncové měrky $l=400$ najet k dorazu na stole a na anulačním přepínači nastavit souřadnici $Z=095000$

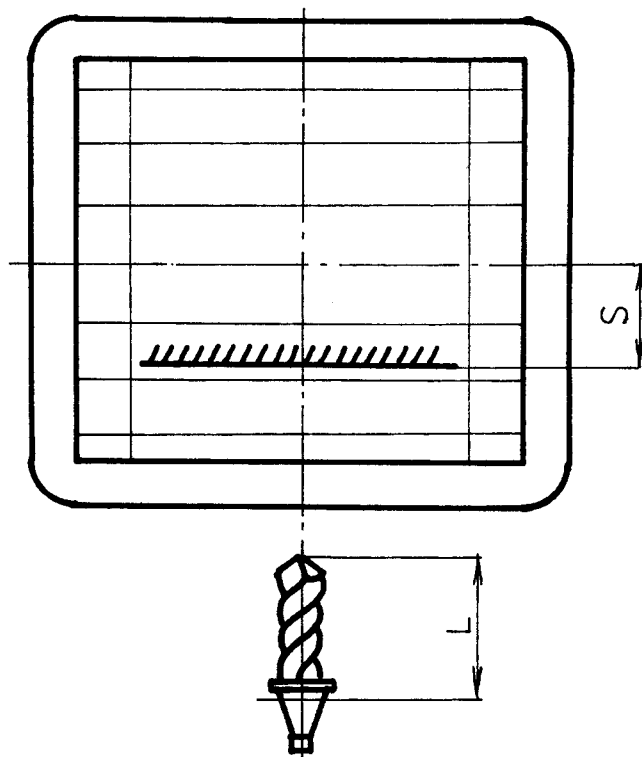
obr.5.4.-3.



Při výpočtu souřadnicových bodů je výhodné, bez ohledu na skutečný pohyb souřadnic, si představit vřeteno jako jediný pohybující se element stroje.

Souřadnice jednotlivých bodů je třeba vypočítat předem a zaznamenat do souřadnicových listů. Programátor pak nemusí sledovat dráhu nástroje. Zvláštní pozornost je třeba věnovat určení souřadnice Z, protože při obrábění prvního kusu znamenají nepřesnosti v této souřadnici nepředvídané kolize. Hodnotu souřadnice Z je třeba při najíždění rychloposuvem zvětšit o 3-5mm podle kvality polotovaru nebo předchozího obrobení. Určení souřadnice Z vyplývá z obr. 5.4.-4. Je zřejmé, že hodnota S může nabývat jak kladných tak záporných hodnot, které závisí na poloze obráběného prvku vzhledem k ose stolu.

obr. 5.4.-4.



S_V - vzdálenost stěny od osy stolu

L_V - délka nástroje

X_V - vzdálenost čela vřetena od osy stolu při postavení

$Z = 000000/1365\text{mm/}$

$$Z_V = X_V - L_V + S_V$$

Konečná souřadnice u nástrojů s osovým pohybem se vypočítá z hodnoty Z_V a hloubky obrábění H_V : $ZH_V = Z_V + H_V$.

Tyto hodnoty jsem zaznamenal spolu se vzdáleností stěn od osy, délkami nástrojů a souřadnicemi jednotlivých prvků do tab. 5.4.-1.

tabulka 5.4.-1.

Prvek	Nástroj	L_V	X_V	Y_V	S_V	$Z_V = 1365 - L_V \pm S_V$	H_V	$ZH_V = Z_V + H_V$
ø88H7	TV85	024000	017067	041200	-026800	085700	001800	087500
	VTh87,8	016000				093700	001800	095500
	VTv88H7	016000				093700	001800	095500
ø9,8	Vr9,8	022000	006467			087700	001600	089300
ø9,8	Vr9,8	022000	039650			087700	001100	088800
ø21	Zh21	020000				089700	000100	089800
ø16,5	Zh16,5	023000	006467			086700	000600	087300
ø10H7	Vs10H7	020000				089700	001600	091300
ø10H7	Vs10H7	020000	039650			089700	001100	090800
ø18,5	Vr18,5	020000	032000			089700	001400	091100
ø28	Zh28	025000				084700	000600	085300
M20x1,5	M20x1,5	030000				079700	001400	081100
ø60H7	TV56	025000	053000			084700	002000	086700
	VTh59,8	016000				093700	002000	095700
	VTv60H7	016000				093700	002000	095700
ø62	VTh62	025000				084700	005000	089700
ø32	Fr32	022000			-018500	096000	000300	096300
ø19	Vr19	029000	048000		-026800	080700	002800	083500
ø19	Vr19	029000	060537	042779		080700	003800	084700
ø19	Vr19	029000	051300	012500		080700	004800	085500
ø19	Vr19	029000	020500	022400		080700	007500	088200
ø19,8	Vh19,8	028000				081700	007500	089200
ø19,8	Vh19,8	028000	051300	012500		081700	004800	086500
ø19,8	Vh19,8	028000	060537	042779		081700	003800	085500
ø19,8	Vh19,8	028000	048000	041200		081700	002800	084500
ø20H7	Vs20H7	028000				081700	002800	084500
ø20H7	Vs20H7	028000	060537	042779		081700	003800	085500
ø20H7	Vs20H7	028000	051300	012500		081700	004800	086500
ø20H7	Vs20H7	028000	020500	022400		081700	007500	089200
z š1,1	ZN1,1	040000				068700	005020	074720
z š1,1	ZN1,1	040000	051300	012500		068700	002420	072120
ø30H7	VTh29,8	009000	060537	042779		100700	001100	101800
	VTv30H7	009000				100700	001100	101800
ø62	TV62	022000	061200	022500		087700	001100	088800
ø62	TV62	022000		012500		087700	001100	088800
ø64,8	VTh64,8	020000				089700	001100	090800
ø64,8	VTh64,8	020000		022500		089700	001100	090800
ø65H7	VTv65H7	020000				089700	001100	090800
ø65H7	VTv65H7	020000		012500		089700	001100	090800
ø26,5	Vr26,5	035000	066900	034000		074700	002200	076900
ø26,5	Vr26,5	035000	012500	022400		074700	002200	074900
ø29,8	VTh29,8	009000				100700	002200	102900
ø29,8	VTh29,8	009000	066900	034000		100700	002200	102900
ø34,5	VTh34,5	012500				097200	002200	099400
ø34,5	VTh34,5	012500	012500	022400		097200	002200	099400
ø46,5	Zh46,5	023000				086700	000500	087200
ø46,5	Zh46,5	023000	066900	034000		086700	000500	087200
M36x1,5	M36x1,5	030000				079700	002200	081900
M36x1,5	M36x1,5	030000	012500	022400		079700	002200	081900
ø18H7	Vr17	018000		038135		091700	002000	093700
	Vh17,8	018000				091700	002000	093700
	Vs18H7	018000				091700	002000	093700
ø56	TV56	025000	007015	031300		084700	001100	085800
ø82	ON82	030000				079700	000300	080000
ø130H7	TV126	014000	027500	026500		085700	001100	086700
	Vhr129,8	010000				099700	001100	100800
	Vhs130H7	015000				094700	001100	095800
ø156	VhU80	020000				089700	000300	090000

tabulka 5.4.-1.

