

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor strojírenská technologie
zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

Obrábění vřeteníku na obráběcím centru WFQ 80 NCA

KOM - OM - 736

Vladimír Bahník

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.

Konzultant: p. Zdeněk Hušák - TOS Varnsdorf

Počet stran: 85

Počet příloh: 3

Počet tabulek: 14

Počet obrázků: 22

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075789

30.12.1992

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Školní rok: 1991-92

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Vladimíra B A H N Í K A

obor (23-07-8) strojírenská technologie

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

Název tématu: Obrábění vřeteníku na obráběcím centru WFQ 80 NCA

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, současný stav v technologii obrábění vodících ploch vřeteníku horizontálních vyvrtávaček všech typů, vyráběných v k.p. TOS Varnsdorf, zhodnocení. Zpracování typizované technologie obrábění vodících ploch vřeteníku na obráběcím centru WFQ 80 NCA náhradou za hoblování.
2. Rozbor součástkové základny - všech vřeteníků horizontálních vyvrtávaček, výběr představitele. Ideový návrh způsobu obrábění včetně zajištění nástrojového vybavení a upínacích prvků pro tohoto představitele.
3. Zpracování vzorového řídicího programu pro WFQ 80 NCA v závislosti na řídicím systému stroje. Dle možností program odladit.
4. Ekonomické porovnání stávající a navrhované varianty s vyčíslením přínosů z případné vícestrojové obsluhy.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSC 461 17

V 4 / 93 S

KOM/OM

Rozsah grafických prací: přílohy ke zpracování programu

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Vlach, B. : Technologie obrábění na číslicově řízených obráběcích strojích, SNTL Praha 1982

Podklady k.p. TOS Varnsdorf ke stroji WFQ 80 NCA a k řídicímu systému

Vedoucí diplomové práce: Ing.Miroslav Maříček

Konzultant: Zdeněk Hušák - TOS Varnsdorf

Zadání diplomové práce: 31.10.1991

Termín odevzdání diplomové práce: 31.12.1992



Doc.Ing.Vladimír Gabriel, CSc.

Vedoucí katedry

Prof.Ing.Jaroslav Exner, CSc.

Děkan

V Liberci

dne 30.10. 19 91

A N O T A C E

Označení DP: 736

Řešitel: Vladimír Bahník

OBRÁBĚNÍ VŘETENÍKU NA OBRÁBĚCÍM CENTRU WFQ 80 NCA

Obsahem diplomové práce je návrh technologie pro obrábění vřeteníku stroje W 100 A na obráběcím centru WFQ 80 NCA. Je navržen způsob upnutí a nástrojové vybavení, je zpracován řídicí program a ekonomické zhodnocení.

Deset. třídění: DT 621.002.2

Klíčová slova: obrábění, vřeteník, NC stroj, program

Zpracovatel: VŠST Liberec - KOM

Dokončeno: 1992

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 85

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 22

Počet tabulek: 14

Počet diagramů: -

Místopřísežné prohlášení

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

Balík Vladimír

V Liberci, 30.12.1992

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7
1. Úvod	8
2. Charakteristika státního podniku TOS Varnsdorf	10
2.1. Tradice a vývoj číslíkové řízených vyvrtávaček vyráběných TOS Varnsdorf	11
2.1.1. Původní řada vodorovných vyvrtávaček WHN	12
2.1.2. Nová řada vodorovných vyvrtávaček.....	14
2.1.2.1. Technický popis strojů nové řady	15
2.2. Současný výrobní program	18
3. Rozbor součástkové základny	24
3.1. Výběr představitele	27
4. Současný stav v technologii obrábění vodících ploch vřeteníků	28
4.1. Rozbor stávající technologie	28
4.2. Technologický postup pro výrobu vřeteníku stroje W 100 A s použitím hoblování vodících ploch	29
4.2.1. Operace hoblování vodících ploch	34
5. Ideový návrh způsobu obrábění vodících ploch vřeteníku W 100 A na obráběcím centru WFQ 80 NCA	35
5.1. Oblast využití číslíkové řízených strojů	35
5.2. Tvorba technologického postupu	36
5.2.1. Seznámení s výrobním úkolem	37
5.2.2. Rozbor výrobního úkolu	37
5.2.2.1. Technologická kontrola	38
5.2.2.2. Konstrukčně-technologická prověrka	39
5.3. Technologičnost konstrukce	40
5.3.1. Technologičnost konstrukce vřeteníku W 100 A.....	41
5.4. Volba obráběcího stroje	43
5.4.1. Výběr vhodného NC stroje z výrobní základny podniku	43
5.5. Upnutí obrobku	44

5.5.1. Specifikace upínacích prostředků pro obrábění vřeteníku W 100 A	45
5.5.2. Schema upnutí	47
5.6. Volba řezných nástrojů a nářadí	49
5.6.1. Výběr nástrojů pro navrhovanou technologii	50
5.6.2. Volba řezných podmínek	51
5.7. Návrh technologického postupu pro obrábění vodících ploch a plochy víka vřeteníku stroje W 100A s použitím obráběcího centra WFQ 80 NCA...	52
5.7.1. Zpracování nové technologie obrábění	53
6. Zpracování řídicího programu pro obrábění vodících ploch a plochy víka vřeteníku W 100 A na stroji WFQ80 NCA s řídicím systémem NS 670	56
6.1. Ruční programování	56
6.1.1. Výpočet souřadnic	57
6.1.2. Seřizovací listy stroje a nástrojů, přehled ručních zásahů	59
6.1.2.1. Seřizovací listy nástrojů	62
6.1.3 Určení pořadí obrábění a sestavení programu.....	74
6.1.4 Zhotovení nositele řídicího programu	75
6.1.5 Odladění programu	75
7. Ekonomické zhodnocení	76
7.1. Určení jednotkového a dávkového času pro navrhovanou technologii	76
7.2. Zhodnocení efektivnosti navrhované technologie...	78
8. Závěr	81
8.1. Výsledky práce a její přínos	81
8.2. Návrh na další postup	82
Poděkování	83
Seznam příloh	83
Seznam literatury	84

Seznam použitých zkratek a symbolů

- 1) AVN - automatická výměna nástrojů
- 2) AVO - automatická výměna obrobků
- 3) CNC - computerized numerical control (číslícově řízený počítačem)
- 4) HD 20 A - typové označení stroje (hoblovka)
- 5) MUN - motorické upínání nástrojů
- 6) NC - numerical control (číslícově řízený)
- 7) souř. - souřadnice
- 8) TOS - továrna obráběcích strojů
- 9) TST - trust strojírenské techniky
- 10) W, WFQ, WH, WHN, WHN/Q - typová označení strojů
(vodorovných vyvrtávaček)

1. Úvod

S ohledem na specializaci studia se zaměřením na obrábění a montáž, požádal státní podnik TOS Varnsdorf Vysokou školu strojní a textilní v Liberci, aby bylo téma diplomové práce zaměřeno na problémy spojené s obráběním vodících ploch vřeteníků vyráběných strojů.

Vřeteník je skupinou stroje, která největší měrou ovlivňuje výslednou přesnost vodorovné vyvrtávačky. Proto je nutné již při obrábění důsledně dodržet technologickou kázeň. Z tohoto hlediska je slabým místem současného výrobního postupu právě operace dokončovacího obrábění vodících ploch vřeteníků. Celá operace je realizována hoblováním na konvenčním stroji HD 20 A. Tato hoblovka je již značně opotřebovaná a přestává vyhovovat náročným požadavkům na výslednou kvalitu a přesnost výroby. V důsledku toho je nutné najít vhodné řešení pro další zajištění této operace.

Generální oprava dosud používaného stroje by byla velice nákladná a jen obtížně realizovatelná, protože se jedná o starý stroj, vyráběný v bývalé NDR, kde již byla výroba těchto strojů ukončena. Naproti tomu ve státním podniku TOS Varnsdorf jsou ve výrobě používány moderní NC stroje. Kromě číslicově řízených soustruhů a vodorovných vyvrtávaček je v podniku několik obráběcích center. Tyto stroje jsou vhodné pro složitější obrobky, náročnější na technologii a přesnost obrobení. Z uvedených důvodů bylo v podniku rozhodnuto převést danou výrobní operaci na obráběcí centrum WFQ 80 NCA, které není stávající výrobou zcela kapacitně vytíženo a svými parametry plně odpovídá zadanému úkolu. Tímto převodem se současně naplňuje snaha převést

všechny stěžejní operace při obrábění vřeteníků z konvenčních strojů na stroje číslíkově řízené.

Cílem této diplomové práce je zpracování technologie obrábění vodících ploch vřeteníků vyráběných typů strojů na obráběcím centru WFQ 80 NCA náhradou za hoblování.

Je nutné vypracovat :

- ideový návrh způsobu obrábění včetně zajištění nástrojového vybavení a upínacích prvků,
- vzorový řídicí program v závislosti na řídicím systému stroje,
- ekonomické porovnání stávající a navrhované varianty při použití případné vícestrojové obsluhy.

Získané poznatky a cíl této diplomové práce by měly vést k převedení výroby ze zastaralého konvenčního stroje na moderní číslíkově řízené obráběcí centrum a tím k zpřesnění výroby, zvýšení produktivity práce a zjednodušení řízení výrobního procesu při obrábění vřeteníků.

2. Charakteristika státního podniku TOS Varnsdorf

Státní podnik TOS Varnsdorf je výrobcem vodorovných vyvrtávaček (horizontek) střední velikosti, jediným v ČSFR. Produkuje stroje špičkové technické úrovně, které se úspěšně prosazují na všech světových trzích. Rozsah této specializované výroby zařazuje podnik mezi největší tohoto druhu v Evropě. Strojírenská výroba se zde opírá o téměř 90-letou tradici, která je známkou vysoké kvality a spolehlivosti moderních, vysoce výkonných vyvrtávacích strojů. Pobočný závod v České Kamenici vyrábí poloautomatické a automatické kotoučové pily na kov a široký sortiment zvláštního příslušenství k vodorovným vyvrtávačkám, který rozšiřuje možnosti technologického využití strojů. Podnik má do své organizace začleněnou moderní slévárnu šedé litiny v nedalekém Rumburku.

Podnik byl založen v roce 1903 a od samého začátku své existence se zabývá výrobou obráběcích strojů, které pod značkou PLAUERT vyvážel do všech průmyslově vyspělých evropských států. Po skončení druhé světové války znárodněná firma PLAUERT, měla málo přes 400 zaměstnanců a byla již jednoznačně orientována na výrobu vodorovných vyvrtávaček. Další rozvoj zaznamenal podnik v následujících letech, kdy se stal součástí výrobního sdružení TOS a později koncernu TST. Z rozdrobených provozoven místního významu vznikl koncernový podnik TOS Varnsdorf - základna přesné strojírenské výroby v severočeském kraji.

Nynější státní podnik se dnes potýká s odbytovými potížemi, způsobenými v zahraničí všeobecným útlumem zájmu o strojírenské výrobky a v tuzemsku zejména platební neschopností svých zákazníků. Podnik na tuto situaci

reagoval částečným snížením výroby stávajících typů vodorovných vyvrtávaček a přípravou pro zahájení výroby nové typové řady výrobků s lepší konkurenceschopností.

2.1 Tradice a vývoj číslicově řízených vyvrtávaček vyráběných TOS Varnsdorf

Produkce TOS Varnsdorf v oboru vodorovných vyvrtávaček má bohatou tradici a její kořeny sahají až do roku 1915, kdy původní firma PLAUERT svůj výrobní program (soustruhy, vrtačky) rozšířila o uvedený artikl.

Tento druh obráběcího stroje, který má pro svůj universální charakter výjimečné postavení v každé strojírenské výrobě, vždy vyžadoval mimořádnou péči při rozvoji užitných vlastností a zvyšování technické úrovně. Firma TOS Varnsdorf se po celou dobu nabídky těchto výrobků vždy snažila v maximální míře požadavkům uživatelů vyhovět.

Vodorovná vyvrtávka patří do kategorie obráběcích strojů s hlavním řezným pohybem nástroje rotačním. Je určena pro obrábění nerotačních obrobků, zejména skříňových, proměnné velikosti a hmotnosti, mnohdy značně členitých, při široce proměnlivých nárocích na tvar, velikost a jakost obráběných ploch. V širokém rozsahu se mění též jakost materiálu obrobku. Přirozenou snahou je co nejkomplexnější obrobek součásti při vysoké produktivitě.

Základními požadavky na pracovní schopnosti vodorovné vyvrtávky - NC zejména - tedy jsou :

- přenos potřebného výkonu při dostatečném rozsahu otáček vřetena,

- dostatečný rozsah hlavního a vedlejších řezných pohybů,
- trvalá vysoká přesnost geometrická i všech pohybů stroje nezávislá na zatížení a tudíž vysoká výsledná přesnost,
- vysoká produktivita.

Takové požadavky nejlépe splňuje stroj solidní, tuhé konstrukce s vedlejšími pohyby ve třech základních souřadnicích, zpravidla rozšířených o charakteristické pohyby otočného pracovního stolu a výsuvného vřeten. Přídavná technologická zařízení resp. proměnlivá nabídka stroje co do uspořádání a rozsahu technických parametrů, pak významně rozšiřují technologické možnosti stroje.

Přes bouřlivý vývoj zejména frézovacích strojů a výkonných obráběcích center, které v současnosti významně konkurují vodorovné vyvrtávačce, má stále klasická, vhodně modifikovaná podoba tohoto stroje nezastupitelnou úlohu a je úspěšně nasazována ve výrobních systémech s vysokým stupněm automatizace.

Také TOS Varnsdorf včas zachytil trend a rozpoznal důležitost uplatnění číslicové techniky v oboru a za situace, kdy již byl v podstatě monopolním výrobcem malé až střední velikosti v Československu, velmi rychle vyřešil vývojové dilema a v krátké době dodal na trh stroje známé řady WHN, jejíž parametrickou škálou se snažil optimálně pokrýt požadavky zákazníků.

2.1.1. Původní řada vodorovných vyvrtávaček WHN

Po obeznámení se s problematikou NC obráběcích strojů již v 50. letech na projektu vodorovné vyvrtávačky WH 100,

která byla vůbec první NC horizontkou v Československu, bezprostředně započaly vývojové práce na strojích nové generace. Nejdříve se jednalo o studii široce rozvinuté řady převážně menších horizontek, většinou v podélném provedení, projektovaných jako konvenční, přizpůsobených pro NC řízení. Z tohoto projektu se odvinula konstrukce základního představitele, později vůbec první sériově vyráběné vodorovné vyvrtávačky v Československu, horizontky WHN 9, která po absolvovaných inovacích (WHN 9A, WHN 9B) dnes nese označení WH 10 NC, resp. nejnovější verze WH 10 CNC.

Následoval projekt odvážně a velkoryse pojaté řady WHN, již koncipované především pro NC řízení a rozšiřující výrobní program do větších typorozměrů. Řada původně zahrnovala tři typorozměry - WHN 9, WHN 11, WHN 13. Jednotlivé stroje byly vyvíjeny od 2. poloviny šedesátých let a tak byl vlastně položen základ současného výrobního programu firmy TOS Varnsdorf v oblasti NC horizontek. Postupná inovace řady probíhala v duchu rozvoje NC techniky a rozhodujících komponentů, zejména pohonu vřetena a posuvů, od vybavení číslíkovou indikací s předvolbou, přes pravoúhlé NC řízení, centrální resp. skupinové náhony posuvů a stupňovitou změnu otáček vřetena, až po souvislé NC resp. CNC řízení se samostatnými pohony posuvů a vřetena s plynulou regulací. Nejmenší stroj je v současnosti nabízen pod označením WFQ 80 NCA, největší pak WHN /Q 13 CNC.

Výrobní program v oblasti NC strojů, zejména strojů vycházejících z projektu původní řady, má i přes zjevnou úspěšnost určité nedostatky :

- vyčerpání technicko-užitného vývojového potenciálu,
- absence prostředního typorozměru,
- nevyhraněnost koncepce v oblasti nejmenšího typorozměru,
- nízký stupeň unifikace.

Tyto nedostatky jsou řešitelné pouze zásadní a rychlou inovací.

2.1.2. Nová řada vodorovných vyvrtávaček

V současné době usiluje podnik o urychlenou obnovu této komerčně úspěšné řady a tím také o nabídku strojů vyhovujících soudobým a budoucím vývojovým trendům, zaručujícím odpovídající úroveň užitných vlastností moderních obráběcích strojů. V minulosti se plně uplatňovala snaha o pružné přizpůsobení horizontky pracovním nárokům především rozšiřováním univerzálnosti a to zpravidla prostřednictvím bohatého technologického příslušenství. Dnes je tento požadavek pružného přizpůsobení chápán ve smyslu pružné automatizace s komplexní nabídkou nejen výrobního zařízení, ale též úzce vázaných před i postprodejních služeb technického rázu. Jaký postup hodlá při rozvoji budoucího výrobního programu firma uplatňovat, bude ukázáno dále na popisu projektu nové typové řady, obsahující zatím tři typorozměry - 100, 110, 130 (jmenovitý průměr vřetena v mm).

Při vývoji této řady koncipované výlučně pro CNC řízení, je striktně sledována modulární koncepce jednotlivých stavebních uzlů stroje, včetně periferního vybavení s vysokým stupněm unifikace. To umožňuje nabídnout uživateli širokou škálu provedení strojů z hlediska :

- parametrů hlavního řezného pohybu (výkonu, rozsahu otáček),
- parametrů pracovního stolu (maximální zatížení, velikost),
- přestavení jednotlivých skupin,
- stupňů automatizace pracovního cyklu (rozsahu automatické výměny nástrojů a automatické výměny obrobků),
- rozšíření technologických možností stroje,
- uspořádání rámu stroje (relativního pohybu nástroje vůči obrobku).

Právě z důvodu široké uživatelské variability nasazení těchto strojů je jejich základ koncipován jakožto klasická vodorovná vyvrtávačka s výsuvným vřetenem, jednostranným stojanem a bočně zavěšeným vřeteníkem. V konstrukci je použito technických prostředků, které umožňují dosáhnout vysokých parametrů stroje při respektování sledovaných uživatelských vlastností (například nenáročnost údržby a servisu) a zabezpečujících též dlouhodobé zachování těchto parametrů, zejména pracovní přesnosti.

2.1.2.1. Technický popis strojů nové řady

Vlastní stroj představuje vodorovnou vyvrtávačku stolovou levou, v křížovém, případně deskovém provedení, zpravidla s výsuvným vřetenem a otočným nebo pevným stolem, resp. s upínací deskou. Při vybavení stroje automatickou výměnou obrobku je otočný stůl nahrazen tzv. upínacím základem pro přijetí technologické palety s obrobkem do pracovního prostoru stroje.

Základ rámu stroje v provedení křížovém je tvořen dvěma loži, vzájemně uspořádanými a spojenými ve tvaru "T". Po jednom z nich podélně pojíždí jednostranný stojan (souř. Z), s bočně zavěšeným, svisle přestavitelným vřeteníkem (souř. Y) a vodorovným a podélně výsuvným pracovním vřetenem (souř. W). Po druhém loži pojíždí příčně, tj. kolmo na osu vřetena (souř. X) skupina s otočným (souř. B), případně pevným pracovním stolem, resp. upínacím základem s technologickou paletou s vodorovnou upínací plochou.

