

Vývoj upínací desky pro CNC frézku

Martin Rafaj

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin RAFAJ**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Vývoj upínací desky pro CNC frézku**

Zásady pro vypracování:

1. Teorie a technologie obrábění
2. Tvorba modelu a výkresové dokumentace upínací desky
3. Technologická příprava výroby upínací desky

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Kocman,K.: Speciální technologie, CERM Brno, 2004
2. Lukovics,I.: Konstrukční materiály a technologie, ES VUT, 1976
3. Janděčka,K.: Postprocesory a programování NC strojů, UJEP Ústí nad Labem, 2007

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Imrich Lukovics, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2010**

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje vývoj upínací desky na vertikální frézovací CNC stroj. Jsou zde popsány základní typy třískového obrábění, které jsme uplatnili pro výrobu desky. Tato práce také obsahuje základní informace k software, výrobním a měřicím zařízením, které byly užity při výrobě upínací desky.

Klíčová slova: obrábění, upínání, technologie

ABSTRACT

This work describes development of clamping plate for vertical CNC milling machine. In this bachelor thesis you can find information about basic types of chips machining, which were used during production of clamping plate. This work contains rudimentary information about software, production and measuring equipments, which was used for development and realization of clamping plate.

Keywords: machining, clamping, technology

Poděkování:

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Imrichu Lukovicsovi, Csc. za odborné vedení, poskytnuté rady, pozornost a čas, který mi věnoval při vypracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Zdeňkovi Slováčkovi, pracovníkovi ZPS Prefix a.s., za pomoc a spolupráci při řešení praktických problémů.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 CHARAKTERISTIKA FIRMY	11
1.1 HISTORIE FIRMY.....	11
1.2 ZALOŽENÍ SPOLEČNOSTI PREFIX	12
1.3 SOUČASNOST FIRMY	12
1.4 TECHNOLOGIE A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ FIRMY	13
2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	14
2.1 CHARAKTERISTIKA OBRÁBĚNÍ.....	14
2.2 ZÁKLADNÍ POJMY	14
2.3 ZÁKLADNÍ METODY OBRÁBĚNÍ.....	16
2.3.1 Soustružení.....	17
2.3.2 Frézování.....	19
2.3.3 Vrtání, vyhrubování, vystružování a zahlubování	22
2.3.3.1 Vrtání	22
2.3.3.2 Vyhrubování a vystružování.....	24
2.3.4 Vyvrtávání.....	25
2.3.5 Broušení	25
2.3.5.1 Broušení obvodové	26
2.3.5.2 Broušení čelní	27
2.4 OPOTŘEBENÍ ŘEZNÉHO BŘITU.....	28
2.5 UPÍNÁNÍ OBROBKŮ	30
2.5.1 Upínání do svěráku	30
2.5.2 Upínání do sklíčidla	31
2.5.3 Upínací přípravky.....	31
2.5.4 Stavebnicové systémy	31
3 VYUŽITÍ CNC PŘI OBRÁBĚNÍ	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
4 ÚVOD	34
4.1 POUŽITÝ SOFTWARE PŘI VYPRACOVÁNÍ PRÁCE	34
4.2 AUTODESK INVENTOR	35
4.3 EDGECAM.....	36
4.4 CNC FRÉZKA VMC 1260.....	38
4.4.1 Charakteristika frézky	38
4.4.2 Technická data	38
4.4.3 Uživatelské prostředí systému Acramatic	40
4.5 POPIS MĚŘÍČÍHO STROJE	41
5 TVORBA UPÍNACÍ DESKY	43
5.1 POPIS TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU.....	44
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48

SEZNAM OBRÁZKŮ	49
SEZNAM PŘÍLOH.....	50

ÚVOD

V obecném pojetí chápeme technologii jako vědní obor, kde aplikujeme získané poznatky z přírodních věd při zavádění, zdokonalování a optimalizaci výrobních procesů. Technologie obrábění na základě poznatků zejména z matematiky, fyziky, chemie a dalších analyzuje výrobní postupy a procesy tak, aby se tyto staly co nejproduktivnější a tím co nejvíce ekonomické. Vědní obor strojírenská technologie obsahuje mnoho disciplín, přičemž třískové obrábění v této problematice patří k největším tématům. Technický vývoj zasáhl i obrábění a proto můžeme v posledních desetiletích sledovat rapidní technický pokrok obráběcích strojů, nástrojů a příslušenství. Vedle zlepšování přesnosti a rychlosti operací obrábění způsobené technickým vývojem strojů a nástrojů je tento trend způsoben vysokou měrou i automatizací výroby.