Prvek	Nástroj	L_V	X_V	Y_V	S_V	$Z_V=1365--L_V+S_V$	H_V	$ZH_V=Z_V+H_V$
ø131	VTh131	022000				087700	007500	095200
ø196	VhU80	020000	017067	041200		089700	000300	090000
ø251	VhU80	020000	053000			089700	000300	090000
ø140	VhU80	020000	061200	012500		089700	000300	090000
ø140	VhU80	020000		022500		089700	000300	090000
ø20	Vr20	023000	069280	030000	-018500	095000	002000	097000
ø47	TV47	025000	066000	048205		093000	003500	096500
ø47	TV47	025000	048000	041200		093000	004500	097500
ø49,8	VTh49,8	012500				105500	004500	110000
ø49,8	VTh49,8	012500	066000	048205		105500	003500	109000
ø50H7	VTv50H7	012500				105500	003500	109000
ø50H7	VTv50H7	012500	048000	041200		105500	004500	110000
ø58	VTh58	016000				102000	000300	102300
š25	Fr25	018000	040000			100000	000300	100300
ø80J6	TV76	024000	021500		-005000	107500	002500	110000
	VTh79,8	020000				111500	002500	114000
	VTv80J6	020000				111500	002500	114000
ø100	ON100	025000				107500	000000	107500
ø52H7	TV49	050000			+019500	106000	005000	111000
	VTh51,8	050000				106000	005500	111000
	VTv52H7	050000				106000	005500	111000
ø62J6	TV59	050000				106000	002400	108400
	VTh61,8	050000				106000	002400	108400
	VTv62J6	050000				106000	002400	108400
ø24	Vr24	026000	012500	038135	-005100	105400	002500	107900
ø24	Vr24	026000	003800	043400	-018500	092000	001800	093800
ø24,8	Vh24,8	026000				092000	001800	093800
ø24,8	Vh24,8	026000	012500	038135	-005100	105400	002500	107900
ø25H7	Vs25H7	026000				105400	002500	107900
ø25H7	Vs25H7	026000	003800	043400	-018500	092000	001800	093800
ø19	Vr19	043000			-002300	091200	004000	095200
ø19	Vr19	043000	011850	052800		091200	004000	095200
ø19,8	Vh19,8	043000				091200	004000	095200
ø19,8	Vh19,8	043000	003800	043400		091200	004000	095200
ø20H7	Vs20H7	043000				091200	004000	095200
ø20H7	Vs20H7	043000	011850	052800		091200	004000	095200
z š1,1	ZN1,1	040000			-018500	078000	017110	095110
z š1,1	ZN1,1	040000	003800	043400		078000	017110	095110
ø45	OH45	030000				088000	020200	108200
ø45	OH45	030000	011850	052800		088000	020200	108200
ø24H7	Vr22	032000	022600		-014800	089700	002900	092600
	VTh23,8	009000				112700	002900	115600
	VTv24H7	009000				112700	002900	115600
ø55	OH55	014000			-018500	104000	003700	107700
z š1,3	ZN1,3	020000				098000	004595	102595
ø18H7	Vr17	035000			-002500	099000	003000	102000
	Vh17,8	035000				099000	003000	102000
	Vs18H7	035000				099000	003000	102000
ø45	OH45	026000			-018500	092000	016000	108000
ø19	Vr19	029000	018800	0	-014900	092600	004000	096600
ø19	Vr19	029000	014700	043400		092600	004000	096600
ø19	Vr19	029000	008000	026500	-018500	089000	003000	092000
ø19,8	Vh19,8	028000				090000	003000	093000
ø19,8	Vh19,8	028000	014700	043400	-014900	093600	004000	097600
ø19,8	Vh19,8	028000	018800	052800		093600	004000	097600
ø20H7	Vs20H7	028000				093600	004000	097600
ø20H7	Vs20H7	028000	014700	043400		093600	004000	097600
ø29H7	Vs20H7	028000	008000	026500	-018500	090000	003000	093000

tabulka 5.4.-1.

Prvek	Nástroj	L _V	X _V	Y _V	S _V	Z _V =1365- -L _V +S _V	H _V	ZH _V =Z _V +H _V
ø20H7	Vr19	050000			+021300	107800	002800	110600
	Vh19,8	050000				107800	002800	110600
	Vs20H7	050000				107800	002800	110600
ø26,5	Vr26,5	035000	007015	031300	-018500	083000	001800	084800
ø26,5	Vr26,5	035000	060537	042779		083000	001800	084800
ø29,8	VTh29,8	009000				109000	001800	110800
ø29,8	VTh29,8	009000	007015	031300		109000	001800	110800
ø30H7	VTv30H7	009000				109000	001800	110800
ø30H7	VTv30H7	009000	060537	042779		109000	001800	110800
ø14	Vr14	019000	044400	036300		099000	003500	112500
ø14	Vr14	019000	038200			099000	003500	112500
ø14	Vr14	019000	032000			099000	003500	112500
M16	M16	030000				088000	002200	090200
M16	M16	030000	038200			088000	002200	090200
M16	M16	030000	044400			088000	002200	090200
ø30H7	Vr28	050000	007015	031300	-001000	085500	002500	088000
	Vh29,8	050000				085500	002500	088000
	Vs30H7	050000				085500	002500	088000
ø20H7	Vr19	050000			+021300	107800	002800	110600
	Vh19,8	050000				107800	002800	110600
	Vs20H7	050000				107800	002800	110600
ø62	VTh62	025000	012500	038135	-018500	093000	004500	097500
z š1,1	ZN1,1	040000				078000	032010	110010
z š1,1	ZN1,1	040000	014700	043400		078000	006800	084800
z š1,1	ZN1,1	040000	018800	052800		078000	006800	084800
ø55	OH55	015000				103000	003700	106700
ø55	OH55	015000	014700	043400		103000	003700	106700
ø20	Fr20	018000				100000	000200	100200
ø10	Vr10	021000	043455	034500	-035000	080500	004800	084800
ø5	Vr5	023000			-030700	082800	001700	084500
ø26,5	Vr26,5	035000	064500	058000	-038500	063000	020000	083000
ø26,5	Vr26,5	035000	062200	004500		063000	020000	083000
ø24	Vr24	043000			-018500	075000	028000	103000
ø24	Vr24	043000	064500	058000		075000	028000	103000
ø24,8	Vh24,8	043000				075000	028000	103000
ø24,8	Vh24,8	043000	062200	004500		075000	028000	103000
ø25H7	Vs25H7	043000				075000	028000	103000
ø25H7	Vs25H7	043000	064500	058000		075000	028000	103000
ø27,8	VTh27,8	009000			-038500	089000	003000	092000
ø27,8	VTh27,8	009000	062200	004500		089000	003000	092000
ø28H7	VTv28H7	009000				089000	003000	092000
ø28H7	VTv28H7	009000	064500	058000		089000	003000	092000
š18	Fr18	020000	024000		-029800	086700	004200	090900
ø26,5	Vr26,5	035000	015800	012500	-023500	078000	002000	080000
ø26,5	Vr26,5	035000		022500	-024000	077500	002500	080000
ø29,8	VTh29,8	009000				103500	002500	106000
ø29,8	VTh29,8	009000		012500	-023500	104000	002000	106000
ø30H7	VTv30H7	009000				104000	002000	106000
ø30H7	VTv30H7	009000		022500	-024000	103500	002500	106000
ø112	OH112	012000				100500	001500	102000
ø112	OH112	012000		012500	-023500	101000	001000	102000
ø45	Zh45	010000				103000	000600	103600
ø20H7	Vr19	029000	063000	052800		084000	005000	089000
	Vh19,8	028000				085000	005000	090000
	Vs20H7	028000				085000	005000	090000
ø45	OH45	030000				083000	005000	088000
ø25	VTh23,8	009000				104000	000500	104500
	VTh25	009000				104000	000500	104500