V provedení deskovém pojíždí stojan odpovídající křížovému provedení příčně, tj. kolmo na osu vřetena (souř. X), vřeteník může být alternativně vybaven výsuvnou

pinolou (souř. W1) resp. smykadlem obdélníkového průřezu s výsuvným pracovním vřetenem (souř. W2). Stroj může být vybaven přídatným otočným pracovním stolem (souř. B) resp. upínacím základem s technologickou paletou, který pojíždí podélně po samostatném loži (souř. Z). Rám deskového provedení je odvozen od křížového provedení s maximálním využitím jednotlivých dílů rámu nebo alespoň prvků vedení a náhonů přestavitelných skupin.

Vřeteníky jsou vyvíjeny v několika variantách, přičemž vřeteník s výsuvným vřetenem je nabízen ve dvou provedeních, odlišujících se v podstatě uspořádáním hlavního uložení a mechanismu výsuvu pracovního vřetena. Konstrukční řešení alternativního uspořádání hlavního uložení ve společném tělese vřeteníku obsahujícím společné uzly (hlavní náhon), umožňuje dimenzovat průměr pracovního i dutého vřetena podle náročnosti zajištění přesnosti chodu vřetena (a tudíž celkové tuhosti hlavního uložení) v závislosti na rozsahu otáček.

Díky vysokému stupni modularity a unifikace konstrukčních řešení jednotlivých stavebních celků, lze kromě širokého výběru parametrických verzí co do přestavení resp. rozměru stolu, nabídnout širokou paletu odvozených variant strojů z modulů odpovídajících v základním provedení různým typorozměrům :

- různé velikosti nosiče nástroje (vřetena), lze přiřadit různou velikost nosiče obrobku (stolu),
- lze zaměňovat kompletní vřeteníky v typorozměrech 110/130 včetně deskového provedení a včetně vřeteníku s výsuvnou pinolou.

Základnímu provedení stroje odpovídá nejmenší parametrická verze co do přestavení v jednotlivých souřadnicích, velikosti stolu, rozsahu otáček, kapacity AVN a AVO. Stupeň odchylnosti nabízené verze ovlivňuje kromě ceny též lhůtu realizace zakázky.

Vedení přestavitelných skupin jsou převážně kombinovaná, přičemž kluzné části jsou zpravidla opatřeny plastickou hmotou optimalizující kluzné vlastnosti. Otočný stůl je uložen kluzně kromě kruhových ploch též na středním čepu. Vodicí plochy na nosných částech stroje jsou převážně opatřeny ocelovými kalenými lištami.

Odměřování poloh přestavitelných skupin stroje je většinou přímé, skupiny nejsou po ustavení polohy mechanicky zpevňovány, kromě otočného stolu.

Systém AVN je založen na výměně nástrojů (uložených v modulech řetězového zásobníku o proměnné kapacitě), která je prováděna manipulátorem s dvouramennou rukou pro nástrojovou stopku ISO 50. Kapacitu lze rozšiřovat až na 140 úložných míst v zásobníku.

Systém AVO je v jednoduchém autonomním provedení vytvořen minimálně dvěma až maximálně čtyřmi samostatnými stacionárními manipulátory technologických palet s odpovídajícím počtem palet. Modulová výstavba systémů AVN a AVO umožňuje jejich postupné rozšiřování a také propojení jednotlivých technologických pracovišť do širších výrobních systémů s mezioperační dopravou.

Ovládání stroje je možné z centrálního ovládacího panelu, externím panelem NC systému a dalšími ovládacími prvky. Samostatným doplňujícím ovládáním jsou vybavena zařízení systémů AVN i AVO.

Stroj může být v autonomním nasazení řízen známými CNC systémy (Heidenhain, Siemens) s vybavením podle stupně automatizace. Obvyklé technologické a provozní využití vodorovné vyvrtávačky lze tak rozšířit o obrábění s různými režimy interpolace, provozní diagnostiku stroje, aktivní kontrolu rozměru obrobku, monitorování životnosti nástrojů, kompenzaci teplotních dilatací stroje, adaptivní řízení atd.

Připravuje se též kabinové zakrytí pracovního prostoru stroje.

2.2. Současný výrobní program

Nosným programem státního podniku TOS Varnsdorf je výroba vodorovných vyvrtávaček střední velikosti. V letech 1991 a 1992 má ve svém výrobním programu tyto stroje :

- W 75 - konvenční vodorovná vyvrtávačka stolová. Je to stroj jednoduché konstrukční koncepce, ovládání je ruční. Provedení stroje je levé, s výsuvným vřetenem. V základním provedení je odměřování souřadnic optické, na přání zákazníka je možno stroj vybavit jednoduchou číslicovou indikací. Průměr pracovního vřetená 75 mm, upínací plocha stolu 950 x 950 mm, nosnost stolu 3 000 kg, výkon hlavního motoru 11 kW. Stroj je určen pro přesné souřadnicové vrtání, vyvrtávání, čelní soustružení a řezání závitů u středních obrobků z litiny, ocelolitiny a oceli nerotačních tvarů do maximální hmotnosti 3 000 kg.
- W 100 A - konvenční vodorovná vyvrtávačka stolová, která vznikla modernizací osvědčeného typu W 100. Je to vyvrtávačka s křížově přestavitelným otočným stolem a výsuvným vřetenem, provedení levé. Odměřování souřadnic zajišťuje číslicová indikace NS 115 pro souřadnice X, Y, W. Je vybavena motorickým upínáním nástrojů MUN. Vřeteno má ve standardním provedení kuželovou dutinu ISO 50. Na boční straně vřeteníku je pevná lícní deska s nožovými saněmi, určená pro lícní soustružení a zarovnávání kruhových

čelních ploch. S použitím normálního i zvláštního příslušenství patří mezi nejuniverzálnější obráběcí stroje. Lze provádět vysoce přesně souřadnicové vrtání a vyvrtávání, vystružování, řezání závitů závitníky nebo noži ve stoupání metrickém nebo palcovém, soustružení válcových ploch nábojů, čelní soustružení ploch, frézování čelních ploch a další podobné práce. Průměr pracovního vřetena 100 mm, upínací plocha stolu 1250 x 1250 mm, nosnost stolu 3 000 kg, průměr lícní desky 600 mm, vysunutí pracovního vřetena 900 mm, příčné přestavení stolu (souřadnice X) 1600 mm, podélné přestavení stolu (souřadnice W) 1250mm, výška osy pracovního vřetena nad stolem (souřadnice Y) 0 až 1120 mm. Výkon hlavního motoru 11 kW.

WH 10 NC - vodorovná vyvrtávačka, která vyhovuje svou konstrukcí všem novodobým technologickým požadavkům jak výkonem, tak i univerzálností. Stroj vznikl rekonstrukcí typu WHN 9 B. Jedná se o vyvrtávačku klasického provedení s pevným stojanem, křížově přestavitelným otočným stolem a výsuvným vřetenem. Výrobce nabízí ve třech různých provedeních pro rozdílné způsoby technologického využívání stroje, která jsou charakterizována především použitým řídicím systémem :

1) WH 10 NC s pravoúhlým řídicím systémem Tesla NS 260.03 - vhodný pro běžné strojírenské

provozy zvláště tam, kde vedle sériové výroby je třeba zajišťovat i kusovou výrobu. Při ručním ovládání stroje pracuje řídicí systém jako prostá indikace polohy skupin. Systém řídí stroj ve třech osách (X, Y, Z) s tím, že je postupně řízena jedna osa za druhou.

2) WH 10 NC s pravouhlým řídicím systémem Heidenhain TNC 135 - stroj vedle automatického cyklu umožňuje i ruční ovládání. Systém řídí stroj ve třech osách (X, Y, Z) s tím, že je postupně řízena jedna osa za druhou. Komfort obsluhy stroje je rozšířen vybavením systému obrazovkou o úhlopříčce 9", na které lze i během práce stroje sledovat stavbu programu, programované funkce a řezné podmínky.

3) WH 10 CNC se souvislým řídicím systémem Heidenhain TNC 407 - stroj je vhodný pro sériovou výrobu a pro náročné technologické využití se současným pohybem ve třech osách v lineární interpolaci nebo ve dvou osách v kruhové interpolaci. Systém řídí stroj ve čtyřech lineárních souřadnicích (X, Y, Z, W) a vřetenem. Osa B (otočný stůl) je vybavena zařízením pro automatické najíždění základních poloh $4 \times 90^\circ$. Řídicí systém je vybaven obrazovkou s úhlopříčkou 14", umožňující barevné grafické zobrazení obrobku.

Parametry stroje - průměr pracovního vřetená 100 mm, upínací kužel ISO 50, upínací plocha stolu 1000 x 1120 mm, únosnost stolu 3000 kg, výkon hlavního motoru 20 kW.

Přednosti stroje - vysoká přesnost

obrábění, plynulá regulace posuvů i otáček pracovního vřetena, automatické zpevňování vřeteníku, podélných i příčných saní stolu. Vodicí plochy lože a podélných saní jsou obloženy kalenými ocelovými lištami a zakrytovány teleskopickými kryty.

WFQ 80 NCA - vodorovná vyvrtávačka křížového provedení s nevýsuvným pracovním vřetenem, příčně přestavitelným otočným stolem. Je vybavena zařízením pro automatickou výměnu nástrojů a zásobníkem nástrojů. Stroj je osazen souvislým řídicím systémem CNC Tesla NS 670 pro souvislé řízení ve třech osách (X, Y, Z) a automatické polohování otočného stolu (po $0,5^\circ$). Tím je ze stroje vytvořeno obráběcí centrum, které je určeno pro obrábění z více stran bez přepínání obrobku, což spolu s AVN přispívá k podstatnému zkrácení vedlejších časů a tím také ke zvýšení produktivity obrábění při snížení fyzické náročnosti na obsluhu. Stroj je určen pro frézovací, vrtací, vyvrtávací a závitovací operace na skříňových, deskových i tvarově složitých obrobcích střední velikosti z litiny, ocelolitiny, oceli i barevných kovů v malosériové, středněsériové i kusové výrobě, do celkové hmotnosti 5 000 kg.

Průměr pracovního vřetena 128,57 mm, kuželová dutina ve vřetenu ISO 50, upínací plocha základního stolu 850 x 1600 mm, upínací plocha vestavěného otočného stolu 850 x 850 mm,

maximální nosnost otočného stolu 3 000 kg, celková nosnost stolu 5 000 kg, počet úložných míst v zásobníku 50 + 2, maximální hmotnost nástroje 20 kg, maximální délka nástroje 500 mm, výkon hlavního motoru 20 kW.

WHN 13 CNC - vodorovná vyvrtávačka s příčně přestavitelným otočným stolem a výsuvným vřetenem. Podélné lože nesoucí stojan s vřeteníkem a příčné lože, po nichž jsou přestavovány saně se stolem nesoucí obrobek, jsou spolu vzájemně spojeny do tvaru " T " . Tuhá konstrukce vycházející z křížového provedení stroje umožňuje maximální úběry materiálu. Stroj je řízen systémem Heidenhain TNC 355, který umožňuje řízení ve čtyřech osách (X, Y, Z, W) a polohování stolu a vřetena. Stroj je možno ovládat jak v automatickém režimu dle programu, tak i v ručním režimu. Ruční ovládání je možné i z pomocného ovládacího panelu, který je přenosný. Podle délky příčného lože se vyrábí dvě provedení stroje - WHN 13.4 CNC a WHN 13.8 CNC. Liší se příčným přestavením v ose X. Průměr pracovního vřetena 130mm, dutina ISO 50, upínací plocha stolu 1800 x 1600 mm, únosnost stolu 12 000 kg, výkon hlavního motoru 37 kW.

WHQ 13 CNC - vodorovná vyvrtávačka s příčně přestavitelným otočným stolem, výsuvným vřetenem a automatickou výměnou nástrojů. Lože je stejně

jako u stroje WHN 13 CNC uspořádáno do tvaru " T ", u stroje je rovněž použit řídicí systém Heidenhain TNC 355. Řetězový zásobník nástrojů je připevněn na zadní stěně stojanu stroje. Jednotlivé články řetězu tvoří lůžka pro uložení nástrojů. Vyhledávání je dle kódovaného lůžka řetězu. Manipulátor výměny nástrojů je přestavitelný po vodorovném vedení, které je připevněno na boční a zadní stěně stojanu. Manipulátor provádí vlastní výměnu nástroje mezi zásobníkem nástrojů a vřetenem. Funkce zásobníku a manipulátoru pro automatickou výměnu nástrojů je možno ovládat i ručně z panelu AVN umístěného u řetězového zásobníku. Počet úložných míst v zásobníku 60, maximální hmotnost nástroje 25 kg, maximální délka nástroje 500 mm, průměrná celková doba automatické výměny nástroje 20 s, maximální průměr nástroje při plně obsazeném zásobníku 125 až 150 mm, při vynechání nástrojů v sousedních místech 300 mm. Ostatní základní parametry stroje jsou shodné s parametry uvedenými u stroje WHN 13 CNC.

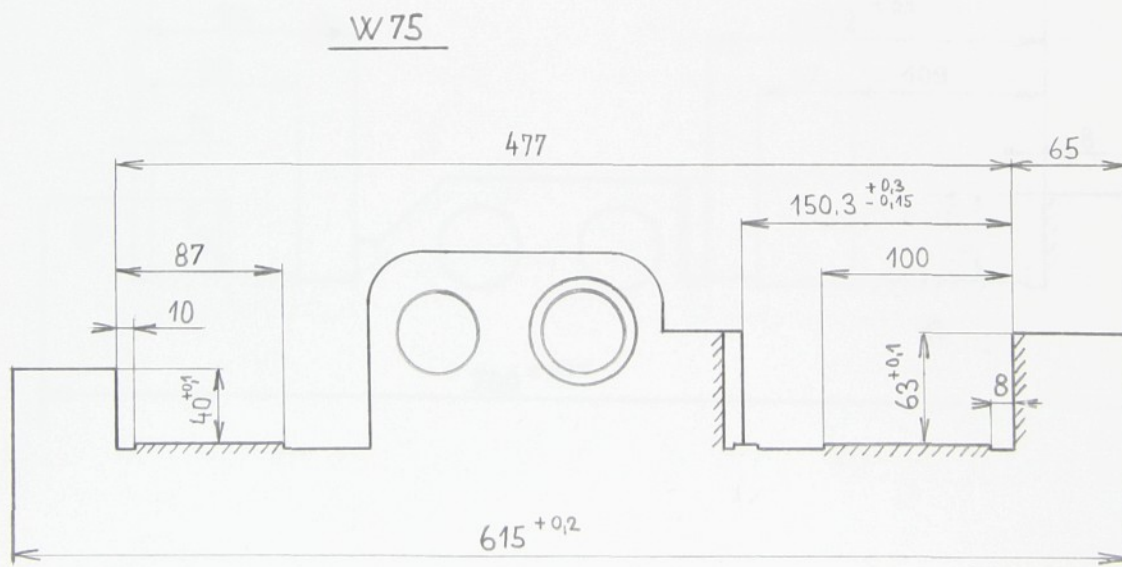
Kromně těchto vodorovných vyvrtávaček a zvláštního příslušenství k uvedeným strojům, které vyrábí závod ve Varnsdorfu, spadá do současného výrobního programu firmy i výroba kotoučové automatické pily PKA 13 A, rámové pily PR 30 A, jejichž výrobcem je závod v České Kamenici.

3. Rozbor součástkové základny

Z vyhodnocení přehledu současného výrobního programu uvedeného v předchozí kapitole, vyplývá, že se v současnosti jedná prakticky o výrobu pěti druhů vřeteníků vodorovných vyvrtávaček pro stroje W 75, W 100 A, WH 10 NC, WFQ 80 NCA a WHN 13 CNC.

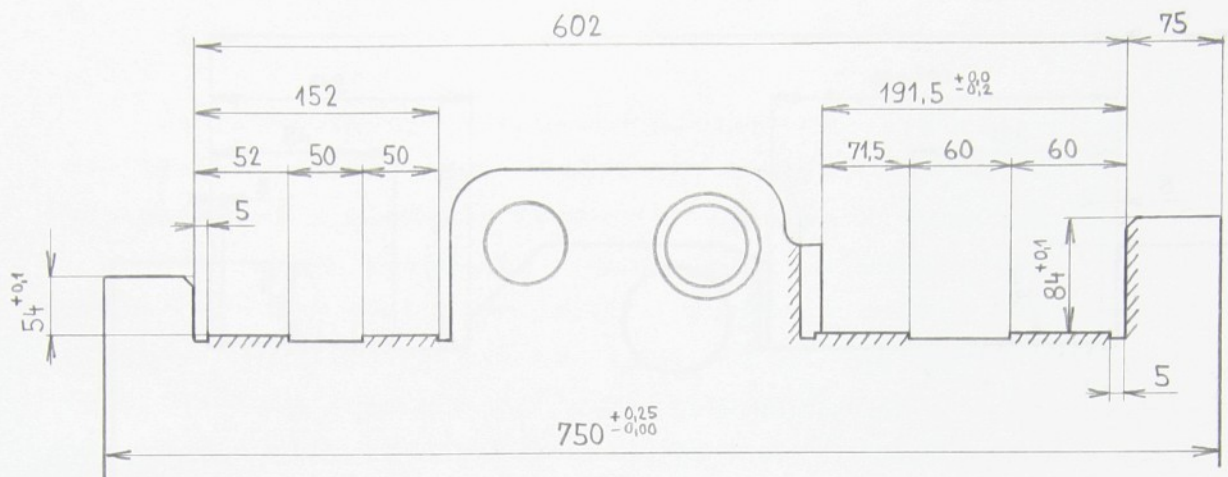
Stroje s typovým označením WHN 13.4 CNC, WHN 13.8 CNC se odlišují provedením délky příčného lože, velikostí stojanu, případně použitým řídicím systémem, nikoliv však provedením tvaru vodících ploch vřeteníku, který je u těchto typů shodný s typem WHN 13 CNC. Z tohoto hlediska se též neliší stroj WHQ 13 CNC, který se odlišuje hlavně použitím automatické výměny nástrojů. Z těchto důvodů je pro tuto skupinu strojů reprezentativní stroj WHN 13 CNC.

Charakteristický tvar, uspořádání a základní rozměry vodících ploch vřeteníků jednotlivých typů strojů jsou znázorněny na následujících schématech (obr.1 až obr.5). Vodicí plochy a plocha pro klínovou lištu jsou vyznačeny šrafováním.