Vysoký vliv na zautomatizování výroby má zavedení počítačové asistence a řízení do výrobního procesu. Vedle opakovatelné přesnosti obrábění, rychlosti, minimalizace rizika nehod a bezpečnosti najdeme v zavedení CNC strojů do výroby další nemalé pozitiva. Výpočetní možnosti pracovních stanic nám dovolují využívat mnohé nástroje a techniky obrábění, které by bez této techniky nebyly možné. Navrhování součástí, sestav a konstrukčních celků pomocí moderního software, stejně jako příprava obrábění a jeho simulace, zefektivňuje a urychluje samotnou produkci a omezuje množství nevyžádaných situací díky předem simulovaným procesům.

Část této bakalářské práce věnuji stručnému popisu základních technologických operací třískového obrábění. Základní podstata moderních CNC a klasických strojů se neliší, principy obrábění zůstává stejný. Výrazně se však vyvinuly prostředky, které používáme k těmto operacím. Jako příklad můžeme vzít druhou část bakalářské práce, ve které stručně charakterizují frézovací CNC stroj a přípravu desky před její výrobou. Právě při navrhování bylo využito moderního software. Zejména při programování v CAM programu byly využity simulace, kde jsme simulovali obráběcí proces a mohli tento proces optimalizovat. Vlastnosti těchto nástrojů oceníme jak při kusové výrobě tvarově složitých dílců, tak ve velkosériové výrobě, kde se každé zrychlení operace násobí a v důsledku znamená velké finanční úspory.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA FIRMY

Firma ZPS Prefix a.s., ve které byla zpracována tato bakalářská práce, je strojírenskou společností, která se zabývá především obráběním velmi přesných součástí rotačního, rovinného či skříňového typu a lakováním.

1.1 Historie Firmy

V této kapitole je stručně uvedena historie společnosti.

Založení Baťovy dílny

Historie zasahuje až do období výroby obuvnických strojů, která má více než 100-letou tradici, a to až do roku 1903, kdy byla založena Baťova dílna. Původně v této dílně malá skupina pracovníků prováděla výrobu náhradních dílů a v roce 1907 se postupně začaly vyrábět i jednoduché stroje vlastní konstrukce, mezi které patřily např. napínací stroje svršků a mechanické sekačky.

Rozšíření výroby i sortimentu

V roce 1928 bylo v závodě a také ve slévárně zaměstnáno asi 360 pracovníků. Ve třicátých letech pak nastal pokrok ve výrobě nebytných druhů šicích strojů, strojů na výrobu pryže či součástek a pletacích strojů a nástrojů značky MAS.

Znárodnění soukromého vlastnictví

V roce 1946, kdy došlo k znárodnění soukromého vlastnictví, se firma přejmenovala na Závody přesného strojírenství n.p. Výrobní program se už skládal i z výroby obráběcích strojů, po roce 1950, kdy došlo k oddělení od SVITU n.p., pak i z výroby obuvnických strojů. Firma ZPS se tak stala hlavním dodavatelem investičních celků a linek pro zpracování kůže, pryžové a pryžovo-textilní obuvi, a to vše na 200 rozličných typech strojů. Desítky závodů ve více než 35 zemích světa byly vybaveny stroji ze ZPS s ochrannou známkou Svit.

90. léta a privatizace

V roce 1990, kdy byla doba ekonomických transformačních procesů, byly ZPS kompletně zprivatizovány a byla založena holdingová společnost ZPS a.s. Zlín. Její právně samostatnou součástí se stala od 10. ledna 1993 i společnost ZPS-SM, která zápisem do obchodního rejstříku získala i autorizaci k vývozu svých výrobků a k zahraničnímu obchodování s nimi.

1.2 Založení společnosti PREFIX

Od ledna 2000 převzala tradiční výrobu nově založená společnost PREFIX s.r.o. Koncem září 2000 společnost Prefix s.r.o koupila ve veřejné obchodní soutěži vypsané správcem konkurzní podstaty ZPS a.s. 100% akcií ZPS – ZV.

Prvního ledna 2001 vznikla společnost ZPS Prefix a.s., která se v následujících letech zařadila mezi celosvětově největší a nejznámější výrobce obuvnických strojů. S produkcí více než 65 typů strojů pokrývala firma celou škálu technologií pro výrobu obuvi. Společnost se taktéž zabývala i vývojem, výrobou, montáží a prodejem CNC soustruhů včetně dodávky náhradních dílů a zajišťováním servisu. Oba tyto projekty byly posléze převedeny na jiné společnosti, ale výrobní prostory, strojový park a především tým zkušených pracovníků všech profesí s neocenitelnými zkušenostmi zůstal.