tabulka 5.4.-1.

Prvek	Nástroj	L_V	X_V	Y_V	S_V	$Z_V = 1365 - L_V + S_V$	H_V	$ZH_V = Z_V + H_V$
ø25H7	Vr24	026000	051600	037700	-024000	086500	004000	090500
	Vh24,8	026000				086500	004000	090500
	Vs25H7	026000				086500	004000	090500
ø22	Vr22	032000			-012000	092500	002800	095300
ø14	Vr14	035000			-009200	092300	002600	094900
M16	M16	035000				092300	002600	094900
ø56	TV56	025000	055500	033100	-024000	087500	004700	092200
ø56	TV56	025000		025000		087500	004700	092200
ø60	VTh60	016000				096500	004700	101200
ø60	VTh60	016000		033100		096500	004700	101200
ø49	TV49	025000			-014300	097200	003000	100200
ø49	TV49	025000		025000		097200	003000	100200
ø51,8	VTh51,8	016000				106200	003000	109200
ø51,8	VTh51,8	016000		033100		106200	003000	109200
ø52J6	VTv52J6	016000				106200	003000	109200
ø52J6	VTv52J6	016000		025000		106200	003000	106200
ø68	TV68	024000			-024000	088500	003510	092010
ø68	TV68	024000		033100		088500	003510	092010
ø71,8	VTh71,8	016000				096500	003510	100010
ø71,8	VTh71,8	016000		025000		096500	003510	100010
ø72J6	VTv72J6	016000				096500	003510	100010
ø72J6	VTv72J6	016000		033100		096500	003510	100010
z š4	ZN4	010000				102500	000810	103310
z š4	ZN4	010000		025000		102500	000810	103310
ø68H7	VTh67,8	020000	067004		-038500	078000	015500	093500
o	VTv68H7	020000				078000	015500	093500
z š2,65	ZN2,65	015000				083000	005130	088130
ø65H7	VTh64,8	020000		033100		078000	015500	093500
	VTv65H7	020000				078000	015500	093500
ø92	Zh92	010000				088000	001600	089600
ø92	OH92	023000				075000	014800	089800

5.5. VYPRACOVÁNÍ PROGRAMOVÝCH LISTŮ

V další části jsem zabýval vypracováním programového listu, který je přiložen jako příloha č.6. Vlastní program pro řídicí systém je sestaven z jednotlivých bloků, což jsou souhrny informací, potřebných pro vykonání dané operace. Informace jsou v bloku složeny ze slov a ta z adresy a předepsaného počtu číslic a u rozměrových údajů/souřadnic/ ještě ze znaménka.

Pro rychlejší orientaci v programovém listu je třeba se seznámit se zakódovanými znaky používanými v programu a s jejich funkcí. I když na pořadí informací v bloku nezáleží/s výjimkou adresy čísla bloku/ doporučuje se psát informace v následujícím sledu :

n000.g00.h00.x+000000.y+000000.z+000000.f00.s00.t000.m00.

Adresy používané v programu :

- n - adresa čísla bloku
- g - adresa přípravné funkce
- h - adresa korekčního přepínače
- x - adresa souřadnice X
- y - adresa souřadnice Y
- z - adresa souřadnice Z
- f - adresa stupně pracovního posuvu
- s - adresa stupně otáček vřetena
- t - adresa čísla nástroje
- m - adresa pomocné funkce

Slova používaná v programu :

- g61 - přesné najíždění rychloposuvem
- g62 - nepřesné najíždění rychloposuvem, signál koincidence
vydán v místě 3. zpomalovacího bodu
- g63 - nepřesné najíždění rychloposuvem, signál koincidence

vydán v místě 2.zpomalovacího bodu

- g65 - pracovní posuv s přesným najetím
- g66 - pracovní posuv bez uplatnění zpomalovacích bodů
- g80 - rušení pevných cyklů
- g81 - vrtací cyklus
- g84 - cyklus na řezání závitů
- g40 - rušení korekcí
- g41 - korekce nástroje
- m00 - nepodmíněný stop programu
- m30 - konec programu, vymazání paměti a převinutí děrné pásky na začátek programu
- m03 - otáčení vřetena vpravo
- m06 - výměna nástroje
- m71 - otočení stolu
- m94 - současný pohyb souřadnic X a Y

Po zhotovení tohoto programu pro NC stroj WHN 9B s řídicím systémem NS 361 bylo možno zhotovit děrnou pásku jako nositele informací jak geometrických, tak technologických.

Po odladění děrné pásky v k.p. TOS Varnsdorf bylo možno změřit čas automatického chodu stroje. Tento čas je potřeba pro určení jednotkového času a také pro celkové ekonomické zhodnocení.

5.6. URČENÍ JEDNOTKOVÉHO A DÁVKOVÉHO ČASU

K porovnání ekonomického zhodnocení je nutné vycházet mimo jiné z porovnání jednotkového a dávkového času stávající a nově navrhované technologie.

K určení jednotkového času musíme znát čas cyklový t_{ck} , tj. čas, který potřebuje NC stroj na jeden výrobní cyklus.