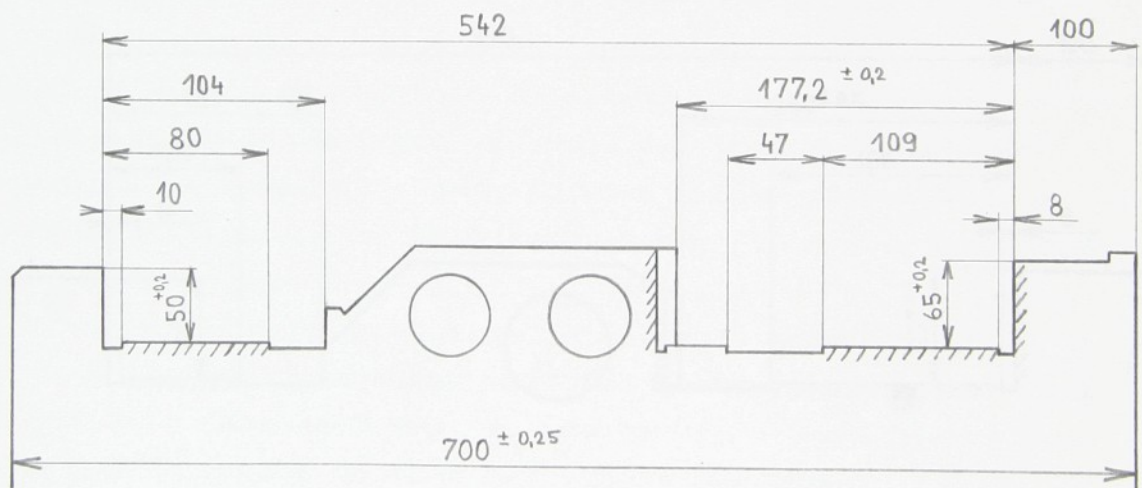
Obr. 1

W100 A



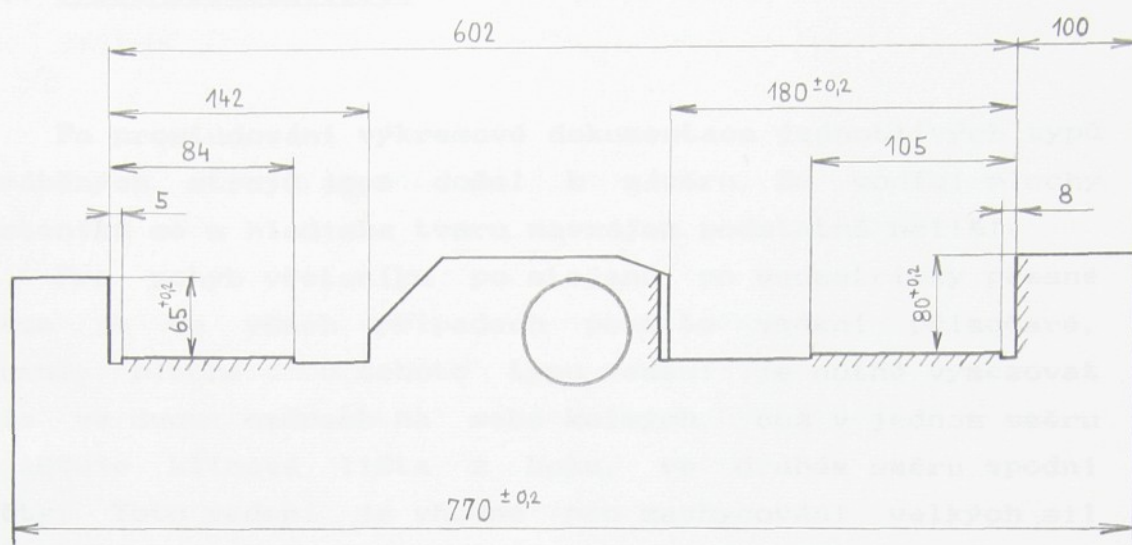
Obr . 2

WH 10 NC



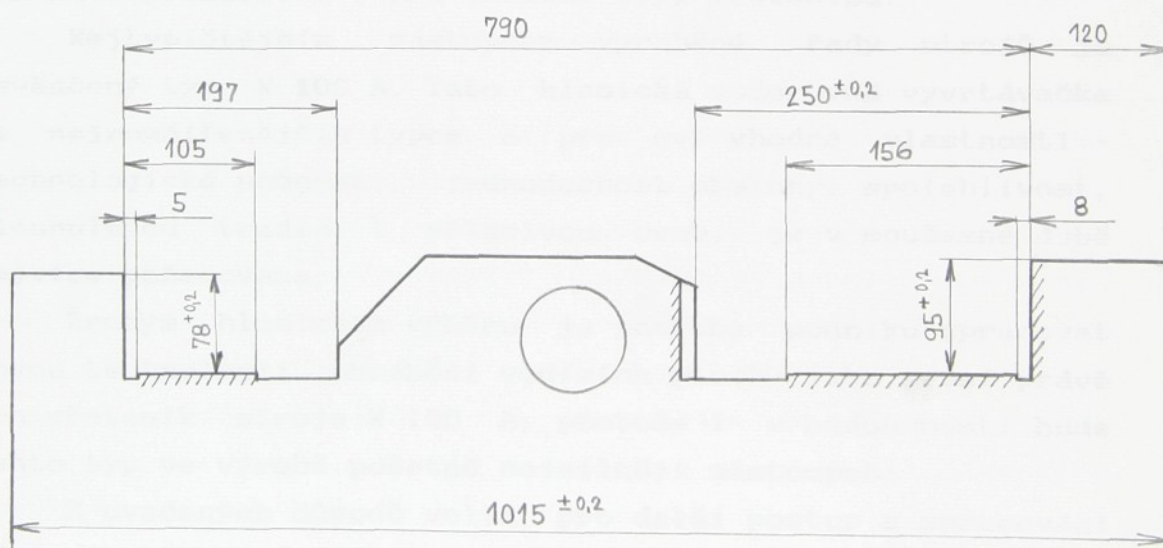
Obr . 3

WFQ 80 NCA



Obr. 4

WHN 13 CNC



Obr. 5

3.1. Výběr představitele

Po prostudování výkresové dokumentace jednotlivých typů vyráběných strojů jsem došel k závěru, že vodící plochy vřeteníků se z hlediska tvaru navzájem podstatně neliší.

Pro pohyb vřeteníku po stojanu po geometricky přesné dráze je ve všech případech použito vedení přímočaré, kluzné, ploché. U tohoto typu vedení je nutné vymezovat vůle ve dvou směrech na sebe kolmých, což v jednom směru zajišťuje klínová lišta z boku, ve druhém směru spodní lišty. Toto vedení je vhodné pro zachycování velkých sil i momentů. Proto se používá zvláště u velkých obráběcích strojů / 3 /. Použitá klínová lišta je provedena s úkosem 1 : 100. Pro dosažení nejlepších třecích vlastností jsou vodící plochy zaškrabány.

Vzhledem k tomu, že vodící plochy jsou koncepčně stejné, je možné pro další postup vybrat vřeteník jednoho z typů vyráběných strojů jako představitele. Nová navržená technologie pro obrábění vodících ploch tohoto představitele pak bude použitelná i pro ostatní typy vřeteníků.

Nejtypičtějším zástupcem vyráběné řady strojů je osvědčený typ W 100 A. Tato klasická vodorovná vyvrtávačka je nejrozšířenějším typem a pro své vhodné vlastnosti - technologické možnosti, jednoduchost obsluhy, spolehlivost, dlouholetou tradici i příznivou cenu, je v současné době nejvíce požadována.

Druhým hlediskem výběru je potřeba podniku zpracovat novou technologii obrábění vodících ploch jako první právě pro vřeteník stroje W 100 A, protože i v budoucnosti bude tento typ ve výrobě početně nejsilněji zastoupen.

Z uvedených důvodů volím pro další postup a zpracování vřeteník stroje W 100 A.

4. Současný stav v technologii obrábění vodících ploch vřeteníků

4.1. Rozbor stávající technologie

Vřeteník je skupinou stroje, která největší měrou ovlivňuje výslednou přesnost vodorovné vyvrtávačky. Proto je nutné již při obrábění důsledně dodržet technologickou kázeň.

V současnosti se používá pro dokončovací obrábění vodících ploch vřeteníků všech vyráběných typů strojů technologie hoblování. Tato výrobní operace je slabým místem v technologickém postupu opracování celého vřeteníku z následujících důvodů :

- hoblování je obecně málo produktivní způsob obrábění (pracuje se s jednobřitým nástrojem za mírných řezných podmínek a zdvihy naprázdno velmi prodlužují čas obrábění)
- je zřejmé, že konečný výsledek závisí především na lidském činiteli (přesnost výroby podle stávající technologie je ovlivněna hlavně vysokou kvalifikací a technologickou kázní pracovníků),
- fyzická námaha obsluhy při časté manipulaci s těžkými nástroji při jejich upínání.

V tomto případě existují však ještě další, konkrétní nedostatky této technologie, způsobené danými podmínkami obrábění. Operace je prováděna na stroji HD 20A. Tento stroj je v současné době již značně opotřebován, čímž trpí přesnost výroby. Jedná se hlavně o nedodržení předepsaných úhlů a rovinnosti, což je zejména v případě dokončovacího obrábění vodících ploch vřeteníku nepřijatelné.

4.2. Technologický postup pro výrobu vřeteníku stroje
W 100 A s použitím hoblování vodících ploch

operace	pracoviště	p o p i s	p r á c e
05	rýsovač	Prorýsovat.	
10	WHQ 11 NC	Hrubovat dle programu.	
		Poloha 1. - upnout, vyrovnat dle rýsování, frézovat plochu od vřetena s přídavkem 1,5 mm	
		Poloha 2. - frézovat plochu od víka s přídavkem 1,5 mm.	
20	WFQ 80 NCA (hrubovací)	Hrubovat dle programu.	
		Upnout přípravek plochou od vřetena vyrovnat dle rysky středu osy VI.	
		Poloha 1. :	
		frézovat s přídavkem 1,5 mm na plochu, vodící plochy včetně přilehlých ploch, úkos a plochy pro lišty s přídavkem 1,5 mm, plochu nálitku os XX. a XXI. na míru 121,5 od vodících ploch hotově, vyspárování a zápichy nedělat.	
		Poloha 2. :	
		najet osu XXIII. - protočit $\varnothing$ 60H7 na $\varnothing$ 54	
		najet osu VIII. - protočit $\varnothing$ 110H7 na $\varnothing$ 105 do hloubky 120, $\varnothing$ 75 na $\varnothing$ 70 hotově, $\varnothing$ 90J6 na $\varnothing$ 85 do hloubky 550.	

Poloha 3. :

najet osu XXVI. - $\varnothing$ 70H7 na $\varnothing$ 60.

Poloha 4. :

najet osu XX. - $\varnothing$ 90H7 na $\varnothing$ 86

najet osu XXI. - $\varnothing$ 85H7 na $\varnothing$ 80

Hrubovat dle programu.

Poloha 3. :

vyrovnat v ose X dle osy XXVI., upnout

Poloha 1. :

hrubovat plochu pro výložník s přídávkem 1,5 mm, hrubovat osy:

I. - $\varnothing$ 130H7 na $\varnothing$ 125, $\varnothing$ 72J6 na $\varnothing$ 68

II. - $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 57, $\varnothing$ 62J6 a $\varnothing$ 60 na $\varnothing$ 54

III. - 2x $\varnothing$ 72J6 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 124 (K-K) hotově na $\varnothing$ 130

IV. - $\varnothing$ 80J6 na $\varnothing$ 76, $\varnothing$ 140 (K-K) hotově, $\varnothing$ 80J6 na $\varnothing$ 72 (3.stěna)

V. - $\varnothing$ 110J6 na $\varnothing$ 105, $\varnothing$ 110 hotově na $\varnothing$ 116 (2.stěna), $\varnothing$ 180 v náboji Va. na míru 233 hotově,

Va. - $\varnothing$ 85J6 na $\varnothing$ 80, $\varnothing$ 65H7 na $\varnothing$ 60, $\varnothing$ 172 hotově

VI. - $\varnothing$ 180K6 na $\varnothing$ 175, $\varnothing$ 200 ve 2.stěně na $\varnothing$ 205 hotově

I. - $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 57, $\varnothing$ 62J6 ve 2.stěně na $\varnothing$ 54, R 85 hotově

II. - $\varnothing$ 72J6 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 54, R 56 hotově

III.- $\varnothing$ 80H7 a $\varnothing$ 80J6 na $\varnothing$ 75, $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 54

IV. -2x $\varnothing$ 72J6 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 54

V. - $\varnothing$ 62H7 a $\varnothing$ 62K6 na $\varnothing$ 57, $\varnothing$ 62J6 ve 3.stěně na $\varnothing$ 54 do hloubky 462

Vá.-2x $\varnothing$ 35H7 na $\varnothing$ 37,75, vyspárování na $\varnothing$ 38 ke stěně

VI.- $\varnothing$ 115H7 na $\varnothing$ 110, $\varnothing$ 110J6 na $\varnothing$ 105, $\varnothing$ 80J6 / $\varnothing$ 73 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 72J6 na $\varnothing$ 67 do hloubky 601, $\varnothing$ 60 hotově

VII.- $\varnothing$ 72H7 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 57 orovnění $\varnothing$ 130 na sílu 24,5

XI.- $\varnothing$ 72K6 na $\varnothing$ 67, $\varnothing$ 86J6 na $\varnothing$ 80

XIV.- $\varnothing$ 36H7 na $\varnothing$ 31,75

XV.- $\varnothing$ 90J6 na $\varnothing$ 85

Poloha 3. :

V.- $\varnothing$ 125H7 na $\varnothing$ 121, $\varnothing$ 110J6 na $\varnothing$ 106, orovnění $\varnothing$ 165 hotově, orovnat náboj ve 2.stěně tahem hotově, $\varnothing$ 200 ve 2.stěně na $\varnothing$ 205 hloubky 422 hotově

Vb.-1.stěnu na $\varnothing$ 48, $\varnothing$ 35H7 na $\varnothing$ 31,75

VI.- $\varnothing$ 260 na $\varnothing$ 255 do hloubky 125, $\varnothing$ 250 na $\varnothing$ 245, $\varnothing$ 225K6 na $\varnothing$ 220

VII.- $\varnothing$ 115H7 na $\varnothing$ 112 hloubky 200, $\varnothing$ 100J6 na $\varnothing$ 95

VIa.-2x $\varnothing$ 62J6 na $\varnothing$ 57 do hloubky 323, $\varnothing$ 50 na $\varnothing$ 48, $\varnothing$ 65 na $\varnothing$ 68 hotově, orovnění $\varnothing$ 70 na $\varnothing$ 72

operace	pracoviště	p o p i s	p r á c e
		VII.-ø 35H7 na ø 31,75	
		VIII.-ø 55H7 na ø 52H8, ø 80J6 na ø 75, ø 62J6 na ø 57 do hloubky 514, ø 50 na ø 48.	
40	kalírna	Žíhat k odstranění vnitřního pnutí (450 až 600 °C).	
50	apretovna	Apretace - natřít základní barvou	
60	HD 20 A	Poloha 1. : Vyrovnat, upnout 10 ks společně na boční plochu, hoblovat bočním suportem plochu víka na míru 491,5 od vodících ploch, srazit hrany. Poloha 2. : Přepnout 10 ks společně na plochu víka, vyrovnat, hoblovat plochy pro lišty hotově, vodící plochy s přídavkem 0,1 mm pro zaškrabání, zápichy a sražení hran hotově, bok nálitku na 123 od vodících ploch. Poloha 3. : Vyrovnat 10 ks společně na úkos 1:100, upnout, hoblovat úkos, srazit hrany.	
70	W 100	Upnout na přípravek vodícími plochami, frézovat hotově plochu pro výložník na míru 751,5 a plochu pro vřeteno na míru $750 \pm 0,25$.	
80	kontrola	Kontrola rozměrů a rovinností vodících ploch (povoleno 0,06/1000)	

operace	pracoviště	p o p i s	p r á c e
90	strojní zámečnick	Regulovat zaškrabáním vodící plochy mimo úkosu na 4 až 5 bodů, kontrola spároměrem 0,03, střední třetinu vod. ploch proškrabat na vůli 0,03.	
100	WH 10 NC	Vrtat dle programu pro vřeteník W 100 A.	
110	VR 6 A	Dle čelní desky č.v. 0 08 03 0319 vrtat a řezat 11x M10 do hloubky 25, odjehlit, desku přišroubovat, vrtat a stružit 2x ø 12 pro K.K., kolíky narazit.	
120	W 100	Upnout na podložky, frézovat dvě strany čelní desky 0,1 mm pod úroveň boční plochy vřeteníku, frézovat horní plochu vřeteníku včetně čelní desky na míru 68,63 od pouzdra v ose II., přepnout, frézovat vybrání šířky $34 \pm 0,1$ hloubky 72 na míru 245 včetně R 8, vybrání šířky $34 \pm 0,1$ na míru 23 včetně R 8.	
130	WHN 9 B	Vrtat dle programu - na boku, s víkem	
140	WFQ 80 NCA	Vrtat dle programu Upnout, řezat závity - v poloze na vodících plochách a v poloze na boku.	

operace	pracoviště	p o p i s	p r á c e
150	OERLIKON	Upnout na přípravek, vyrovnat v jednom směru dle plochy pro výložník, vrtat osu VI. - $\varnothing 260 \pm 0,01$ do hloubky $123 \pm 0,2$ od orovnění $\varnothing 314$, včetně zápichu F 2,1/0,3 $\varnothing 225K6$, $\varnothing 180K6$, orovnění $\varnothing 314$ hloubky 2, $\varnothing 220 + 0,1$, srazit hrany $1,5 \times 45^\circ$.	
160	kontrola	Konečná kontrola.	
170	montáž	Povrchová úprava dle návodky, montáž.	
180	VR 6 A	Vrtat 1x pro K.K.12x100 společně s pouzdem č.v.4 08 24 147 pro kolík, vystružit, kolík narazit.	
190	montáž	Při montáži vrtat 2x M4 hl.8 dle č.v. 4 08 34 3396 6x M4 hl.8 dle č.v. 4 08 34 3415 2x $\varnothing 5$ včetně závitů M6 dle pozice 1456, 2x $\varnothing 5$ včetně závitů M6 dle krytu 1453, řezat závit 1x M6, 2x M15 dle zajišťovacího šroubu, 1x M16, 8x M5 pro lišty stíračů.	

4.2.1. Operace hoblování vodících ploch

Pro operaci opracování vodících ploch vřeteníku načisto (operace 60 technologického postupu) platí následující :

Dávkový čas 120 min.

Jednotkový čas 160 min.

Dávka 10 kusů

5. Ideový návrh způsobu obrábění vodících ploch vřeteníku W 100 A na obráběcím centru WFQ 80 NCA

5.1. Oblast využití číslíkově řízených strojů

Ve všech oblastech technologie se stále více uplatňuje a prosazuje automatizace. Její stupeň je závislý na druhu výroby. V oblasti výroby kusové, malosériové a středně sériové, kde je výroba opakovaná a rytmus výroby se stále mění, se uplatňují číslíkově řízené stroje, které umožňují pružnou automatizaci pracovního cyklu stroje. NC stroje umožňují rychlé seřízení a tím i rychlý náběh na novou technologickou výrobu. Práce spojená se seřízením stroje spočívá v nasazení děrné pásky, na které je nahrán program nebo v navolení příslušného programu (pokud je řídicí systém vybaven pamětí), v nastavení výchozích bodů odměřování, přizpůsobení stroje pro upnutí obrobku a založení nástrojů. Přitom veškerá technologická příprava strojů je předsunuta do předvýrobních útvarů, což umožňuje, aby stroj byl využíván bez časových ztrát.

Číslíkově řízené stroje umožňují provádět složité výrobní operace ve vysoké přesnosti a využívat vyšších řezných podmínek. Mají možnost uplatňovat vyšší formy řízení výpočetní technikou, zkracují výrobní časy a umožňují přesné kapacitní plánování. Dosahuje se zvýšení produktivity práce při obvykle nižších požadavcích na kvalitu obsluhy a tím úspory kvalifikovaných pracovníků. Nasazení NC strojů do výroby přináší s sebou zlepšení pracovních podmínek, dochází ke snížení duševní i fyzické námahy pracovníků obsluhy. Umožňují rychlejší náběh nových výrobků, což příznivě působí na schopnost pružného přizpůsobení potřebám trhu.

5.2. Tvorba technologického postupu

Hlavním rozdílem mezi technologickou přípravou výroby pro konvenční a číslíkově řízené obráběcí stroje je podíl obsluhy stroje a technologa na řízení technologického procesu stroje. Technologický proces konvenčního stroje řídí pracovník obsluhující stroj. U číslíkově řízeného stroje musí být proces řízení propracován technologem-programátorem detailně již v přípravném stadiu. Těžiště přípravy výroby pro konvenční stroje je ve stanovení technologického postupu, zahrnujícího všechny potřebné technologické operace, vyrobení pomůcek a nástrojů zajišťujících rentabilní výrobu. U číslíkově řízených strojů navíc příprava výroby zahrnuje vypracování podrobného řídicího programu a předpisu o osazení nástroji a umístění přípravků.

V podstatě se jedná o tvorbu programu, která se skládá ze dvou základních fází :

- 1) Určení úkonů a jejich sledu včetně zápisu do programovacích listů podle zvolené nebo určené metodiky.
- 2) Převedení těchto informací do formy, která odpovídá nositeli informací a řídicímu systému stroje.

Názory na formu zápisu první fáze se různí nejen u uživatelů, ale i u výrobců. Vhodnou formou zápisu zůstává i nadále technologický postup, protože usnadňuje průběh změnového řízení a umožňuje kontrolu i těm pracovníkům, kteří nejsou seznámeni s činností a obsluhou NC strojů. Při tomto způsobu je však nutné přikládat k technologickému postupu seřizovací listy nástrojů a stroje a výpis z děrné pásky. Uživatelé s větším počtem shodných nebo podobných NC obráběcích strojů pak zakládají knihovny nástrojů a programů. Průběh první fáze je jednak podrobně rozpracován v literatuře / 2 / , jednak je ke konkrétním strojům předmětem školení u výrobců.

5.2.1. Seznámení s výrobním úkolem

Pro vypracování ekonomicky výhodného a kvalitativně vhodného technologického postupu je nutné znát tyto počáteční podmínky :

- 1) Charakteristika výrobku, která je definována konkrétní výkresovou dokumentací.
- 2) Účast výrobních prostředků v technologickém procesu (hledáme volné kapacity ve vlastních výrobních prostředcích, požadujeme strojní investice).
- 3) Koncepce v dalším vývoji výrobků, resp. koncepce v dalších vývojových řadách.
- 4) Kvalifikace personálu, dostupnost normalizovaných řezných nástrojů, nářadí a přípravků, možnost vlastní konstrukce a výroby speciálního nářadí.
- 5) Termín dokončení technologické dokumentace a termín rozběhu výroby.

Předešlé podmínky jsou pro určení dalšího postupu pro technologa závazné.

5.2.2. Rozbor výrobního úkolu

Při dalším seznamování s výkresovou dokumentací výrobku kontroluje technolog :

- úplnost a správnost údajů o výrobku,
- zda konstrukce výrobku vyhovuje procesu obrábění,
- zda je konstrukce výrobku vhodná pro technologii určeného typu výroby.

Rozbor výrobního úkolu probíhá ve dvou etapách :

- 1) Technologická kontrola.
- 2) Konstruktivně-technologická prověrka.

Technologickou kontrolu provádí technolog nebo tým složený z pracovníků technologického oddělení. Druhá etapa je pak týmovou prací specialistů vývojové nebo výrobní konstrukce, z prvovýroby, materiálně-technického zásobování, metalurgie, technologie tváření, obrábění a montáže.

5.2.2.1. Technologická kontrola

Zdánlivě jednoduchý výrobní díl může zapříčinit v průběhu výrobního procesu velké komplikace, pokud je i sebemenší část činnosti v první etapě podceněna. V praxi probíhá mnohdy v podvědomí technologa, přesto však systematicky a to v následujícím pořadí :

- 1) Kontrola úplnosti technické charakteristiky součásti z rohového razítka :
 - Polotovary :
 - a) popis druhu polotovaru,
 - b) ČSN výchozího materiálu a jeho stav,
 - c) rozměr polotovaru a jeho hmotnost,
 - d) rozměrové tolerance polotovaru dle ČSN
 - e) výkresová dokumentace polotovaru.
 - Hotový výrobek :
 - a) tepelné zpracování,
 - b) rozměr a hmotnost obrobenej součásti.
- 2) Kontrola úplnosti výkresu součásti :
 - a) kontrola úplnosti průmětů, řezů a rozměrů,
 - b) kontrola tvaru a velikosti součásti,
 - c) množství a velikost obráběných ploch, přístupnost ploch z hlediska obrábění.

- 3) Kontrola předepsané přesnosti rozměrů a tvarů.
- 4) Rozbor technologičnosti konstrukce součásti (je vlastně hodnocením ekonomického myšlení konstruktéra).

Technologičnost konstrukce je prakticky spjatá s výrobními možnostmi a typem výroby.

5.2.2.2. Konstrukčně-technologická prověrka

Na základě rozboru nedostatků zjištěných při technologické kontrole se tým specialistů sjednocuje v názoru na nejvhodnější a přitom nejlevnější konstrukci výrobku s přihlédnutím k typu výroby.

Prověrka probíhá v následujících částech jednání :

- 1) Charakteristika výrobku, technické parametry, ekonomický přínos výrobnímu podniku, koncepce výroby.
- 2) Vyjádření specialistů :
 - prověření technologických možností slévárny apod.,
 - prověření technologických možností procesu obrábění, tváření apod.,
 - prověření možnosti realizace v dalších zúčastněných oblastech (kontroly atd.).

Rozpory jsou konzultovány na místě s konstruktéry, technology, kontrolory a dalšími specialisty.

Dohody z této prověrky jsou závazné pro všechny účastníky, kteří je musí nejen respektovat, ale i realizovat.

5.3. Technologičnost konstrukce

Konstrukce výrobku je předepsána konstrukční dokumentací, způsob a postup výroby a montáže dokumentací technologickou. Vztah a soulad mezi těmito činnostmi se posuzuje hodnocením technologičnosti konstrukce, což je soubor vlastností materiálu a výrobku, které při daných výrobních možnostech a daném objemu výroby umožňují jeho nejekonomičtější výrobu, při současném zajištění jeho předepsané funkce. Tento pojem lze též vyjádřit jako snahu řešit konstrukci výrobku z hlediska tvaru a materiálu tak, aby se při správné funkci zabezpečila jeho nejefektivnější výroba. Zlepšení technologičnosti konstrukce součástí z hlediska obrábění lze dosáhnout snížením pracnosti výroby ve dvou hlavních oblastech :

- zkracováním strojního času obrábění,
- zkracováním vedlejšího dávkového času.

Číslicově řízené stroje, především stroje se souvislým řízením, umožňují realizovat složitý pohybový cyklus nástrojů, což přináší možnost relativního zjednodušení nástrojů. Pro obrábění není přitom potřeba používat složitých operačních přípravků. Technologičnost konstrukce ovlivňuje nepřímo i další přednost NC strojů - možnost rychlé a jednoduché změny řídicího programu. Konstrukční změny se proto mohou provádět s malými náklady a v kratších inovačních cyklech. Naproti tomu jsou pro obrábění na NC strojích kladeny vyšší nároky na kvalitu polotovarů. Má-li obrábění probíhat při optimálních řezných podmínkách, je nutné aby obrobitelnost materiálu i řezivost nástrojů kolísala jen v úzkých mezích. Pro obrábění na NC

strojích má rovněž velký význam tvarová a rozměrová přesnost polotovaru. Její nedodržení může vést k poškození nástroje, který najede rychloposuvem na materiál obrobku nebo ke zvětšování chodu pracovního posuvu naprázdno, což má vliv na zvyšování strojního času.

5.3.1. Technologičnost konstrukce vřeteníku W 100 A

V souladu se zásadami uvedenými v předchozí kapitole a po provedení rozboru výkresové dokumentace vřeteníku a stojanu stroje W 100 A jsem došel k závěru, že současný tvar vodících ploch nevyhovuje pro navrhovanou technologii z následujících důvodů :

- nevhodně umístěné zápichy a jejich nevhodný tvar z hlediska frézování,
- složitý tvar hlavních vodících ploch, které jsou dělené vyspárováním na dvě části.

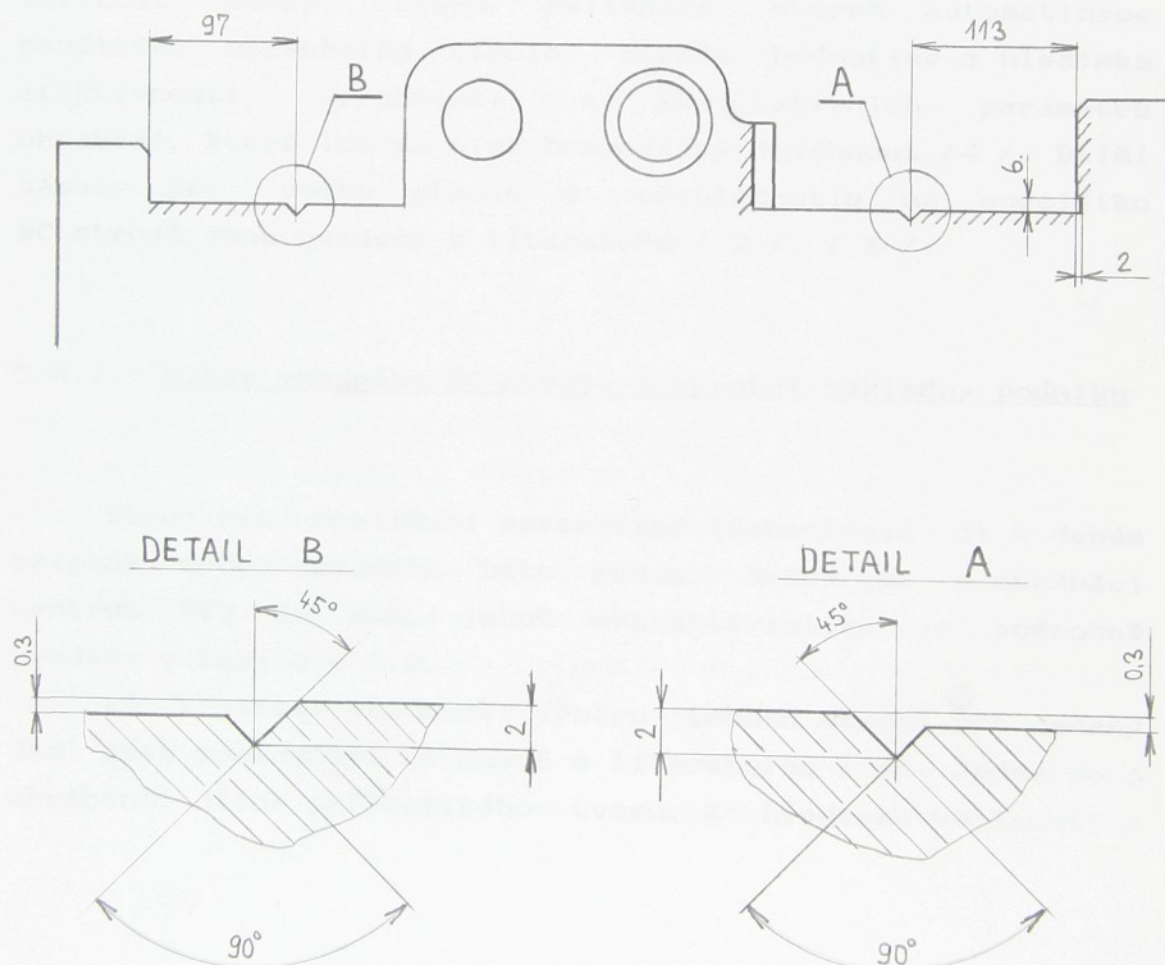
Proto bude nutné pro novou technologii obrábění vodících ploch vřeteníku frézováním upravit jejich tvar, který je přizpůsoben stávající technologii hoblování.

Provedená úprava vznikla po konzultaci s konstruktéry a je znázorněna na obrázku č.6, původní tvar vodících ploch je na obr. 2. V důsledku této úpravy dojde k následujícím změnám :

- 1) Zrušení čtyř stávajících zápichů mezi hlavními a bočními vodícími plochami.
- 2) Odpadá dvoje vyspárování mezi jednotlivými částmi hlavní vodící plochy.
- 3) Tvar hlavních vodících ploch je zjednodušen použitím jednoho zápichu tvaru "V". Tato plocha se stává souvislou a od nefunkční části je oddělena uvedeným zápichem.

- 4) Je nutný pouze jeden zápich mezi hlavní a boční vodící plochou, který je umístěn do boční plochy. Toto opatření je technologicky nutné z hlediska možností navrhované technologie frézování.
- 5) V důsledku změny tvaru hlavní vodící plochy je nutné upravit též mazací kapsy a drážky umístěné v této ploše. Tyto změny podrobně neuvádím, v programu je však s nimi uvažováno.

Plochu pro víko není nutné pro navrhovanou technologii měnit, lze ji bez problémů frézovat.



Obr. 6

5.4. Volba obráběcího stroje

Při volbě obráběcího stroje pro konkrétní případ vycházíme především z hlediska zvoleného výrobního způsobu, které odpovídá geometrickému tvaru obrobku. Určující pro volbu velikosti stroje je rozměr, případně hmotnost obrobku. Platí zásada, že volíme co nejmenší obráběcí stroj, na kterém lze součást s požadovanou přesností obrobit / 4 /.

Abychom se vyvarovali předčasných závěrů, případně navrhování nepotřebných strojů, je nutné vědět, jakým směrem se bude obrobek vyvíjet. Rozměrová a geometrická přesnost obrobku a drsnost obrobené plochy určují způsob obrábění a tím i druh a typ obráběcího stroje. Dalším hlediskem je velikost dávky, která ovlivňuje stupeň automatizace použitého obráběcího stroje. Stroje hodnotíme z hlediska efektivnosti, výrobnosti a kvalitativních parametrů obrábění, které lze na nich hospodárně dosáhnout /4 /. Další zásady pro volbu stroje s přihlédnutím na specifiku NC strojů jsou uvedeny v literatuře / 2 /, / 6 /.

5.4.1. Výběr vhodného NC stroje z výrobní základny podniku

Stroj pro realizaci navrhované technologie je v daném případě určen zadáním této práce. Jedná se o obráběcí centrum WFQ 80 NCA, jehož charakteristika je podrobně uvedena v kapitole 2.2.

Při kontrole vhodnosti výběru tohoto stroje pro zadaný úkol jsem postupoval ve shodě s literaturou / 6/. Jedná se o obrábění dílce skříňovitého tvaru. Z hlediska velikosti a

tvaru obrobku je nezbytné použít pro opracování těchto dílců vodorovné vyvrtávačky.

V době, kdy byla diplomová práce zadávána, byly v podniku k dispozici čtyři stroje tohoto typu. Dva z nich jsou již značně opotřebovány, proto se používají pouze pro hrubovací operace. Zbývající dva novější stroje jsou svými parametry vhodné pro dokončovací operace. Pro tento účel jsou využívány a to společně, ve vícestrojové obsluze. Stávající výrobou nejsou ovšem kapacitně vytíženy.

Z těchto důvodů a v souladu se zásadami uvedenými v předchozí části (5.4.) této práce, volím pro další postup tyto dva stroje s uvažováním vícestrojové obsluhy. Jedná se o identické stroje vybavené řídicím systémem Tesla NS 670 CNC. Stroje pro zadaný úkol vyhovují a svými parametry zajistí požadovanou kvalitu obrábění vybraného dílce. Současně dojde k dotížení kapacity stroje.

5.5. Upnutí obrobků

Způsob obrábění na NC strojích je převážně volen tak, aby operace nebo její maximální část byla zhotovena při jednom upnutí obrobku. Přepínání obrobku do různých poloh může zhoršit výslednou geometrickou přesnost obráběného kusu. Upnutí obrobku na NC stroji musí zajistit pro každou obráběnou součást v dávce stejnou polohu. Upnutí musí být pevné, ale nesmí při upínání docházet k nežádoucím deformacím obrobku / 2 /.

Při obrábění skříňových součástí na vodorovných vyvrtávačkách používáme pro upínání obrobku obvykle

speciálních upínacích desek, konstruovaných přímo pro jednotlivé druhy obrobků. Tyto desky jsou na spodní straně vybaveny středícími čepy pro ustavení přípravku do centrážního otvoru a "T" drážek ve stole stroje a na vrchní ploše jsou umístěny pevné dorazy pro ustavení polohy obrobku.

Upínací elementy - šrouby, upínky, podpěrky atd. musí být při upínání ustavovány do stejných míst se stálou orientací, zejména v těch případech, kdy dráha nástroje je volena v blízkosti upínek / 7 /.

Deskové součásti jsou upínány k upínacím úhelníkům přímo nebo s pomocí různých upínacích pomůcek a přípravků. Pro upínání obrobku lze používat různých upínacích zařízení, která výrobci strojů dodávají ke stroji jako zvláštní příslušenství. Jedná se o různé velikosti upínacích úhelníků, upínacích kostek, otočných přídavných stolků pro upínání malých obrobků, stavebnicových přípravků atd.

Jednou z možností je upínání pomocí technologických palet, na kterých se může obrobek pohybovat od stroje ke stroji. Poloha palety na stroji je přesně vymezena a v této poloze se pro obrábění zpevňuje. Náklady na pořízení jsou vysoké, zkracuje se však podstatně čas na výměnu kusu za klidu stroje. Přípravky klasického provedení se na NC obráběcích strojích nevyskytují.

5.5.1. Specifikace upínacích prostředků pro obrábění vřeteníku W 100 A

Při návrhu upínacích prvků pro novou technologii obrábění vodících ploch vřeteníku W 100 A jsem postupoval dle zásad uvedených v předchozí kapitole (5.5.), ve shodě s literaturou / 6 /, / 7 /, která se věnuje optimalizaci vhodné

orientace obrobku na stroji. Dospěl jsem k následujícímu umístění vřeteníku W 100 A na stroji WFQ 80 NCA. Tyto návrhy upnutí jsou závazné pro konstruktéry přípravků. Konstruktor musí konstrukci upínacího zařízení přizpůsobit návrhům technologa. Žádoucí je spolupráce obou odborníků již v začátcích řešení daného úkolu.

Návrh upínacího přípravku a vlastní upnutí obrobku je znázorněno na schématu upnutí (kap. 5.5.2.). V následujícím popisu přípravku jsou v závorkách uvedeny pozice jednotlivých dílců dle obr.7.

Přípravek je navržen tak, aby ho bylo možno použít i pro ostatní typy vřeteníků. Způsob jejich upnutí je stejný, jednotlivé typy se liší pouze rozměrem (zejména v ose Z). Tato skutečnost je vyřešena návrhem výměnných dorazů.

Obrábění vřeteníku W 100 A na stroji WFQ 80 NCA bude provedeno na jednu polohu upnutí. Vřeteník je v této poloze ustaven na ploše od vřetene.

Přípravek se skládá ze dvou upínacích lišt (A,B), příslušných pevných a stavitelných dorazů, středících a upínacích elementů. Na stroji je ustaven následujícím způsobem.

Lišta A je zastředěna pomocí dvou čepů (1,2) ve střední přesné "T" drážce stolu (vymezení polohy v ose Z) a třetího čepu (3) v přesné "T" drážce kolmé na střední drážku stolu (vymezení polohy v ose X). Obdobným způsobem je ustavena na stole lišta B. Upnutí obou lišt je provedeno čtyřmi upínacími kameny se šrouby (4) v "T" drážkách.

Lišta A má z boku umístěny dva pevné výměnné dorazy (5,6), které vymezují polohu obrobku v ose Z. Tyto dorazy jsou na lištu upevněny pomocí šroubů a mají různou velikost dle typu obráběného vřeteníku. Dále jsou na této liště dvě bočnice se šrouby (7,8), jejichž pomocí se obrobek ustaví v ose X a dva čepy (9,10), na nichž je ustaven obrobek v ose Y.