Určení jednotkového času se potom provede z času cyklového t_{ck} a z času t_{A111} , tj. času upnutí a odepnutí obrobku, zpuštění a zastavení stroje.:

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C = / t_{ck} + t_{A111} / \cdot k_C$$

5.6.1. Určení cyklového času

Čas cyklový se stanoví změřením při ověřování programu. Jelikož výměna nástrojů, otáčení stolu, sundání víka a řada prvků, které nejdou obrobit v automatickém cyklu, se musí provést ručně, je třeba k času automatického chodu stroje přičíst i časy na tyto ruční zásahy.

Při výpočtu cyklového času jsem vycházel z následujících předpokladů:

vrtat $\varnothing$ 52H7	1 x 5,7	=	5,7
vrtat $\varnothing$ 62J6	1 x 4,62	=	4,62
vrtat $\varnothing$ 20H7/ $\varnothing$ 18H7/	5 x 3,16	=	15,8
vrtat $\varnothing$ 30H7	1 x 3,25	=	3,25
vrtat $\varnothing$ 25H7	2 x 5,96	=	11,92
vrtat $\varnothing$ 22	1 x 1,07	=	1,07
vrtat $\varnothing$ 26,5	2 x 4,6	=	9,2
vrtat $\varnothing$ 14	1 x 0,97	=	0,97
řezat závit M20x1,5	1 x 0,4	=	0,4
řezat závit M36x1,5	2 x 0,79	=	1,58
řezat závit M16	4 x 0,3	=	1,2
orovnění $\varnothing$ 140	2 x 2,1	=	4,2
orovnění $\varnothing$ 156	1 x 1,4	=	1,4
orovnění $\varnothing$ 196	1 x 3,3	=	3,3
orovnění $\varnothing$ 251	1 x 5,2	=	5,2
orovnění $\varnothing$ 100	1 x 0,4	=	0,4
zadní orovnění $\varnothing$ 45/ $\varnothing$ 55/	7 x 0,5	=	3,5

zadní orovnění ϕ 112	2 x 2,2	=	4,4
zadní orovnění ϕ 92	1 x 0,9	=	0,9
zápich š-4/š-2,62/	3 x 1,6	=	4,8
zápich š-1,1H13/š-1,3H13/	8 x 1,4	=	9,6
sundat víko	1 x 10	=	10
nůž do horní polohy	4 x 0,3	=	1,2
vyjmout výpich	4 x 0,25	=	1
otočení stolu o 90°	4 x 1,2	=	5
výměna nástroje	139 x 0,3	=	41,7
celkový čas ručních zásahů		=	152 min

Čas automatického chodu stroje je 765 min, potom :

$$t_{ck} = 765 + 152 = 917 \text{ min}$$

5.6.2. Určení času t_{A111}

Čas t_{A111} je čas, který potřebuje obsluha stroje k upnutí a odepnutí obrobku, ke spuštění stroje a jeho zastavení. K určení času je nutno znát času jednotlivých úseků :

očištění dílce	2,0
úprava ploch, očištění stroje od třísek	5,0
vkládání dílce na stůl	5,0
ustavení dílce na stole	10,0
kontrola ustavení	2,0
t_{A111}	= 24,0 min

Potom čas jednotkový s přírážkou času směnového :

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C = 941 \cdot 1,16 = 1091,6 \text{ min}$$

Potřebné časové údaje jednotlivých úseků jsem odhadoval a odhadnuté časy jsem konzultoval s pracovníky technologie NC strojů k.p. TOS Varnsdorf.

5.6.3. Určení času dávkového

Při určování dávkového času jsem opět vycházel z normativů pro vodorovné vyvrtávačky a z výkonových norem a tyto hodnoty jsem určil takto :

opatření podkladů	15,0
očištění stolu	10,0
příprava upínek a dorazů	10,0
seřízení souřadnic	30,0
manipulace s páskou	15,0
příprava nástrojů	30,0

$$t_B = 110,0 \text{ min}$$

Čas dávkový s přírážkou času směnového potom bude :

$$t_{BC} = t_B \cdot k_C = 110 \cdot 1,16 = 127,6 \text{ min}$$

6. HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI NOVÉ TECHNOLOGIE

6.1. Srovnání výrobních časů

Srovnání stávající a navrhované technologie jsem provedl porovnáním jednotkového a dávkového času a to pro celý výrobní postup :

časy	stávající	navrhovaná	rozdíl
$t_{AC}/\text{min}/$	1500,0	1091,6	408,4
$t_{BC}/\text{min}/$	250,0	127,6	122,4

Z uvedeného porovnání je zřejmé, že jak čas jednotkový, tak čas dávkový se zavedením NC strojů do výrobního postupu zkrátí. U času jednotkového toto zkrácení oproti stávající technologii činí 27,2%, a u času dávkového pak 49,0%.

K tomuto efektu je také nutno připočítat snížení nákladů na

mezioperační dopravu, ale i jisté zvýšení nákladů na technologickou přípravu výroby.

Zavedením NC strojů do výroby dojde i k úspoře pracovních sil, kterou vypočítáme z uspořených časů /jednotkového a dávkového/, z počtu kusů za rok, z počtu dávek za rok a časového fondu strojního dělníka :

$$U_p = \frac{i \cdot / t_{BCr} + n \cdot t_{ACr} /}{E_d \cdot 60} = \frac{13 \cdot / 122,4 + 10 \cdot 408,4 /}{1800 \cdot 60} =$$

$$U_p = 0,5 \quad - \text{počet dělníku uspořených za rok}$$

i - počet dávek za rok / 13 /

n - počet kusů v dávce / 10 /

E_d - časový fond strojního dělníka / 1800 /

6.2. SROVNÁNÍ REŽIJNÍCH A MZDOVÝCH NÁKLADŮ

Při hodnocení efektivnosti obrábění vřeteníku je nutno porovnávat celkové náklady na výrobu stávající a nově navrhované technologie. Jak již bylo uvedeno počet dávek za rok $i=13$, počet kusů v dávce $n=10$.

Pro výpočet mzdových nákladů jsem použil vstahu :

$$NM = i \cdot / t_{BC} + n \cdot t_{AC} / \cdot \frac{T_t}{60} =$$

kde T_t je tarif příslušné třídy / 8.tř. - 13 Kčs/hod. /

Pro výpočet režijních nákladů pak :

$$NR = \frac{NM \cdot \%R}{100} =$$

Kde $\%R$ je režie dílny a činí 440% pro všechny mechanické dílny. /Je to zprůměrovaná hodnota pro potřeby podniku./

Mzdové a režijní náklady na výrobu vřeteníku při stávající technologii činí :

mzdové : $NM_s = 42954,17 \text{ Kčs}$
režijní: $NR_s = 188998,33 \text{ Kčs}$
 $A_s = 231952,50 \text{ Kčs}$

A_s - celkové náklady na výrobu vřeteníku při stávající technologii.