V liště jsou vyfrézovány dvě "T" drážky pro upínací kameny se šrouby a upínkami (11).

Lišta B má z boku umístěn jeden přítlačný doraz (13), složený z bočnice a šroubu. Tento doraz je opět výměnný a je různé velikosti dle typu obráběného vřeteníku. Lišta má dvě "T" drážky (12) stejného účelu jako lišta A. Na rozdíl od lišty A má ovšem pro ustavení obrobku v ose Y jeden pevný čep (14) a jeden čep výškově stavitelný (15), pro vyrovnání v ose Y.

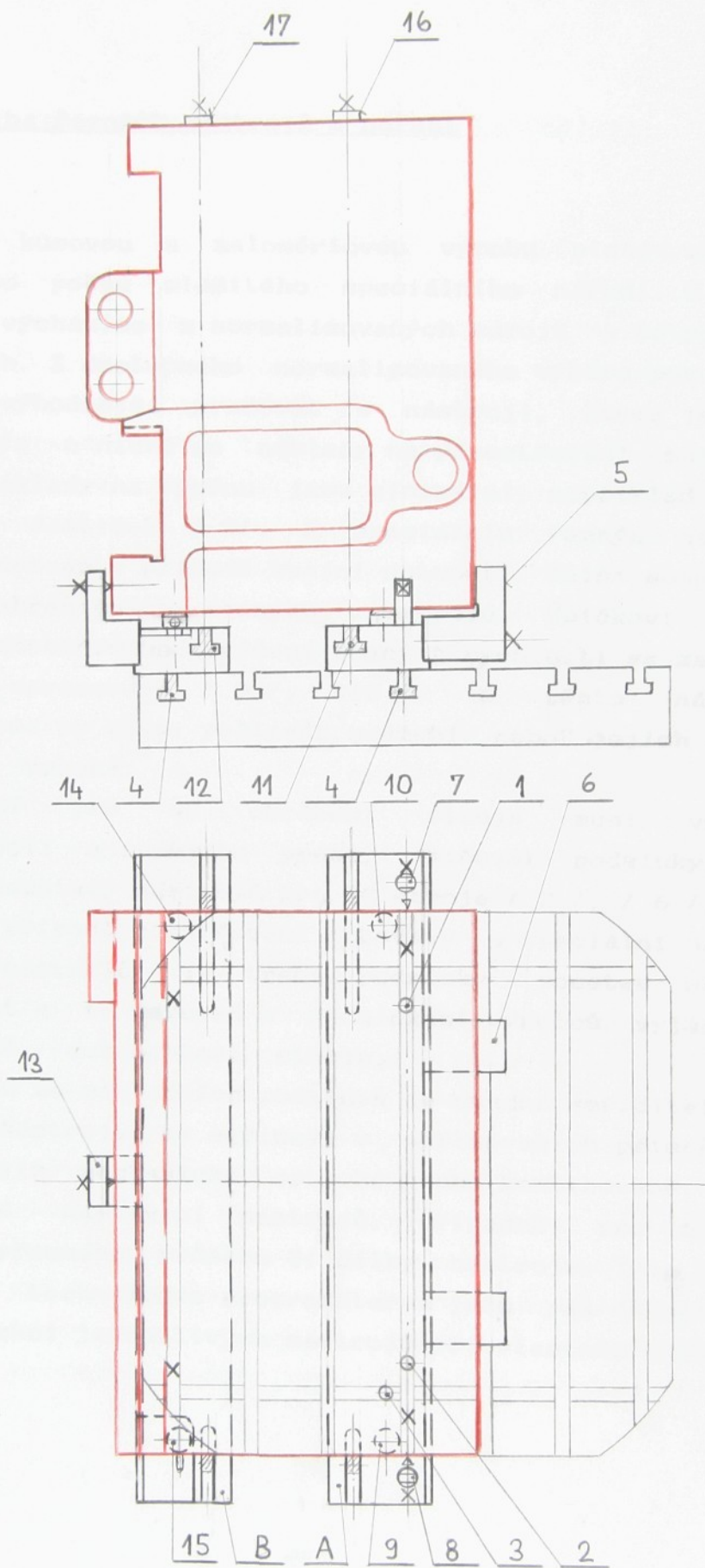
Vlastní upnutí vřeteníku je po ustavení v jednotlivých osách provedeno pomocí dvou upínek a čtyř šroubů s upínacími kameny v "T" drážkách lišt A a B. Upínky (16,17) jsou umístěny shora přes vřeteník. Jejich rozměry jsou opět závislé na typu upínaného vřeteníku.

5.5.2 Schema upnutí

Na obr. 7 je schematicky znázorněn návrh upnutí vřeteníku W 100 A na stroji WFQ 80 NCA pro navrhovanou technologii. Obrobek je vyznačen červeně.

Legenda :

pozice	A,B	.....	upínací lišty
	1,2,3	.....	středící čepy
	4	.....	upínací kameny se šrouby
	5,6	.....	pevné výměnné dorazy
	7,8	.....	bočnice se šrouby
	9,10,14	....	opěrné čepy pevné
	11,12	.....	upínací kameny se šrouby pro upínky
	13	.....	přítlačný výměnný doraz
	15	.....	opěrný čep stavitelný
	16,17	.....	upínky



obr. 7

5.6. Volba řezných nástrojů a nářadí

Pro kusovou a malosériovou výrobu platí zásada co nejmenšího počtu složitého speciálního nářadí. U řezných nástrojů vycházíme z normalizovaných zdrojů a to především tuzemských. Z dostupného normalizovaného výběru posuzujeme, zda je výhodnější pracovat s nástroji, které jsou sice dražší, ale u nichž se náklady na přestřování snížily na nulu a náklady na výměnu jsou minimální, například držáky břitových destiček / 5/. K speciálním řezným nástrojům přistupujeme až v případě krajní nutnosti. Další možností je volba zahraničních řezných nástrojů. Špičkoví výrobci zaručují mnohonásobné zvýšení řezných rychlostí se zaručenou jakostí opracování / 9 /, / 10 /. K těmto nástrojům přistupujeme po velmi pečlivém zvážení, neboť jejich cena je zpravidla vysoká.

Nářadí pro NC obráběcí stroje musí, vzhledem k technologii a způsobu práce, splňovat podmínky, které zahrnují soustavy nástrojů pro NC stroje / 2 /, / 6 /, / 11/, / 20 /. V případě rozšiřování soustavy o speciální nástroje a držáky nástrojů je třeba podmínky soustav nástrojů respektovat a to zároveň s podmínkami výrobců, vyjádřenými v technické dokumentaci stroje.

Jednou ze základních podmínek je snadná seřiditelnost nástrojů. Nástroje se seřizují v seřizovacích přístrojích, které ať již mechanické, optické nebo kombinované, slouží pro přesné nastavení nástrojů, případně pro zjištění přiměřeně přesného průměru či délky nástroje. Tyto hodnoty požadované technologem-programátorem jsou pak důležité pro určení korekcí jednotlivých nástrojů při vlastním obrábění.

5.6.1. Výběr nástrojů pro navrhovanou technologii

Nástroje a upínací nářadí nástrojů jsem převážně vybíral z literatury / 9 /, / 10 /, / 11 /, / 20 /.

Pro navrhovanou technologii použiji celkem 11 kusů nástrojů. Z nich jsou dva normalizované, další dva upraveny z normalizovaných, případně je použita změna výměnných řezných destiček. Ve třech případech požadují nástroje zahraniční - dvakrát od firmy Walter a jednou od firmy SECO. Tyto nástroje volím i přes vyšší cenu, pro jejich zaručenou kvalitu, výkony a trvanlivost. Dále používám dvou nástrojů, které jsou již v podniku vyrobeny pro jiné účely. Zbývající dva navrhuji. Jedná se o speciální nástroje, které je třeba vyrobit. Podnik má s vývojem a výrobou nástrojů dlouholetou zkušenost, protože výroba tuzemských řezných nástrojů je slabá a dostupný sortiment nevyhovuje širokým možnostem využití moderních vodorovných vyvrtávaček.

Podrobný popis nástrojů, jejich schematické vyobrazení, označení, důležité rozměry, použité úpravy a sestavení jednotlivých nástrojů je uvedeno v seřizovacích listech nástrojů v kapitole 6.1.2.1.

Uložení použitých nástrojů v řetězovém zásobníku stroje WFQ 80 NCA je popsáno v příloze 2, kde je rovněž uvedeno použití korekcí. Podnik má k tomuto účelu vytištěny formuláře, do kterých se zapisuje uložení do jednotlivých lůžek zásobníku. Obsazování lůžek řetězu je voleno s ohledem na jeho vyváženost. Nástroje se vyměňují automaticky, upínání je hydraulické pomocí bajonetového zámku na nástroji a kuželové dutiny pracovního vřetena. Seřizování nástrojů se provádí v přípravně výrobních pomůcek, kde jsou s potřebným předstihem seřizovány sady výrobních pomůcek pro jednotlivé stroje.

5.6.2. Volba řezných podmínek

Při volbě řezných podmínek, do nichž zahrnujeme základní parametry - řeznou rychlost, posuv a hloubku řezu, je samozřejmým předpokladem, že musí zajistit dosažení kvalitativních parametrů požadovaných výkresem a maximální hospodárny úběr. Musí být v souladu s technickými parametry stroje /13/, přičemž velikost průřezu třísky musí být úměrná tuhosti soustavy SPID.

Za optimální řezné podmínky považujeme ty, při nichž proběhne obrábění konkrétního obrobku s minimálními náklady. Při praktickém určování řezných podmínek můžeme vycházet z normativů řezných podmínek, které jsou ověřené v praxi /21/. Musíme však respektovat tyto zásady :

- optimální trvanlivost, maximální možný posuv a limitující výkonové parametry stroje.

Tím, že na NC strojích bylo dosaženo podstatného zkrácení vedlejších časů, nabývá daleko většího významu hlavní strojní čas. Některé literární prameny /22/ udávají dvojnásobný až trojnásobný podíl hlavních časů u NC obráběcích strojů v porovnání s konvenčními stroji podle typu obrobku .

U NC obráběcích strojů, nelze volit řezné podmínky, které poskytují celostátní normativy, protože tyto jsou určeny pro konvenční stroje. Vycházíme tedy z podnikových normativů a z doporučených řezných podmínek, které výrobci uvádějí pro jednotlivé nástroje a obráběný materiál v katalogích nástrojů.

Konkrétní řezné podmínky navržené pro jednotlivé nástroje, použité pro technologii frézování vodících ploch a plochy pro víko vřeteníku, uvádím v seřizovacích listech nástrojů v části 6.1.2.1. této práce.

5.7. Návrh technologického postupu pro obrábění vodících ploch a plochy víka vřeteníku stroje W 100 A s použitím obráběcího centra WFQ 80 NCA

Dle zásad uvedených v kapitole 5.2. a na základě technologické kontroly, byly vzneseny připomínky, které jsem uvedl v kapitole 5.3.1. této práce.

Po prostudování dokumentace /18/, /19/, /23/, /24/, /25/, /26/, jsem rozpracoval návrh nové progresivní technologie s použitím číslicově řízeného stroje WFQ 80 NCA. Změna technologie spočívá v nahrazení operace č. 60 stávajícího technologického postupu, který je uveden v kapitole 4.2. V této operaci jsou vodící plochy vřeteníku a plocha pro víko obráběny hoblováním. Nová technologie zajišťuje požadované obrobení těchto ploch frézováním.

Ostatní operace technologického postupu se nemění, proto uvádím pouze změnu operace č. 60 :

operace	pracoviště	p o p i s	p r á c e
60	WFQ 80 NCA	Obrobit na čisto dle programu : Upnout na přípravek plochou od vřetena, vyrovnat, frézovat hlavní vodící plochy a boční vodící plochu s přídavkem 0,1 mm pro zaškrabání, ostatní plochy včetně úkosu 1:100, zápichů a sražení hran hotově. Frézovat mazací drážky a kapsy na hlavních vodících plochách a boční vodící ploše hotově, frézovat plochu pro víko hotově.	

5.7.1. Zpracování nové technologie obrábění

V této části uvádím podrobné členění navrhované technologie po krocích, jak bude probíhat obrábění v automatickém cyklu dle programu.

pořadí	poloha	č.nástroje	p o p i s p r á c e
1.	3	T50	Najet seřizovací osu XXVI'.
2.	3	-	Seřídít kus - ustavit do přípravku dle osy XXVI'.
3.	3	-	Upnout.
4.		-	Otočit do polohy 1.
5.	1	-	Sundat přítlačný doraz.
6.	1	T198	Hrubovat dolní plochu lišt s přídávkem 0,3 mm.
7.	1	-	Upnout zpět přítlačný doraz.
8.	1	T198	Hrubovat vrchní plochu lišt s přídávkem 0,3 mm.
9.	1	T1	Hrubovat boční vodící plochu spodního vedení současně se spodní částí hlavní vodící plochy, obě s přídávkem 0,3mm.
10.	1	T1	Hrubovat plochu klínu současně s vrchní částí hlavní vodící plochy, obě s přídávkem 0,3mm.
11.	1	T1	Hrubovat dolní boční plochu horního vedení hotově současně se spodní částí hlavní vodící plochy horního vedení s přídávkem 0,3 mm.

pořadí	poloha	č.nástroje	p o p i s p r á c e
12.	1	T1	Hrubovat vrchní boční plochu horního vedení hotově současně s vrchní částí hlavní vodící plochy horního vedení s přídavkem 0,3 mm.
13.	1	T1	Hrubovat střední část hlavní vodící plochy horního vedení s přídavkem 0,3 mm.
14.	1	T1	Hrubovat střední část hlavní vodící plochy spodního vedení s přídavkem 0,3 mm.
15.	1	T2	Frézovat zápich do dolní boční vodící plochy spodního vedení hotově.
16.	1	T2	Frézovat hotově mazací kapsy a drážky do dolní boční vodící plochy spodního vedení.
17.	1	T3	Frézovat hotově mazací kapsy a drážky do hlavní vodící plochy horního vedení.
18.	1	T3	Frézovat hotově mazací kapsy a drážky do hlavní vodící plochy spodního vedení.
19.	1	T24	Srazit hranu u vrchní boční plochy horního vedení (na dvě třísky).
20.	1	T24	Hotově zápich v horním vedení (na pět třísek).
21.	1	T24	Hotově zápich ve spodním vedení (na pět třísek).

pořadí	poloha	č.nástroje	p o p i s	p r á c e
22.	1	T24	Srazit hranu u dolní boční plochy spodního vedení (na dvě třísky).	
23.	1	-	Omést třísky. Sundat přítlačný doraz.	
24.	1	T25	Frézovat na čisto boční vodící plochu spodního vedení s přídavkem 0,1mm pro zaškrabání	
25.	1	T25	Frézovat na čisto plochu klínu hotově.	
26.	1	T26	Frézovat na čisto hlavní vodící plochu horního vedení s přídavkem 0,1mm pro zaškrabání	
27.	1	T27	Frézovat na čisto hlavní vodící plochu spodního vedení s příd. 0,1 mm pro zaškrabání.	
28.	1	T198	Frézovat na čisto spodní plochu lišt hotově.	
29.	1	T198	Frézovat na čisto horní plochu lišt hotově.	
30.		-	Otočení do polohy 3.	
31.	3	-	Upnout lehce přítlačný doraz, odepnout dva pevné dorazy z lišty A.	
32.	3	T299	Hrubovat plochu pro víko s přídavkem 0,5 mm (na 5 pruhů).	
33.	3	T299	Frézovat plochu pro víko na čisto hotově (na 5 pruhů).	
34.	3	-	Odepnout upínky, složit kus, omést třísky.	
35.	3	-	Upnout zpět dva pevné dorazy na lištu B přípravku.	

6. Zpracování řídicího programu pro obrábění vodících ploch a plochy víka vřeteníku W 100 A na stroji WFQ 80 NCA s řídicím systémem TESLA NS 670

Do informací, které slouží pro vypracování řídicího programu, náleží typ použitého NC stroje, druh, tvar a rozměry obráběného materiálu, případně polotovaru a dále požadovaný tvar, rozměry a drsnosti ploch obrobene součásti. Tyto vstupní informace, obsažené z větší části na výkresu součásti využije programátor pro určení upnutí obrobku, sledu pracovních úseků a nástrojů, pracovních cyklů nástrojů a řezných podmínek. Podle stupně automatizace rozdělujeme programování na ruční a strojní.

6.1. Ruční programování

Úkolem technologa-programátora při sestavování programu je vypracování přesného sledu obrábění jednotlivých úkonů v operaci prováděné na NC stroji, s cílem maximální úspory času, při respektování hospodárnosti a opracování obrobku v přesnosti, jakou předepisuje výkres.

Činnost technologa-programátora lze rozdělit do následujících etap :

- 1) Výběr obrobku, určení stroje a vybavenost stroje.
- 2) Upnutí obrobku, určení polohy obrobku na pracovním stole stroje.
- 3) Zpracování technologického postupu obrábění a určení nástrojů a nářadí potřebného pro obrábění dle programu.
- 4) Určení řezných podmínek.

- 5) Výpočet souřadnic X, Y, Z.
- 6) Vypracování seřizovacích listů stroje a nástrojů - katalog nástrojů, přehled ručních zásahů.
- 7) Určení pořadí obrábění a sestavení programu.
- 8) Zhotovení nositele programu.
- 9) Odladění programu.

Etapy činnosti technologa-programátora 1) až 4) jsou podrobně rozpracovány v předchozích kapitolách této práce. Ostatní etapy činnosti jsou zpracovány v následujících kapitolách.

6.1.1. Výpočet souřadnic

Na základě ustavení obrobku na stroji s přihlédnutím k nomenklatuře os a pohybů dle literatury /13/, jsem stanovil souřadnicový systém, tj. zvolil výchozí body obrobku, od kterých jsou vypočteny jednotlivé souřadnice X, Y, Z, bodů obráběných ploch.