Mzdové a režijní náklady na výrobu vřeteníku nově navrhované technologie činí :

mzdové : $NM_n = 31106,14 \text{ Kčs}$
režijní: $NR_n = 136867,02 \text{ Kčs}$
 $A_n = 167973,16 \text{ Kčs}$

A_n - celkové náklady na výrobu vřeteníku nově navrhovanou technologií.

Porovnáním mzdových nákladů vidíme, že roční úspory nákladů budou činit 11848 Kčs. Úspory nákladů režijních pak 52131 Kčs to znamená, že celkové roční úspory nákladů na výrobu vřeteníku budou činit 63980 Kčs tj. 27,58% celkových nákladů na stávající technologii.

7. ZÁVĚR

Závěrem bych chtěl shrnout výsledek mé práce. Ve své práci jsem se zabýval možnostmi obrábění vřeteníku W 75 na NC stroji. Provedl jsem rozbor stávající technologie a vyzdvihl nedostatky, které se mají převedením výroby na NC stroj odstranit. Z instalovaných NC strojů v podniku jsem provedl výběr vhodného NC stroje. Při návrhu nové technologie jsem vycházel z možností obráběcího stroje a z možností upnutí součásti. Podrobněji jsem se zabýval technologickou přípravou výroby na NC stroji WHN 9B. Vypracoval jsem návrh upínacích elementů pro upnutí vřeteníku. Jednotlivé prvky vřeteníku jsem seřadil tak, aby při obrábění jednotlivých prvků nevznikaly zbytečné ztráty času. Pro obrábění jednotlivých prvků jsem vybral nástroje a určil řezné podmínky. Vypracoval jsem souřadnicové listy a na jejich základě pak programovací listy, jejichž opsáním byla zhotovena děrná páska. Po jejím odladění jsem mohl změřit čas automatického chodu stroje potřebný pro časový rozbor obrábění. Závěrem jsem provedl hodnocení efektivnosti nově navrhované technologie. Výsledkem této práce je, že převedením výroby vřeteníku W 75 na NC stroj v k.p. TOS Varnsdorf se přispěje k zefektivnění a zpřesnění výroby. Zde je nutno podotknout, že toto řešení není z hlediska maximální hospodárnosti výroby a produktivity práce řešením konečným. Pro dosažení ještě výraznějších výsledků by bylo nutno řešit vícestrojovou obsluhu, případně integrovaný výrobní úsek.

Rád bych poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při řešení zadaného úkolu. Děkuji ing. M. Martínkovi za vedení při zpracování diplomové práce. Děkuji rovněž pracovníkům k.p. TOS Varnsdorf, oddělení technologie NC strojů, zvláště s. Hušákovi za praktické připomínky.

V Liberci 24. května 1985

Yarel Píala

Literatura

- 1/ Vlach,B. : Technologie obrábění na číslicově řízených strojích
SNTL Praha 1978
- 2/ Wolf,V.,Urbánek,V., : Hodnocení ekonomické efektivity skupinového nasazení NC strojů
Linc,J. VÚSTE 1973
- 3/ Dráb,V. : Technologie I
VŠST Liberec 1979
- 4/ Draský,J. : Technologické projektování strojů
SNTL Praha 1963
- 5/ Seidler,A. Řezné nástroje ČSN SNTL Praha 1964
- 6/ Katalog OSAN - nářadí pro vodovné vyvrtávačky
- 7/ Normativy pro vodorovné vyvrtávací stroje
- 8/ Návod k obsluze a programování WHN9B s ř.s.NS361

Seznam příloh

Příloha č.1. : Stávající technologický postup vřeteníku W75
operace č.14

Příloha č.2. : Výkres - Doraz č.v. 4 KOM OM 315 01

Příloha č.3. : Výkres - Upínací deska č.v.4 KOM OM 315 02

Příloha č.4. : Výkres - Upínka č.v. 4 KOM OM 315 03

Příloha č.5. : Výkres - Lišta č.v. 4 KOM OM 315 04

Příloha č.6. : Programovací listy

Příloha č.7. : Vřeteník W75 č.v. 0 08 03 0353

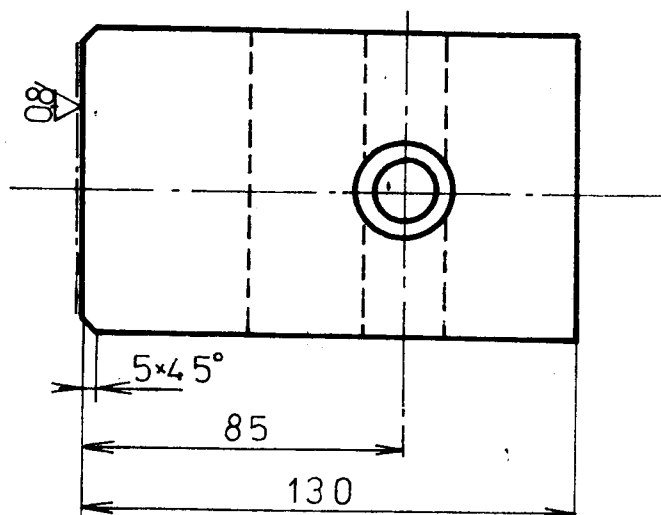
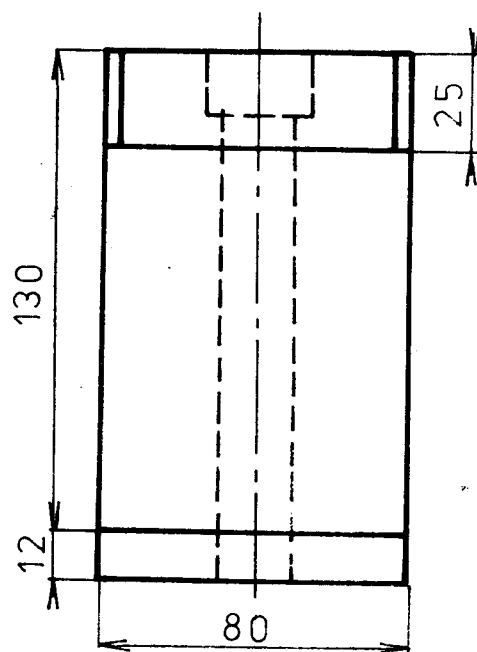
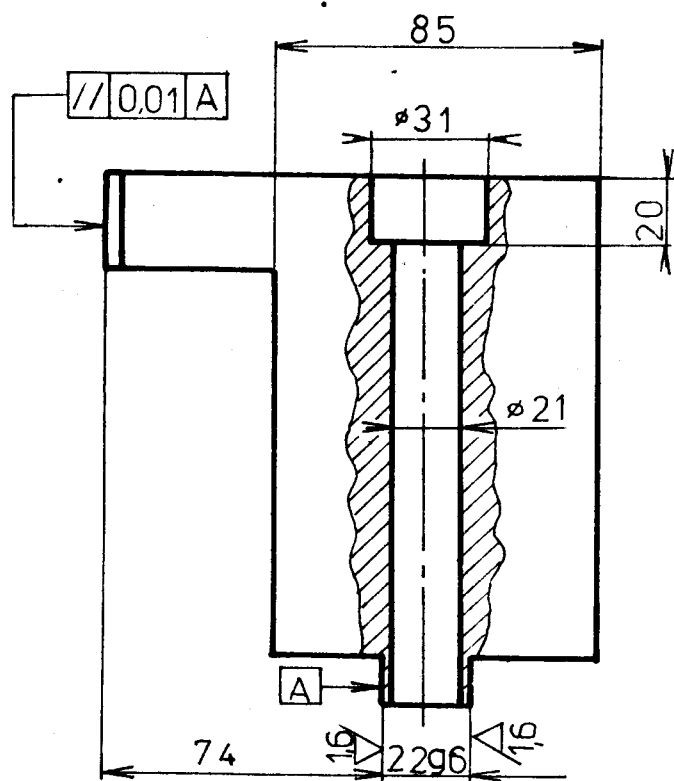
Příloha č.8. : Čelní deska vřeteníku č.v. 0 08 03 0354