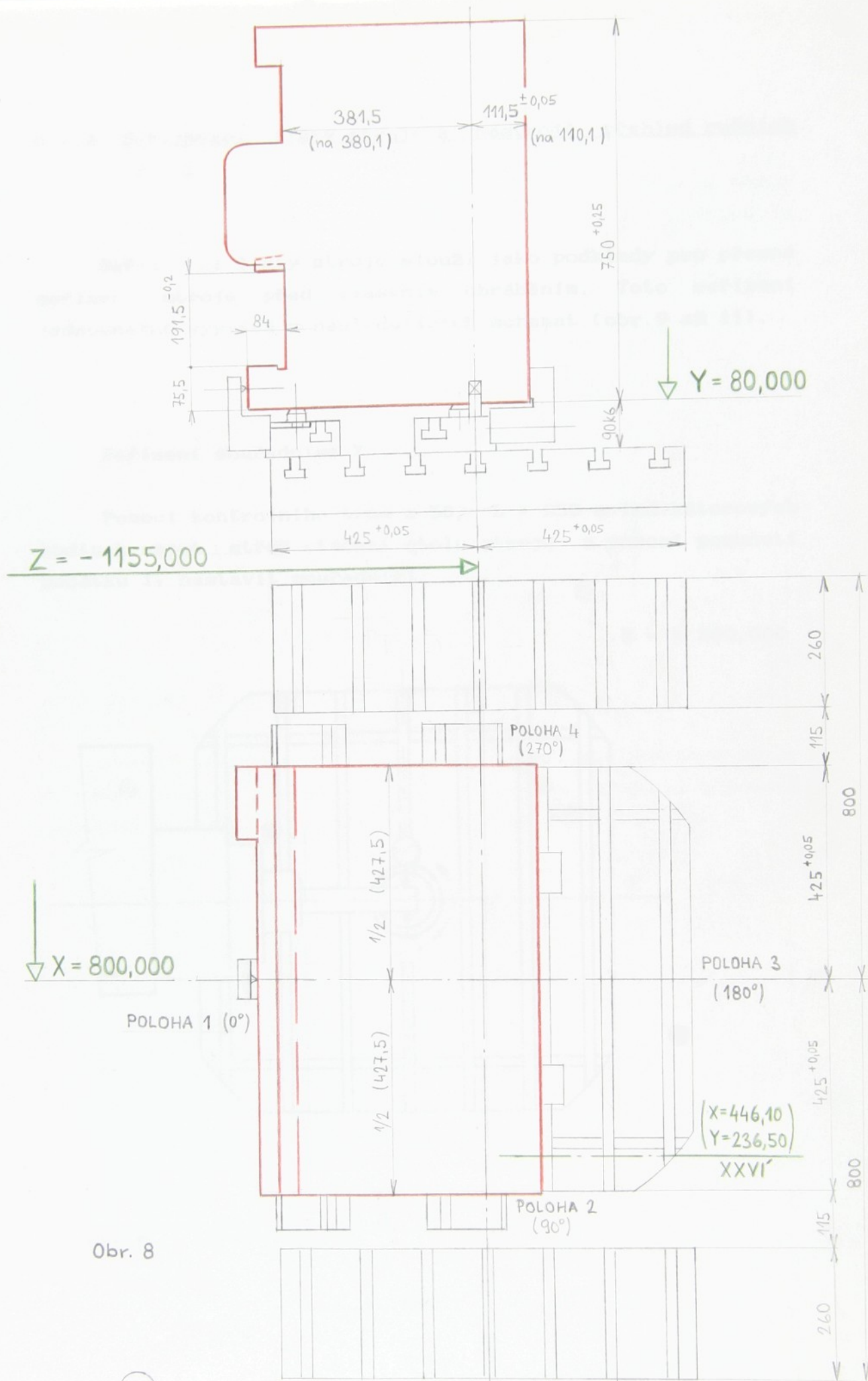
Popis souřadnicového systému je uveden na následujícím schématu (obr.8).

$X = 800,000$, když je osa vřetena na středu stolu,

$Y = 80,000$, když je osa vřetena v rovině opěrné plochy přípravku,

$Z = - 1155,000$, když je čelo vřetena na středu stolu.

Do programu jsou pak pro souřadnice X a Y dosazovány kladné hodnoty, pro souřadnici Z hodnoty záporné.



Obr. 8

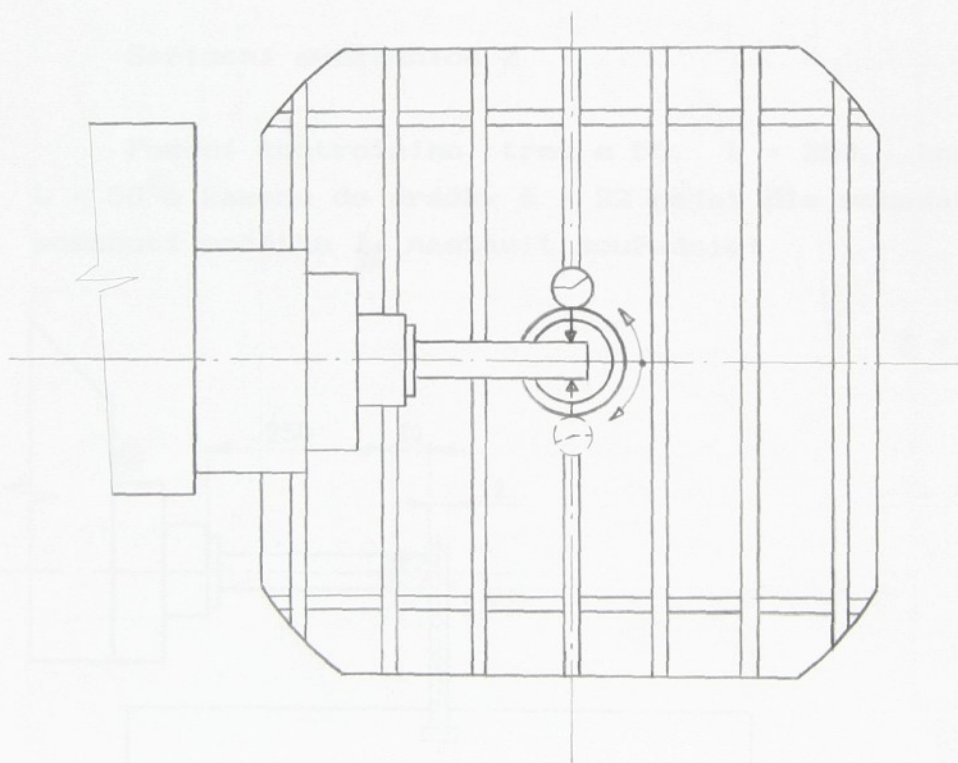
6.1.2. Seřizovací listy stroje a nástrojů, přehled ručních zásahů

Seřizovací listy stroje slouží jako podklady pro přesné seřízení stroje před vlastním obráběním. Toto seřízení jednoznačně vyplývá z následujících schemat (obr.9 až 11).

Seřízení souřadnice X

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50$, $L = 250$ a indikátorových hodinek najet střed otáčení stolu stroje a pomocí posunutí počátku I_1 nastavit souřadnici

$$X = + 800,000$$

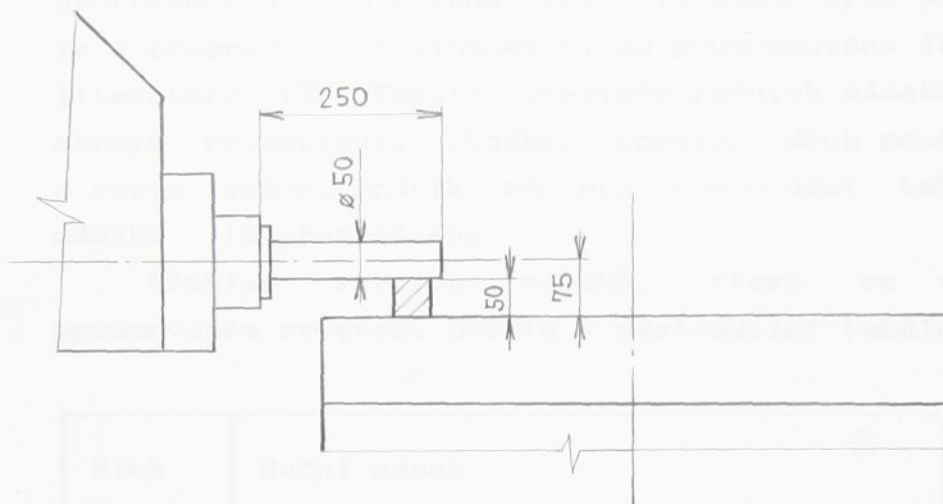


Obr. 9

Seřízení souřadnice Y

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50$, $L = 250$ a koncové měrky $L = 50$ najet na plochu stolu a pomocí posunutí počátku I_1 nastavit souřadnici

$$Y = + 65,000$$

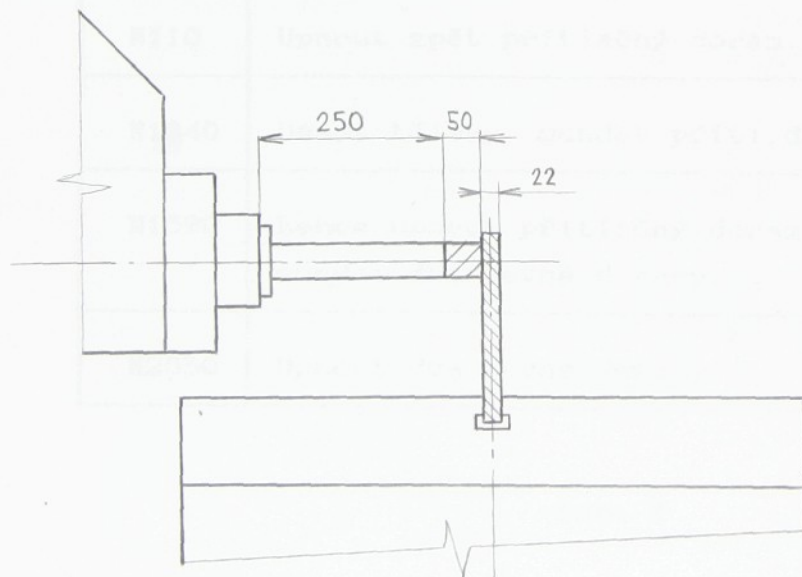


Obr. 10

Seřízení souřadnice Z

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50$, $L = 250$, koncové měrky $L = 50$ a kamenu do drážky $\text{š} = 22$ najet dle schematu a pomocí posunutí počátku I_1 nastavit souřadnici

$$Z = - 844,000$$



Obr. 11

Přehled ručních zásahů - jedná se o operace, které nelze zhotovit programem a je nutné je na NC stroji provést ručním ovládáním stroje. Do ručních zásahů patří i obslužné práce stroje, jako je např. vyčištění od třísek, ustavení polohy obrobku, kontrola obrobeného rozměru, kontrola opotřebení nástroje apod. Aby bylo možno tyto práce provést, je v programu v příslušném bloku programována funkce M00 dle literatury /17/. Tabulka přehledu ručních zásahů pak obsluhu stroje předepisuje otáčky, posuvy, druh použitého nářadí a popis práce. Podnik má pro tento účel tabulky ručních zásahů již předtištěny.

Přehled ručních zásahů, které se vyskytují ve zpracovaném programu uvádím v následující tabulce :

Blok	Ruční zásah	t _{A111} (min.)
N 10	Vložit najížděcí přípravek.	0,5
N 30	Ustavit v ose X dle osy XXVI'.	9,5
N 40	Vyjmout najížděcí přípravek, sundat přítlačný doraz.	1,5
N110	Upnout zpět přítlačný doraz.	2,0
N1240	Omést třísky, sundat přítl.doraz.	3,0
N1590	Lehce upnout přítlačný doraz,	2,0
	sundat dva pevné dorazy.	3,0
N2050	Upnout dva pevné dorazy	4,0

tab. 1

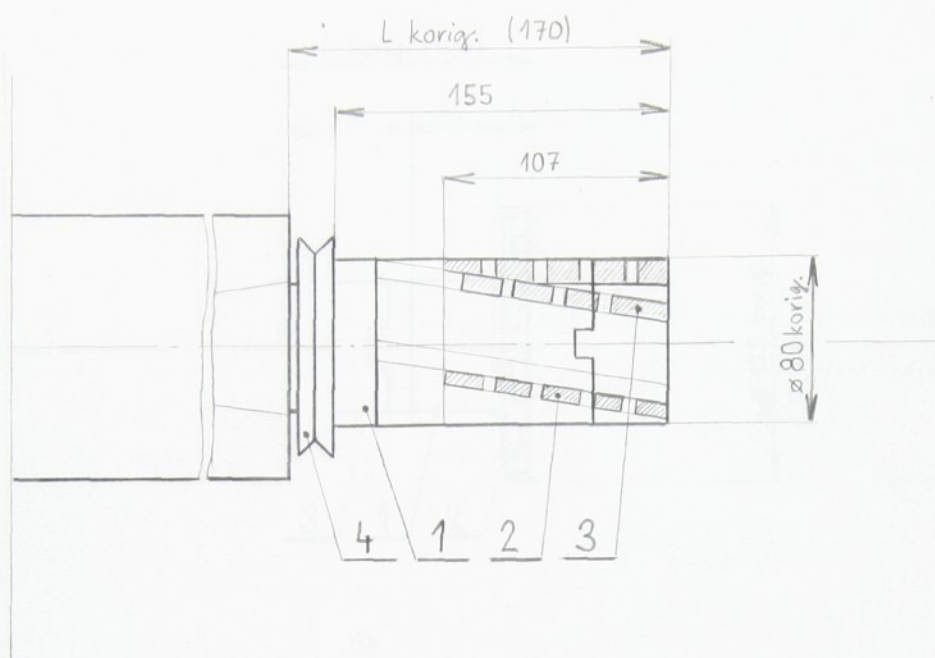
V tabulce uvedený čas t_{A111} je čas jednotkové práce za klidu. Při jeho určování pro jednotlivé ruční zásahy jsem vycházel z podnikových normativů / 27 / a z podkladů zadavatele. Součet jednotlivých časů je potřebný k provedení ekonomického zhodnocení navrhované technologie (kap. 7.1.).

6.1.2.1. Seřizovací listy nástrojů

Po podrobném studiu dokumentace / 9/, /10/, /11/, /20/, jsem vypracoval katalog nástrojů, který obsahuje seřizovací listy všech nástrojů, které jsou použity v programu. Na seřizovacím listě nástroje jsou vyznačeny následující údaje:

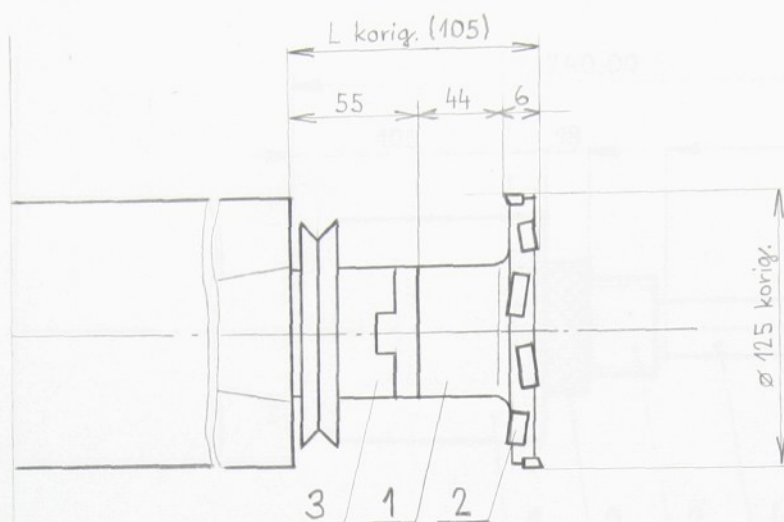
- název nástroje a jeho označení,
- číslo nástroje (pro obsluhu stroje),
- programovací míry (průměr, délka),
- obrys nástroje (náčrt),
- sestavení nástroje (z jakých částí se nástroj skládá),
- řezné podmínky,
- tabulka korekcí (druh korekcí - délková nebo průměrová),
- obráběný materiál,
- obrobitelnost materiálu,
- materiál nástroje.

Uvedená poznámka pak vysvětluje použití předepsaných hodnot řezných podmínek pro konkrétní případ obrábění (dle přídavku, požadované kvality povrchu, popřípadě velikosti mazacích kapes a drážek atd.) . Jednotlivé poznámky podrobně neuvádím z důvodu rozsahu této práce.



6 zubů

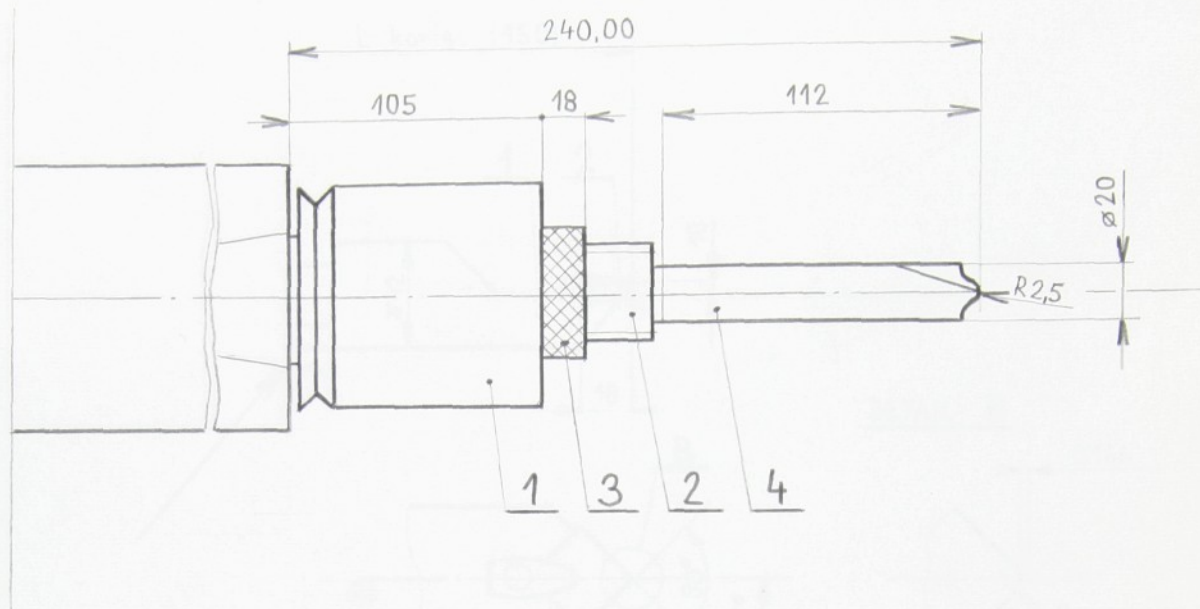
Název: Čepová fréza ø 80		Číslo nástroje: T 1				
Označení: Fr 80 SK		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N170		Korekce délky: D1				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na ø : D1				
1	Fréza NOVEX-Combi-Igel-Fräser F2038MC.0.80.155.80L(Walter)					
2	Řezné plátky P2808-Gr.1-WTL82 (Walter)					
3	Řezné plátky P2706-Gr.3-WKM (Walter)					
4	Upínací kužel pro AVN dle ČSN 220432					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	(K10-K20)	100	400	240	1)
42 24 25	11a	(K10-K20)	125	500	300	2)
42 24 25	11a	(K10-K20)	100	400	144	3)



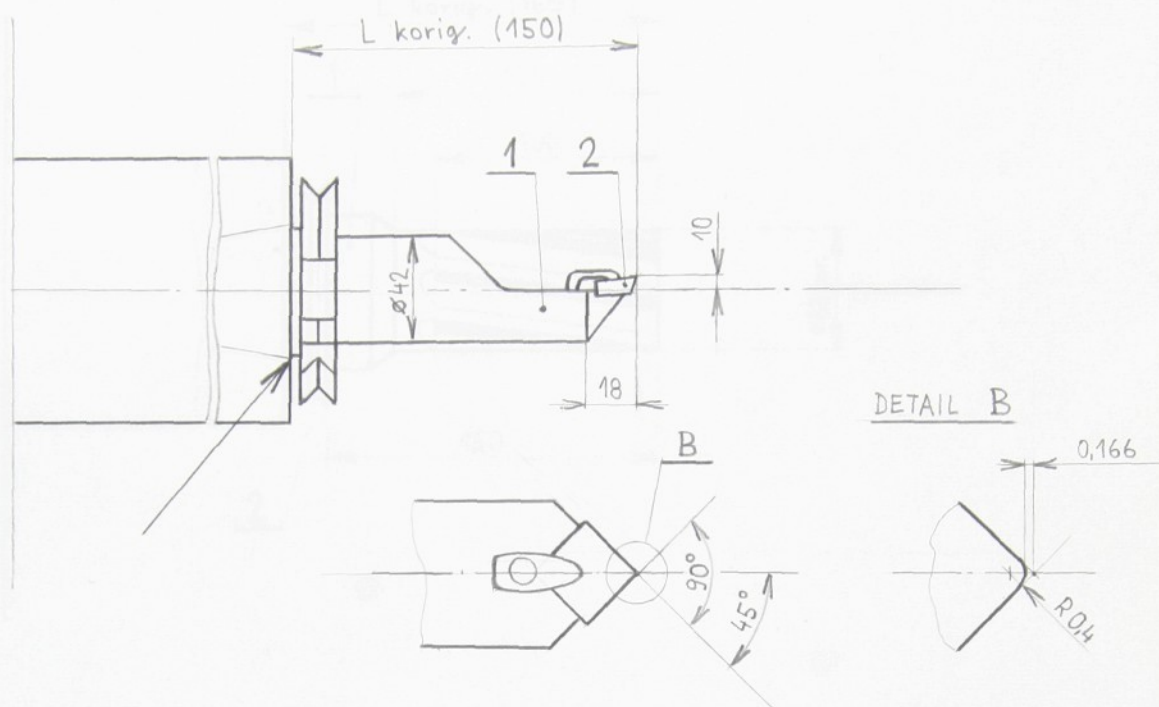
12 zubů $s=3,2$

Délku L měřit a korigovat na 0,01 mm.

Název: Pilová fréza ø 125			Číslo nástroje: T 2			
Označení: Záp. 6			Prac. cyklus: automat.			
Výměna nástroje: N310			Korekce délky: D2			
Poz.	Sestavení nástroje:		Korekce na ø : D2			
1	Fréza ø 125, š = 6 SECO R335.19-125-06.40					
2	Řezné plátky SECO 335.19-1203					
3	Trn 50x40 PN 24 72 24					
Stroj: WFQ 80 NCA			Obrobek: W 100 A			
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	110	280	403	1)
42 24 25	11a	SK	110	280	250	2)

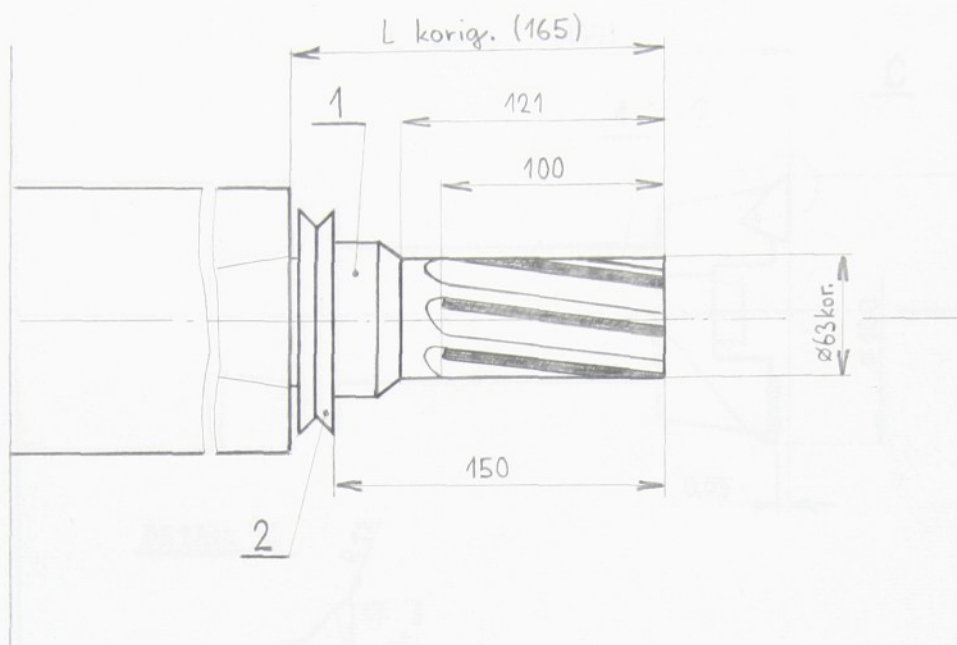


Název: Fréza na mazací drážky (spec.)		Číslo nástroje: T 3				
Označení: FRM 2,5		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N520		Korekce délky: /				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na $\varnothing$: /				
1	Držák PN 24 72 07 - 50x48x105					
2	Pouzdro PN 24 73 03 - 48x3					
3	Matice PN 24 73 81 - 48x18					
4	Fréza - speciální - 231-0084-Mo3					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	R0	20	900	250	1)
42 24 25	11a	R0	20	630	100	2)
42 24 25	11a	R0	20	355	40	3)



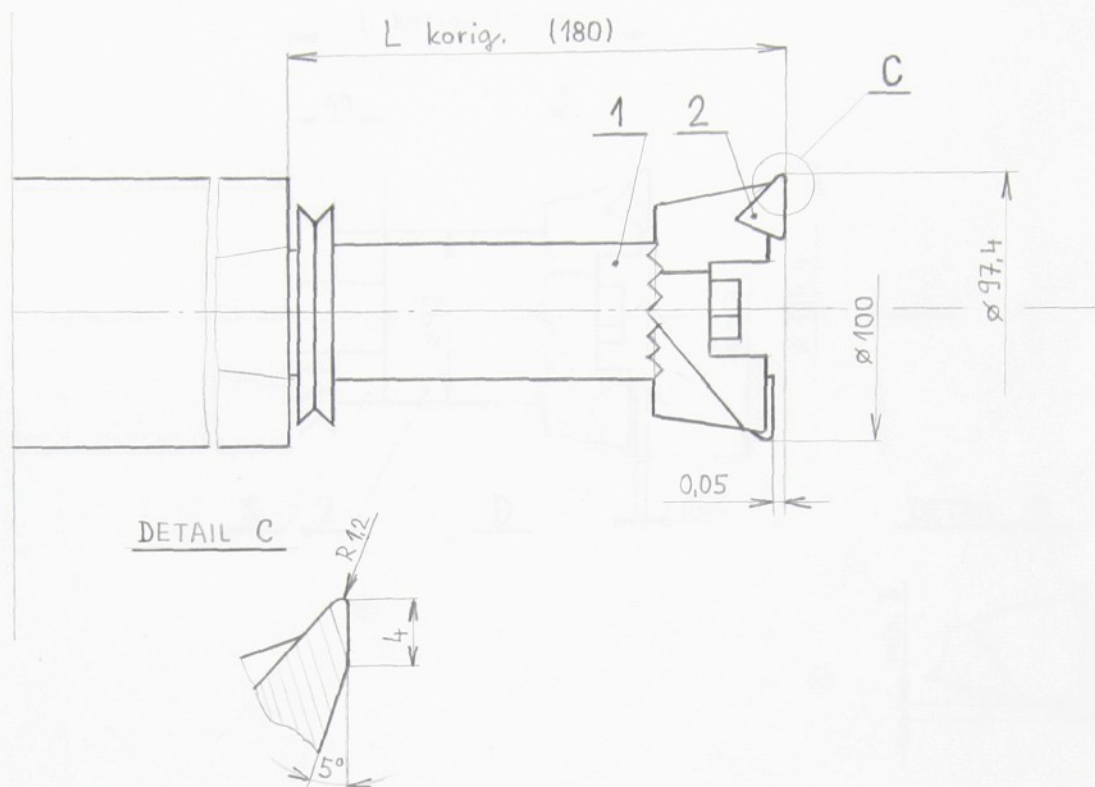
Nástroj orientovat dle náčrtu - viz. šipka

Název: Speciální hoblovací nástroj		Číslo nástroje: T24				
Označení: Sr.hr. 45°		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N790		Korekce délky: D24				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na $\varnothing$: /				
1	Speciální hoblovací nástroj č.p.1-242-00225-4					
2	Řezný plátek SPGN 120304 (K10)					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	8	/	8000	1)

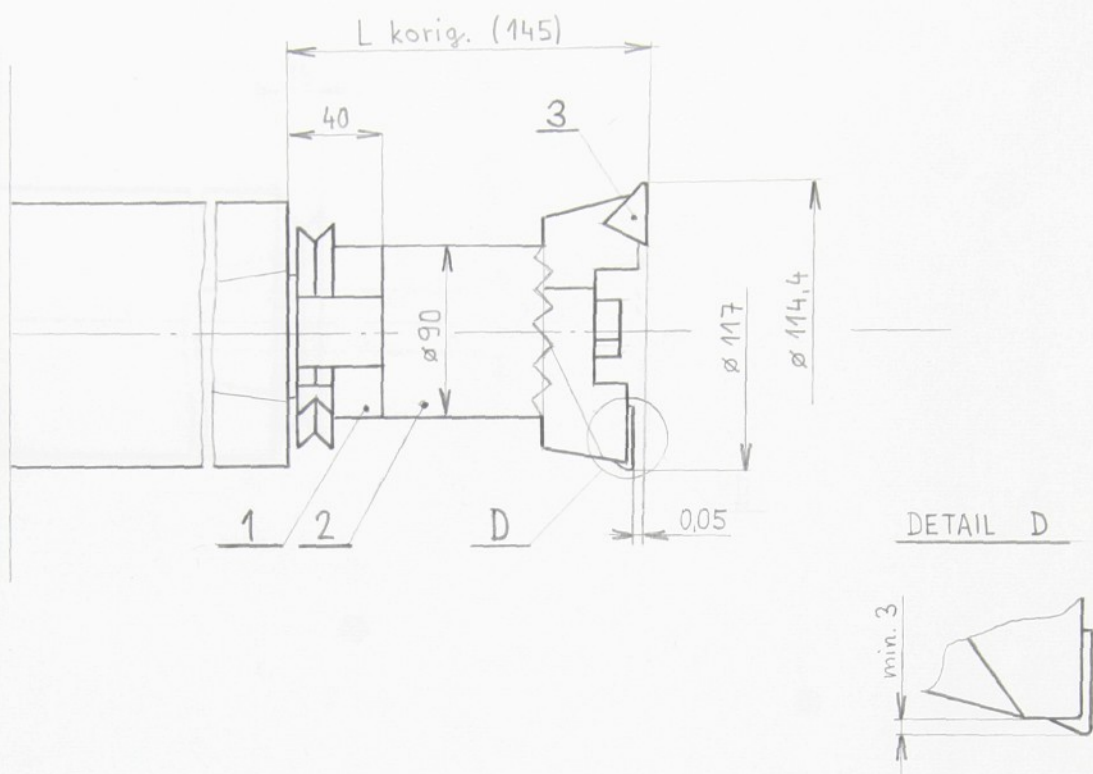


6 zubů

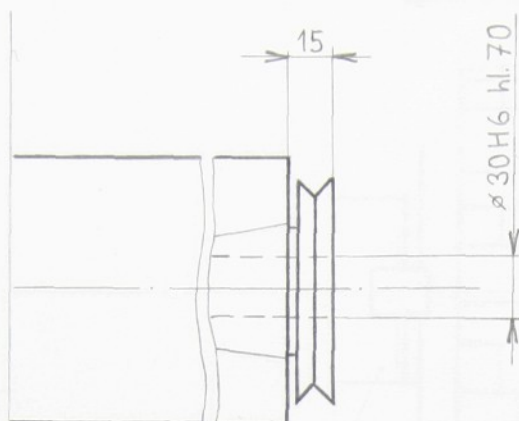
Název: Čepová fréza ø 63				Číslo nástroje: T25		
Označení: Fr 63 SK				Prac. cyklus: automat.		
Výměna nástroje: N1250				Korekce délky: D25		
Poz.	Sestavení nástroje:			Korekce na ø : D25		
1	Fréza Heli-Fräser F682M.0.80.150.63.02 (Walter)					
2	Upínací kužel pro AVN dle ČSN 22 04 32					
Stroj: WFQ 80 NCA				Obrobek: W 100 A		
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	90	450	162	1)



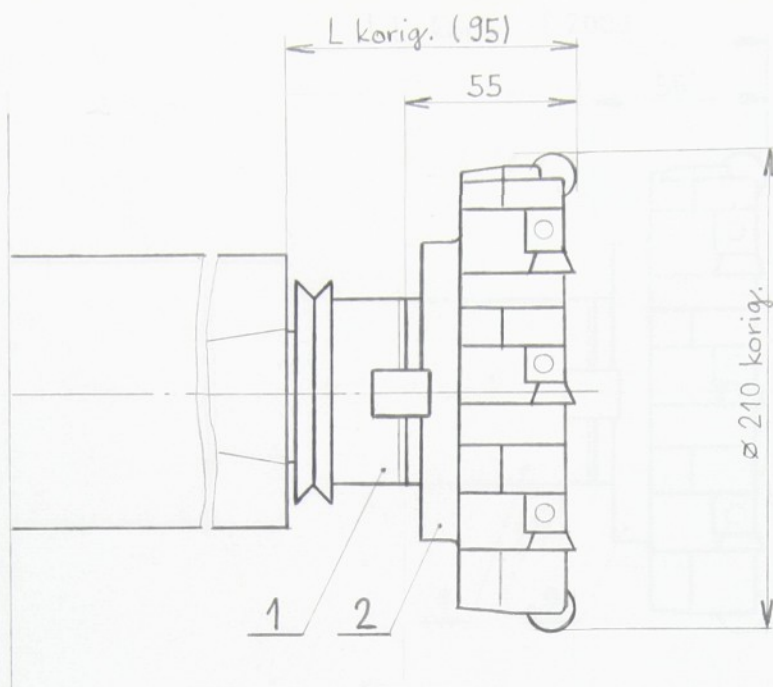
Název: Fréza dvoubřitá		Číslo nástroje: T26				
Označení: Fr spec. 100		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N1340		Korekce délky: D26				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na $\varnothing$: /				
1	Vyvrtávací tyč hrubovací 50x63x180 PN 24 72 30.02					
2	Řezné plátky Walter P600 (TPEN 160312 WKM)					
	- upravena 1 řezná hrana na hladicí dle det. C					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	70	224	224	1)



Název: Fréza dvoubřítá		Číslo nástroje: T27				
Označení: Fr spec. 117		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N1390		Korekce délky: D27				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na $\varnothing$: /				
1	Trn 50x40x90 PN 24 72 25					
2	Hlava 90 PN 22 17 82					
3	Řezné plátky Walter P600 (TPEN 220412 WKM) - upravena					
	1 řezná hrana na hladící + úprava těla nože dle det. D					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat. nástr.	$v(m.min^{-1})$	$n(min^{-1})$	$s(mm.min^{-1})$	pozn.
42 24 25	11a	SK	66	180	180	1)



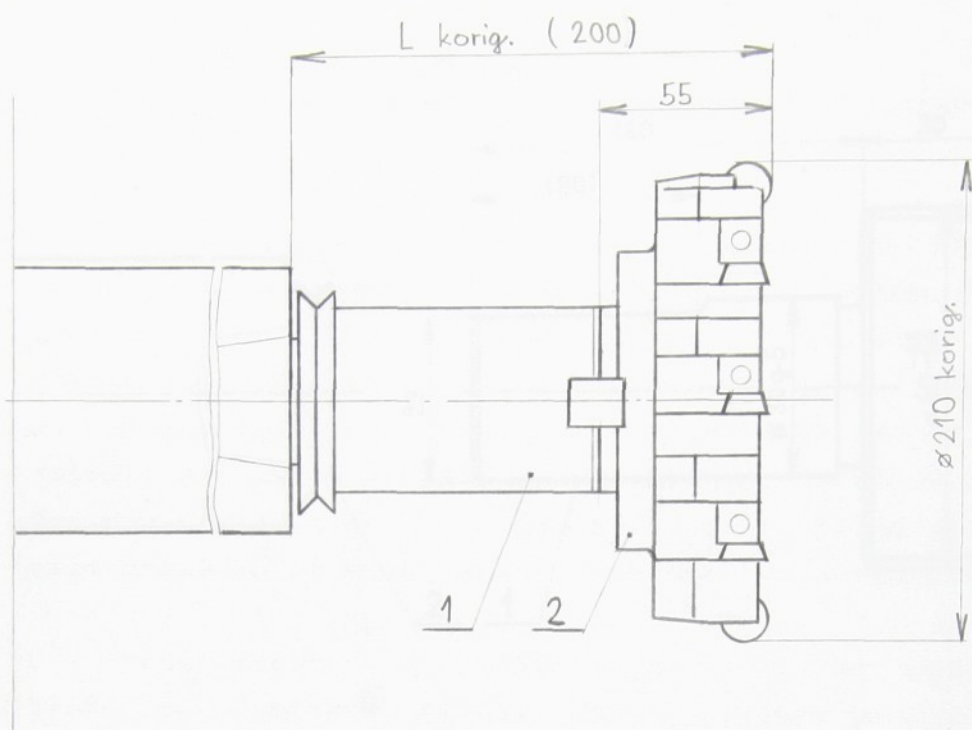
Název: Falešný nástroj			Číslo nástroje: T50				
Označení: Fal.n.			Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N150, N1440, N1550, N2040			Korekce délky: /				
Poz.	Sestavení nástroje:			Korekce na $\varnothing$: /			
1	Držák hledáčku (Falešný nástroj) č.p. 581-0084						
Stroj: WFQ 80 NCA				Obrobek: W 100 A			
Technologie:							
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	$v(m.min^{-1})$	$n(min^{-1})$	$s(mm.min^{-1})$	pozn.	



8 zubů

Délku L měřit a korigovat na 0,01mm.

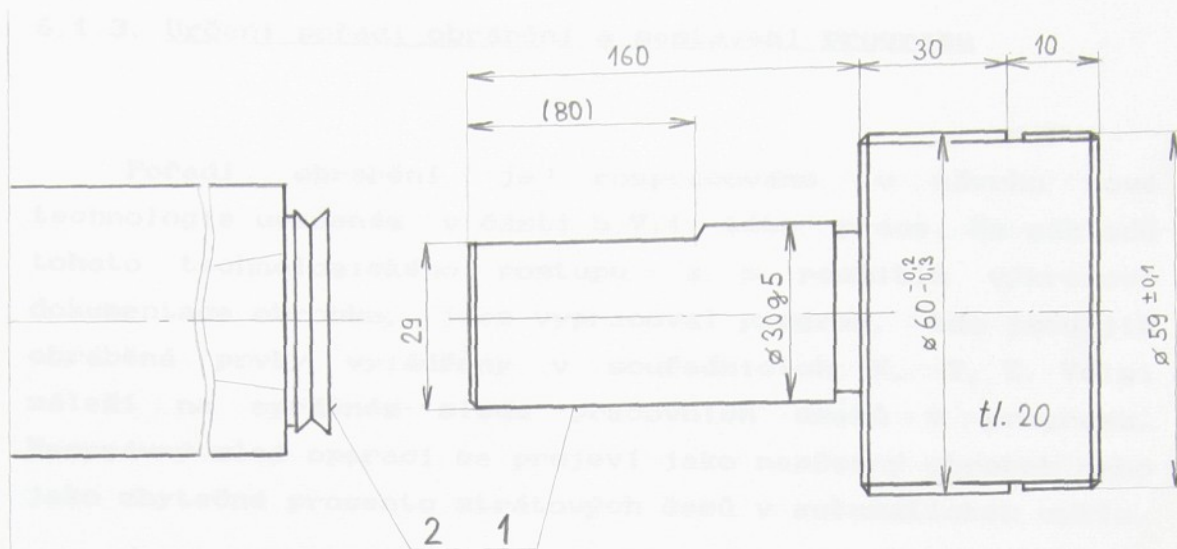
Název: Fréza ø 210		Číslo nástroje: T198				
Označení: Fr 210 SK		Prac. cyklus: automat.				
Výměna nástroje: N50, N1450		Korekce délky: D98				
Poz.	Sestavení nástroje:	Korekce na ø : D98				
1	Trn 50x40x90 PN 24 72 25					
2	Frézovací hlava ø 210 PN 22 24 86.25					
Stroj: WFQ 80 NCA		Obrobek: W 100 A				
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	62	112	260	1)



8 zubů

Délku L měřit a korigovat na 0,01 mm.