TD 003

DA KRYCI ČÍSLO VÝROBKU										KC KÓD NÁZVU										NAZEV										DOPLNĚK										PRACOVNÍ POSTUP																																																																																																													
ZGT										SD										ČISTA										HMOTNOST										KD										KM.STR.										SKL.										ÚLOŽ. M.										ZNAK VYBĚRU										MIN. DÁV.										TRANSP. D.																																																	
DA										OZNAČENÍ										MATERIÁLU										KC										VÝD.										MJS										MNOŽ. ROZM. "A"										PŘ. "A"										ROZMĚR "B"										PŘ. "B"										KS/MJS										A										B										L - VÝKRES										P									
ROZMĚR										JAKOST										NORMA - POLOTVAR										MODEL										OD										OD										PŘ. Z										PZ																																																																															
LČA. E K VÝDEJI MATERIÁLU																																																																																																																																																					
OPER. 14										STŘED. 112										PRACOVISTĚ 48410										STR. NÁHR.										PRAC. NÁHR.										upnout na stranu výložníku										MANKA										ZMETKY										DUBŘE																																																																					
TR. PR. 83										KOEFIG.										ČAS. DÁV. 250										ČAS. JEDNOT. 1500										vyrovnat, najet na osu XXIV" /D-D/																																																																																																													
OP. KS										UP. KS										PRIP.																				ø60H7, zadní vybrání ø61 /A-A/																																																																																																													
OZN. VÝR. POMŮCKY																																								zapuštění ø251 na míru 80+0,2																																																																																																													
																																								ø32 do dna na hl.3																																																																																																													
																																								OSA XXV" /D-D/																																																																																																													
																																								ø20H7 vč. zahloubení ø30H7x8																																																																																																													
																																								OSA XXVII" /D-D/																																																																																																													
																																								ø20H7																																																																																																													
																																								OSA XX /C-C/																																																																																																													
																																								ø60H7 vč. orovnění ø140 na míru 80+0,2																																																																																																													
																																								OSA XXI /B-B/																																																																																																													
																																								ø60H7 vč. orovnění ø140 na míru 80+0,2																																																																																																													
																																								OSA LI" /O-O/																																																																																																													
																																								ø34,5 vč. zahloubení ø46X5																																																																																																													
																																								závit M36x1,5																																																																																																													
																																								OSA XXII /B-B/																																																																																																													
																																								ø 20H7 zápich 3-1,1H13																																																																																																													
																																								/D-D/ vrtat 1x ø10H7 vč. zahl. ø21x1																																																																																																													
																																								/D-D/ vrtat 1x ø18,5 vč. zahl. ø28x6																																																																																																													
																																								závit M20x1,5																																																																																																													
																																								OSA XLI" /C-C/																																																																																																													
																																								ø130H7 vč. zahloubení ø156 na míru 80+0,2																																																																																																													
																																								zadní vybrání R 65,5																																																																																																													
																																								VÝKRES										SCHÉMA										LISTŮ:																																																																																									
																																								DATUM:										PODPIS:										DATUM:										PODPIS:										LIST:																																																																					

DA		KRYCÍ ČÍSLO VÝROBKU		KC	KOD	NÁZEV	DOPLNĚK		PRACOVNÍ POSTUP										
ZGT	SD	ČISTA	HMOTNOST	KD	KM	STR.	SKL.	ÚLOŽ. M.	ZNAK	VÝBĚR	MIN. DÁV.	TRANSP. D.							
DA		OZNAČENÍ		MATERIÁLU	KC	VYD.	MJS	MNOŽ.	ROZM. "A"	PR. "A"	ROZMĚR "B"	PR. "B"	KS	MJS	A	B	L - VÝKRES	P	
ROZMĚR		JAKOST		NORMA - POLOTOVAR		MODEL		OD	DO	PR. Z	PZ								
ÚDAJE K VÝDEJI MATERIÁLU																			
OPER.	STŘED.	PRACOVNÍSTĚ	STR. NAHR.	PRAC. NAHR.	OSA VIII" /D-D/										MANKA	ZMETKY	DUBŘE		
TR. PR.	KOEFIC.	ČAS. DÁV.	ČAS. JEDNOT.	ø80J6 vč. orovnění ø100															
OP. KS	UP. KS	PRIP.	ø52H7 vč. zahloubení ø62J6 na míru $404^{+0,2}_{-0,1}$																
OZN. VÝR. POMŮCKY				OSA XXXVII-E-E/															
				ø20H7 vč. orovnění ø55 zápch š-1, 1H13															
				OSA XXIX" /E-E/															
				ø20H7 vč. orovnění ø55 zápch š-1, 1H13															
				OSA XXXI" /D-D/															
				ø24H7 vč. orovnění ø55 zápch š-1, 1H13															
				ø18H7 vč. orovnění na míru $115,3^{+0,1}$															
				OSA XVII /F-F/															
				ø25															
				ø20H7 zápch š-1, 1H13															
				zadní orovnění na míru $202^{+0,2}$															
				OSA XVI /E-E/															
				ø20H7 zápch š-1, 1H13															
				zadní orovnění na míru $202^{+0,2}$															
				OSA XXXII" /E-E/															
				2x ø20H7 na míru 425+3															
				OSA XXVI /E-E/															
				2x ø30H7															
				ø20H7 na míru 425+3															
				vrtat 3x ø14 vč. M16 /hrany nesrážet/															
 VARNSDORF				VYHOTOVIL:					SCHVÁLIL:					LISTŮ:					
				DATUM:					PODPIS:					DATUM:					PODPIS:
														LIST:					

32/△/△/△



----- kaleno HRC 65 oba kusy brousit společně
2 □ 150×150-90 ČSN 425520 11500.4 11500 001

FIALA K.

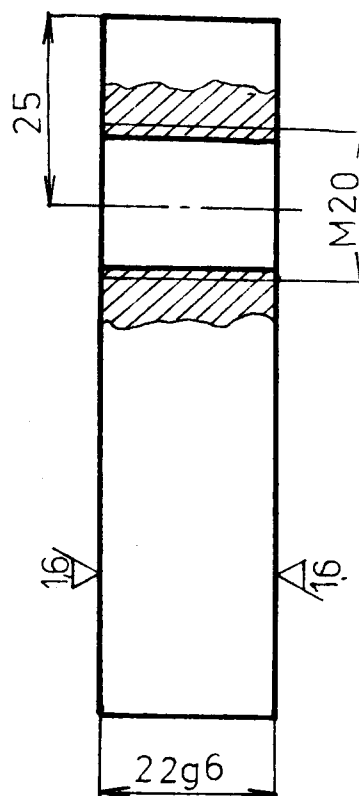
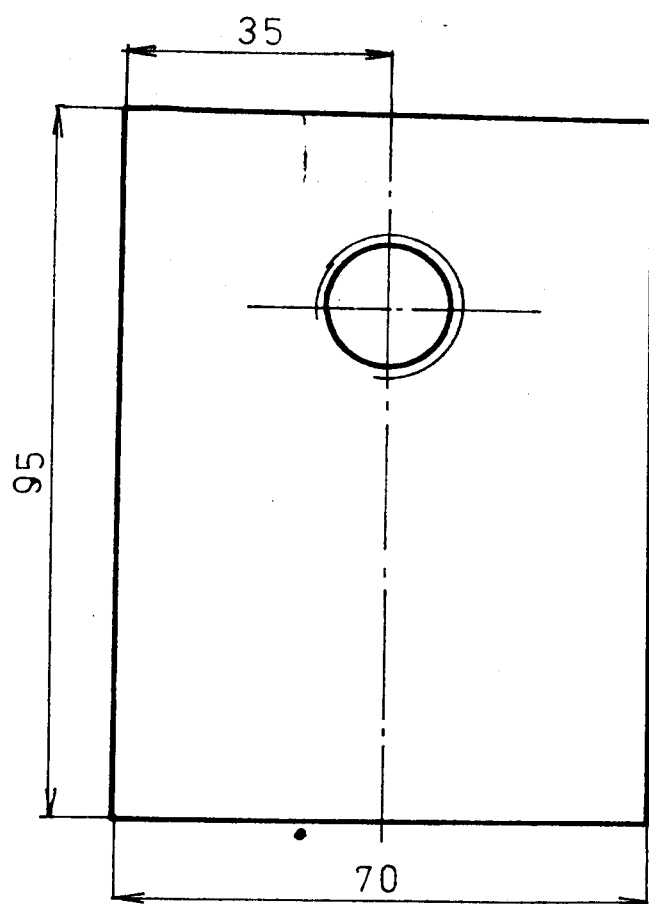
1:2

VŠST
LIBEREC

DORAZ

4-KOM-OM-315-01

32/A/A



1	25x100-75	ČSN426522	11500	001
---	-----------	-----------	-------	-----

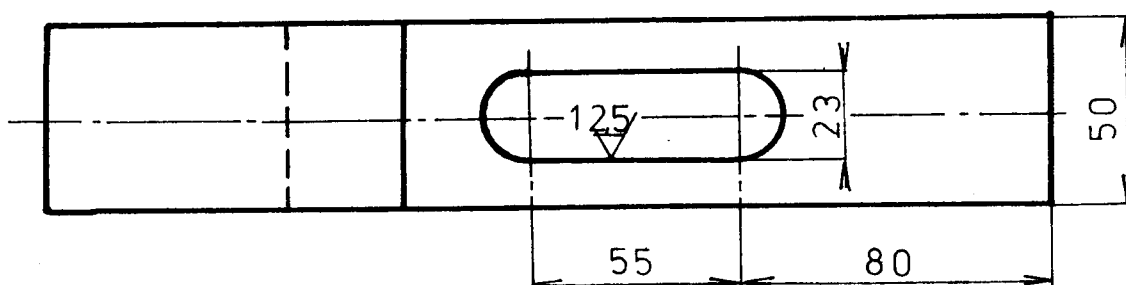
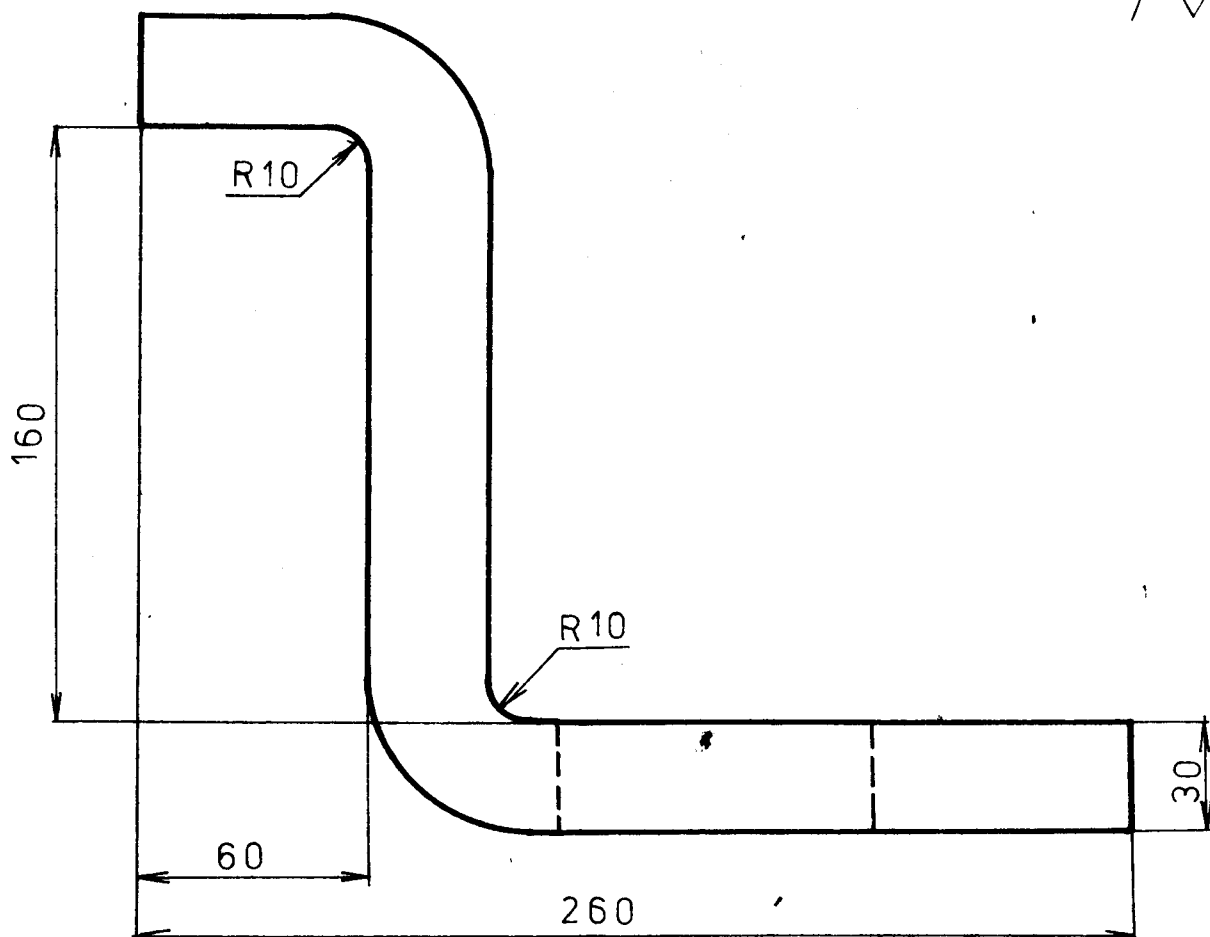
Fiala