Název: Fréza ø 210 dl.			Číslo nástroje: T299			
Označení: Fr D 210 SK			Prac. cyklus: automat.			
Výměna nástroje: N1570			Korekce délky: D99			
Poz.	Sestavení nástroje:		Korekce na ø : D99			
1	Trn 50x40x90 spec.					
2	Frézovací hlava ø 210 PN 22 24 86.25					
Stroj: WFQ 80 NCA			Obrobek: W 100 A			
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(miñ ⁻¹)	s(mm.miñ ⁻¹)	pozn.
42 24 25	11a	SK	62	112	260	1)



Název: Nalížděcí přípravek			Číslo nástroje:			
Označení: NP 1			Prac. cyklus: ruční			
Výměna nástroje: N10			Korekce délky: /			
Poz.	Sestavení nástroje:			Korekce na $\varnothing$: /		
1	Nalížděcí přípravekový trn - spec.					
2	Držák hledáčku č.p. 581-0084					
Stroj: WFQ 80 NCA				Obrobek: W 100 A		
Technologie:						
Materiál	Obrob.	Mat.nástr.	v(m.min ⁻¹)	n(min ⁻¹)	s(mm.min ⁻¹)	pozn.

6.1.3. Určení pořadí obrábění a sestavení programu

Pořadí obrábění je rozpracováno v návrhu nové technologie uvedeném v části 5.7.1. této práce. Na základě tohoto technologického postupu a s použitím výkresové dokumentace obrobku, jsem vypracoval program, kde jsou již obráběné prvky vyjádřeny v souřadnicích X, Y, Z. Velmi záleží na správném sledu pracovních úseků v programu. Nesprávný sled operací se projeví jako nepřesný obrobek nebo jako zbytečné procento ztrátových časů v automatickém cyklu.

Programování jsem zvolil absolutní, je použit formát bloku s proměnnou délkou bloku. Systém poskytuje široké možnosti programování, umožňuje řízení tří os, kruhovou interpolaci ve dvou osách, prostorovou lineární interpolaci ve třech osách, řezání závitů, obráběcí cykly, programové podmíněné a nepodmíněné skoky, korekce nástrojů, posunutí počátků a další vedlejší a pomocné funkce.

Volba sledu nástrojů vychází ze sledu a charakteru pracovních úseků. Při určování správného sledu pracovních úseků a nástrojů je cílem dosáhnout co největší hospodárnosti výroby. V této oblasti výsledek silně závisí na zkušenostech technologa-programátora. Na tvorbu programu má kromě zručnosti programátora též vliv jeho psychická kondice. Tím je výsledek jeho práce silně ovlivnitelný lidským faktorem.

Tuto skutečnost odstraňuje strojní programování, kde mnohé z prací programátora je schopna nahradit výpočetní technika. Použití počítače v případě řídicích programů se stává stále významnějším a postupně vytlačuje časově velmi náročné ruční programování.

6.1.4. Zhotovení nositele řídicího programu

Po prostudování technické dokumentace /17/ a shromáždění všech technologických údajů jsem přikročil k napsání programu. Zápis programu se provádí do tzv. programovacích listů, aby sestavený program byl přehledně uspořádán a umožňoval snadnou orientaci v programu.

Tyto programovací listy jsou pak podkladem pro přepis do PC, jehož periferní automatické děrovací zařízení FACIT N4000, po zadání příslušných příkazů, zhotoví děrnou pásku.

Výpis zpracovaného programu je uveden v příloze 2.

6.1.5. Odladění programu

Jestliže má technolog-programátor k dispozici všechny specifikované řezné nástroje a operační nářadí, zkušební obrobky a děrnou pásku, může přistoupit k odladění programu. Odladování programu je prováděno v pracovním režimu "blok po bloku". V průběhu obrábění jsou ověřovány řezné podmínky, správnost sestavení programu, optimální dráhy nástrojů a sled operace, jsou doladovány nástroje.

Konečnou fází odladění programu je opracování dvou nebo více kusů v automatickém režimu a proměření obrobků s pořízením kontrolního protokolu, dále též odměření času obrábění. Každý podnik tuto etapu provádí svým specifickým způsobem podle toho, jaké podmínky jsou v podniku pro tuto etapu vytvořeny.

K odladění programu nedošlo, protože nebyly splněny výše uvedené podmínky a náležitosti.

7. Ekonomické zhodnocení

7.1. Určení jednotkového a dávkového času pro navrhovanou technologii

1) Čas jednotkový : $t_A = t_{CK} + t_{A111}$

t_{CK} - čas cyklový (čas, který stroj potřebuje pro uskutečnění jednoho výrobního cyklu). Stanoví se změřením při odlaďování programu.

t_{A111} - čas jednotkové práce za klidu (čas potřebný k ustavení obrobku, upínání, spuštění a zastavení stroje). Je součtem časů jednotlivých ručních zásahů uvedených v tabulce 1. Hodnoty těchto časů jsou stanoveny z podnikových normativů / 27 /.

$$t_{CK} = 106,4 \text{ min.}$$

$$t_{A111} = 25,5 \text{ min.}$$

potom $t_A = 106,4 + 25,5 = 131,9 \text{ min.}$

Celkový jednotkový čas s přírážkou času směnového :

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C = 131,9 \cdot 1,11 = 146,41 \text{ min.}$$

(kde $k_C = 1,11$ je směnový koeficient, poskytnutý zadavatelem).

Po zaokrouhlení dostáváme $t_{AC} = 147 \text{ min.}$

2) Čas dávkový : t_B - je určen dle výkonových norem pro obráběcí centra.

Pro stroj WFQ 80 NCA platí následující hodnoty, které vycházejí z technických podkladů, poskytnutých zadavatelem :

Ustavení a upnutí přípravku (min.)	34,00
Anulace os (min.)	10,00
Nahrát program (min.)	8,00
Najet na referenční body (min.)	3,00
Založit nástroje do zásobníku (3 min. pro 1 nástroj)	33,00
Korekce nástrojů (1 min. na 1 nástroj)	11,00

Dávkový čas (určen součtem těchto časů) $t_B = 99,00$ min.

Čas dávkový s přírážkou času směnového pak bude :

$$t_{BC} = t_B \cdot k_c = 99 \cdot 1,11 = 109,89 \text{ min.}$$

Po zaokrouhlení dostáváme $t_{BC} = 110$ min.

Porovnání výrobních časů :

Srovnání stávající a navrhované technologie jsem provedl porovnáním jednotkového a dávkového času pro operaci 60.

	Stávající	Navrhovaná	Rozdíl
t_{AC} (min.)	160	147	13
t_{BC} (min.)	120	110	10

Z uvedeného porovnání jednoznačně vyplývá časová úspora jednotkového i dávkového času.

7.2. Zhodnocení efektivnosti navrhované technologie

Pro zhodnocení efektivnosti navrhované technologie je nutné porovnat celkové náklady na stávající a navrhovanou technologii.

S t á v a j í c í t e c h n o l o g i e

1) Nákladová kalkulace na 1 kus :

Přímé materiálové náklady (Kčs/ks)	PN _{MAT}	12 900,00
Přímé mzdové náklady (Kčs/ks)	PN _{MZD}	43,86
Nepřímé náklady (Kčs/ks)	NN	642,99
Vlastní náklady (Kčs/ks)	VN	13 586,85

Pro výpočty jsem použil vztahů :

$$PN_{MZD} = (t_{AC} + t_{BC}/n) \cdot T_T = (160 + 120/10) \cdot 0,255 = 43,86 \text{ Kčs/ks}$$

kde n = počet kusů v dávce

T_T = minutový mzdový tarif příslušné pracovní třídy.
dle podkladů zadavatele byly zjištěny hodnoty :

$$PN_{MAT} = 12\,900 \text{ Kčs/ks} \quad n = 10 \text{ ks} \quad T_T = 0,255 \text{ Kčs/min.}$$

$$NN = PN_{MZD} \cdot \%R / 100 = 43,86 \cdot 1466 / 100 = 642,99 \text{ Kčs/ks}$$

kde %R = režie střediska (průměrná hodnota)

dle podkladů zadavatele : %R = 1466%

2) Nákladová kalkulace na roční produkci :

Předpokládaný počet kusů vřeteníku W 100 A v roce 1992

$$i = 90 \text{ ks}$$

PN _{MAT} . i = Σ PN _{MAT} (Kčs/rok)	1 161 000,00
PN _{MZD} . i = Σ PN _{MZD} (Kčs/rok)	3 947,40
NN . i = Σ NN (Kčs/rok)	57 869,10
Σ VN (Kčs/rok)	1 222 816,50

N a v r h o v a n á t e c h n o l o g i e

1) Nákladová kalkulace na 1 kus :

PN _{MAT} (Kčs/ks)	12 900,00
PN _{MZD} (Kčs/ks)	26,19
NN (Kčs/ks)	383,94
VN (Kčs/ks)	13 310,13

Je zde použita vícestrojová obsluha,
proto vycházím ze vztahu :

$$\begin{aligned} \text{PN}_{\text{MZD}} &= (t_{\text{AC}} + t_{\text{BC}} / n) \cdot T_{\text{T}} \cdot k_{\text{ZL}} = \\ &= (147 + 110 / 10) \cdot 0,255 \cdot 0,65 = 26,19 \text{ Kčs/ks} \end{aligned}$$

kde k_{ZL} = koeficient vícestrojové obsluhy

n = počet kusů v dávce

T_{T} = minutový mzdový tarif příslušné pracovní třídy

dle podkladů zadavatele :

$$k_{\text{ZL}} = 0,65 \quad n = 10 \text{ ks}$$

$$T_{\text{T}} = 0,255 \text{ Kčs/min.}$$

$$\text{PN}_{\text{MAT}} = 12\,900 \text{ Kčs/ks}$$

$$\text{NN} = \text{PN}_{\text{MZD}} \cdot \%R / 100 = 26,19 \cdot 1466 / 100 = 383,94 \text{ Kčs/ks}$$

2) Nákladová kalkulace na roční produkci :

Počet kusů za rok	Σ PN _{MAT} (Kčs/rok)	1 161 000,00
$i = 90 \text{ ks}$	Σ PN _{MZD} (Kčs/rok)	2 357,10
	Σ NN (Kčs/rok)	34 554,60
	Σ VN (Kčs/rok)	1 197 911,70

Zhodnocení ekonomického výsledku :

Náklady na roční výrobu při stávající technologii	(Σ Kčs)	1 222 816,50
Náklady na roční výrobu při nové technologii	(Σ Kčs)	- 1 197 911,70
Úspora nákladů za rok	(Σ Kčs)	24 904,80
		=====

Z provedeného ekonomického zhodnocení jednoznačně vyplývá, že použití navržené technologie přinese snížení nákladů na roční výrobu o 24 905 Kčs.

Kromě tohoto přímého finančního efektu přinese navrhovaná technologie :

- úsporu nákladů za generální opravu stroje HD 20 A (dle podkladů zadavatele přibližně 900 000 Kčs),
- zisk, plynoucí ze šrotace zcela odepsaného stroje HD 20 A
- dotížení kapacity dvou strojů WFQ 80 NCA, použitých společně ve vícestrojové obsluze, již instalovaných v podniku.

8. Z á v ě r

Úkolem diplomové práce bylo navrhnout novou technologii obrábění vodících ploch vřeteníků vyráběných typů strojů na obráběcím centru WFQ 80 NCA náhradou za stávající hoblování. Měl jsem vypracovat ideový návrh způsobu obrábění včetně zajištění nástrojového vybavení a upínacích prvků, vzorový řídicí program v závislosti na řídicím systému stroje, provést porovnání se stávající technologií a navrženou technologií ekonomicky vyhodnotit.

Tyto úkoly jsem v diplomové práci splnil a došel jsem k závěru, že navržená technologie má před stávající technologií dostatek předností, což je podloženo ekonomickým zhodnocením. Proto navrhuji podniku, aby přistoupil k realizaci této technologie.

8.1. Výsledky práce a její přínos

Provedl jsem rozbor stávající technologie a vyzdvihl nedostatky, které se mají převedením na číslicově řízený stroj odstranit. Ověřil jsem vhodnost použití NC stroje daného zadáním. Po rozboru součástkové základny (jednotlivých typů vřeteníků), jsem vybral jako představitele vřeteník stroje W 100 A, pro který jsem navrhl a zpracoval novou technologii tak, aby mohla být použita i pro ostatní vřeteníky vyráběných typů strojů. Tento záměr jsem uplatnil též při návrhu upínacích prvků, nástrojového vybavení a při tvorbě řídicího programu, který je vypracován jako vzorový tak, aby ho bylo možno po změně příslušných rozměrových hodnot použít i pro ostatní vřeteníky.

Realizace navržené technologie přinese pro vřeteník stroje W 100 A snížení nákladů na roční výrobu o 24 905 Kčs. Uspoří se náklady za generální opravu stroje HD 20 A - přibližně 900 000 Kčs. Vznikne zisk plynoucí ze šrotace odepsaného stroje HD 20 A. Dojde k dotížení kapacity dvou strojů WFQ 80 NCA, použitých společně ve vícestrojové obsluze, již instalovaných v podniku.

Kromě těchto přímých účinků podložených ekonomickým zhodnocením, přináší nová technologie též účinky nepřímé, avšak neméně důležité. Zpřesní se výroba dílce, který největší měrou ovlivňuje výslednou přesnost vodorovné vyvrtávačky. Technologická kázeň již nebude zajišťována vysokou kvalifikací pracovníků (a tím ovlivnitelná obsluhou stroje) , ale bude jednoznačně zajištěná hodnotami zadanými technologem-programátorem v příslušném programu. Zlepší se pracovní podmínky obraběčů kovů a pracovníků montáže.

Nevýhodou jsou vysoké nároky na programátorské hodiny.

8.2. Návrh na další postup

- 1) Dosud navržené konstrukční změny, které byly projednány s konstruktéry dílců, zaznamenat do technické dokumentace (změna tvaru vodících ploch, zápichy, mazací kapsy a drážky aj.).
- 2) Působit na konstruktéry v tom smyslu, aby již při konstrukci nových dílců dodržovali platné zásady technologičnosti konstrukce pro NC obráběcí stroje.
- 3) Dle zpracovaného vzorového programu dosazením příslušných rozměrových hodnot (změnou souřadnic) vyhotovit řídicí programy pro ostatní typy vřeteníků.

8.3. Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat všem, kteří mi svými cennými radami a připomínkami pomohli ke zdárnému dokončení diplomové práce, zejména vedoucímu práce p. Doc.Ing.Jaromíru Gazdovi, CSc. a Doc.Ing. Cejnarovi z VŠST Liberec, dále pak svému konzultantovi p. Zdeňku Hušákovi z TOS Varnsdorf i ostatním pracovníkům s.p. TOS, za poskytnutí potřebných podkladů a ochotu.

Seznam příloh

Příloha 1 - Výkresová dokumentace vřeteníku W 100 A
(3 listy).

Příloha 2 - Výpis ze zpracovaného řídicího programu, význam symbolů a funkcí použitých v programu, tabulka korekcí a umístění nástrojů v zásobníku AVN
(13 stran).

Příloha 3 - WFQ 80NCA - Vodorovná vyvrtávačka s automatickou výměnou nástrojů. Propagační materiál s.p. TOS Varnsdorf.

Seznam literatury

- / 1 / VLACH, B. a kolektiv : Technologie obrábění a montáží. Praha, SNTL 1990.
- / 2 / VLACH, B. : Technologie obrábění na číslicově řízených strojích. Praha, SNTL - ALFA 1982.
- / 3 / KÖNIG, V. : Obráběcí stroje. Jednouúčelové a stavebnicové obráběcí stroje - část I. Skripta VŠST, Liberec 1989.
- / 4 / VLACH, B. : Technologie obrábění. Skripta ČVUT, Praha 1981.
- / 5 / KVAPIL, R. : Řezné nástroje. Skripta VŠST, Liberec 1985
- / 6 / BUDA, J.- KOVÁČ, M. : Metodika projektovania výrobných procesov v strojárstve. Bratislava - Praha, SNTL - ALFA 1985.
- / 7 / BÉKÉS, J. : Inžinierska technológia obrábania kovov. Bratislava, ALFA 1981.
- / 8 / BUDA, J. - BÉKÉS, J. : Teoretické základy obrábania kovov. Bratislava, ALFA 1977.
- / 9 / WALTER - katalog : Werkzeugsystem NOVEX -Fräswerkzeuge. SRN, 1991.
- /10 / SECO - katalog : Fräsen. Fräs - und Bohrwerkzeuge. SRN, 1991.
- /11 / KOLEKTIV : Náradí pro NC obráběcí stroje a centra. Katalog OSAN, 1989.
- /12 / STUNA, M. : Technologické postupy II. Skripta VŠST, Liberec 1971.
- /13 / KOLEKTIV : Vodorovná vyvrtávačka s automatickou výměnou nástrojů WFQ 80 NCA. Návod k obsluze a údržbě. Technická dokumentace s.p. TOS Varnsdorf.
- /14 / KOLEKTIV : Vodorovná vyvrtávačka s automatickou výměnou nástrojů WFQ 80 NCA. Návod k obsluze a údržbě, část II. - elektro. Technická dokumentace s.p. TOS Varnsdorf.

- /15 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace stroje WFQ 80 NCA -
tabulky. Technická dokumentace s.p. TOS Varnsdorf.
- /16 / KOLEKTIV : Automatická výměna nástrojů WFQ 80 NCA.
Návod k obsluze a údržbě. Technická dokumentace s.p.
TOS Varnsdorf.
- /17 / KOLEKTIV : Klíč k programování strojů WFQ 80 NCA s CNC
systémem TESLA NS 670. Technická dokumentace s.p. TOS
Varnsdorf.
- /18 / KOLEKTIV : Technologický postup vřeteníku W 100 A.
Varnsdorf 1989.
- /19 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace vřeteníku W 100 A.
č.v. 0 08 03 0313 , Varnsdorf 1978.
- /20 / KOLEKTIV : Frézovací nástroje pro NC obráběcí stroje a
centra. Katalog OSAN, Praha 1989.
- /21 / KOLEKTIV : Řezné podmínky pro stroj WFQ 80 NCA.
Technická dokumentace s.p. TOS Varnsdorf.
- /22 / KOLEKTIV : Technická příprava výroby pro NC stroje.
Praha, INPRO TST 1988.
- /23 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace vřeteníku W 75.
č.v. 0 08 03 0341, Varnsdorf 1982.
- /24 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace vřeteníku WH 10 NC.
č.v. 0 08 03 0375, Varnsdorf 1985.
- /25 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace vřeteníku WFQ 80 NCA.
č.v. 0 08 03 0393, Varnsdorf 1988.
- /26 / KOLEKTIV : Výkresová dokumentace vřeteníku WHN 13 C.
č.v. 0 08 03 0395, Varnsdorf 1988.
- /27 / KOLEKTIV : Úkonový normativ pro vodorovné vyvrtávací
stroje. Podnikový normativ TOS Varnsdorf, Varnsdorf 1983
- /28 / KOLEKTIV : Nabídky obráběcích strojů z výrobního
programu. Propagační materiál TOS Varnsdorf, 1991.
- /29 / LIEMERT, DRÁBEK, ONDRA, VAVRÍK : Obrábění. Praha, SNTL
- ALFA 1982.
- /30 / LÍBAL, V. : Organizace a řízení výroby. Praha ,
SNTL-ALFA 1982.