1:1

VŠST
LIBEREC UPÍNACÍ DESKA

4-KOM-OM-315-02

~ / 125 /



1 30x50-415 ČSN426522 11600

001

FIALA K

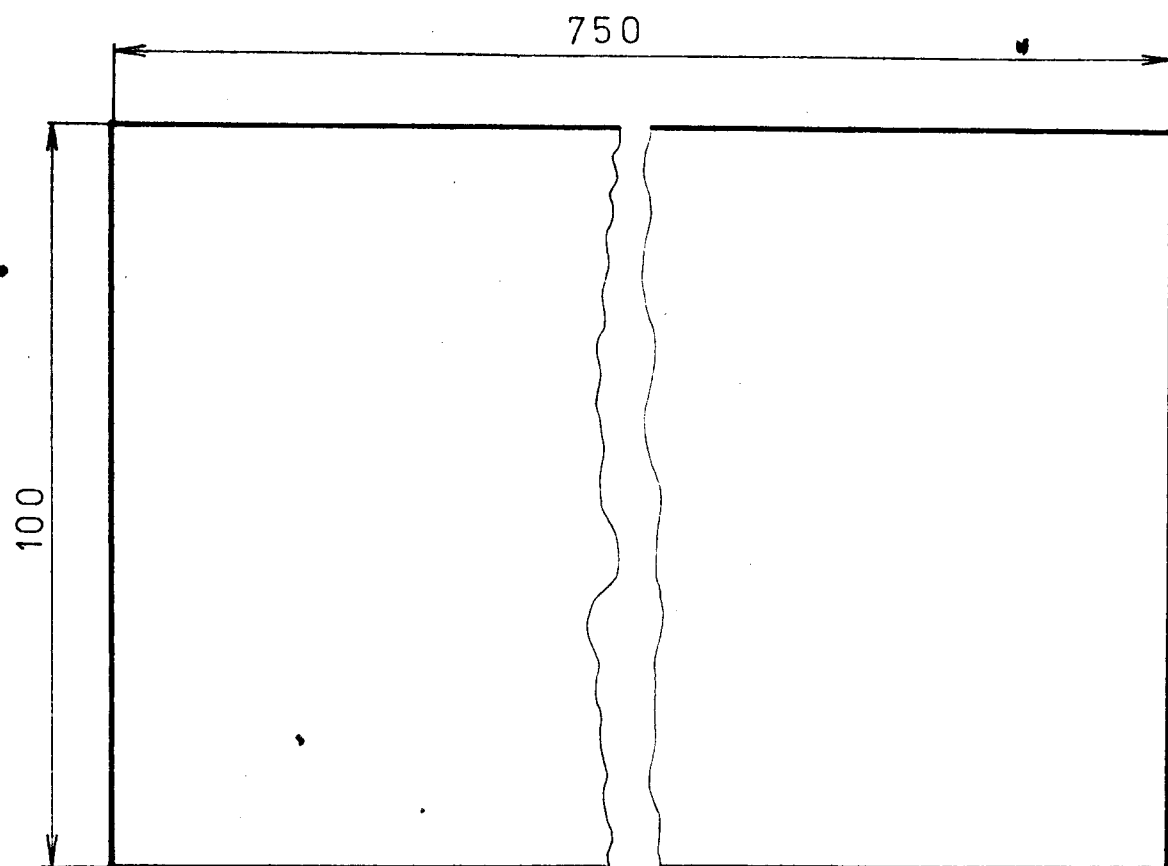
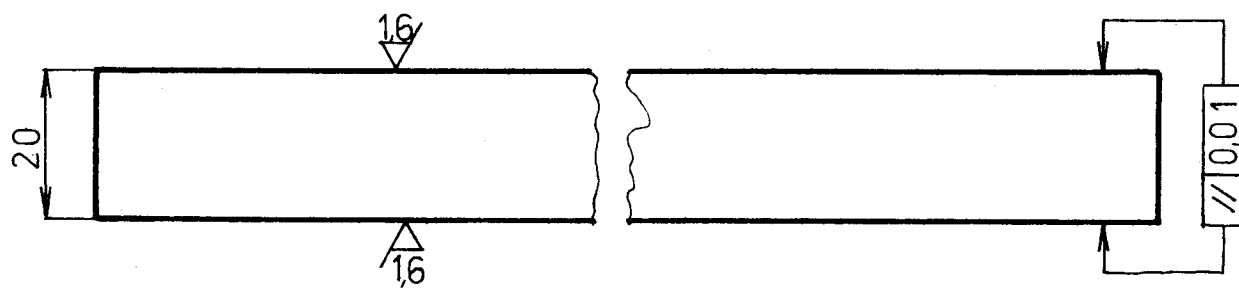
1:2

VSŠT
LIBEREC

UPÍNKA

4-KOM-OM-315-03

32//△//



OBA KUSY BROUSIT SPOLEČNĚ

2	25×110-760	ČSN425522	11500	.001					
---	------------	-----------	-------	------	--	--	--	--	--

1:1

FIALA

VŠST
LIBEREC

LIŠTA

4-KOM-OM-315-04