1.3 Současnost firmy

Dnes je firma ZPS Prefix a.s. moderní strojírenskou společností, která sídlí v komplexu výrobních hal v katastru obce Ratiboř 6 km od Vsetína. K výrobním účelům využívá 5000m² plochy a má k dispozici ještě 3000m² volné plochy, která je připravena pro vstup dalších výrobních projektů a je velmi důležitou podporou v posílení výrobních kapacit.

Ve firmě se řídí mottem:

„Dosažení a udržení jakosti výrobků a poskytovaných služeb na úrovni žádané zákazníkem je výsledkem systematické spolupráce všech zaměstnanců společnosti“.

Firma ZPS Prefix a.s. zaměstnává tým zkušených pracovníků v technických i dělnických profesích. Technologové, konstruktéři, pracovníci nákupu a obchodního oddělení, kontroloři, mistři, ti všichni se podílejí na zabezpečení plynulého chodu výroby. Samotnou výrobu pak zajišťují zaměstnanci v profesích, jako je obsluha CNC vertikálních a horizontálních strojů, frézaři, soustružníci, vrtaři, brusiči, montéři, seřizovači náradí a lakýrníci.

1.4 Technologie a technologická zařízení firmy

V současnosti se společnost zabývá obráběním velmi přesných součástí na CNC strojích. Technologická zařízení jsou vhodná pro výrobu rotačních součástí na CNC soustruzích (S50, S60), pro rovinné výrobky na CNC vertikálních vyvrtávacích centrech (MCFV 1080 2x, MCFV 2080) a pro skříňové součásti na několika druzích horizontálních strojů typu WH10 a WH13 a CNC strojů typu MCFH63, FQH50, WFQ80, MC120 a MC60. Obráběné produkty je možno dokončit s velkou přesností (0,01mm) na dokončovacím vyvrtávacím stroji WXH100.

Doplňujícími technologiemi, kterými v současnosti společnost disponuje, je také průmyslová lakovna pro stříkání a lakování dílů ekologickými barvami, včetně chemického odmaštění a fosfátování. V neposlední řadě jsou zde široké možnosti montáží mechanických strojů a zařízení.

Jedná se většinou o kooperační výrobu, kdy firmy, mezi než patří, např. KONECRANES, STAHL, WEILER, MEYER BURGER, TRIMILL, AMTEK, KOVOSVIT a další, dodávají firmě ZPS Prefix polotovary, jako jsou výpalky z plechu, odlitky, výkovky, svarky apod. Z těchto polotovarů pak zpracovávají většinou komponenty obráběcích strojů, kterými jsou např. podstavce, vřeteníky, koníky, převodové skříně nebo pojezdová kola jeřábů.

2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

Technologie obrábění v obecném pojetí je vědní obor, který má za úkol co nejvíce zefektivnit výrobní proces. Při tom musí vycházet z obecných poznatků fyziky, mechaniky, chemie a v neposlední řadě ze zkušeností získaných experimentálním výzkumem. Jelikož obrábění patří k nejstarším technologiím, můžeme použít jednoduché srovnání, když se zamyslíme, jaké nástroje se používaly dnes a např. před mnoha tisíci lety. Ač srovnáváme téměř nesrovnatelné, můžeme říci, že od pazourků jsme se dostali k vysokoproduktivním nástrojům z vysoce pevných materiálů a přesně danou geometrií, které obrábí na vysoce přesných číslicově řízených strojích. Zde můžeme mluvit o aplikaci technických věd a zkušeností a neustálém vývoji obráběcích procesů, nástrojů a strojů.

V dnešní době se technologie soustředí především na snižování výrobních nákladů. K tomuto je nutné ovládat principy obrábění, správně volit typ nástroje a stroje, dobře volit řezné podmínky a správnou technologii obrobení obrobku. Pokud bychom ignorovali byť jeden z těchto faktorů, dochází k prodlužování výroby, rychlému opotřebení nástrojů či vysoké zmetkovosti výroby, a to jsou důvody, které výrobu naopak prodražují.

2.1 Charakteristika obrábění

Obrábění je definováno jako proces, při kterém se vlivem působení nástroje na obrobek odebírá přebytečný materiál a tím se dává obrobku požadovaný tvar. Vedlejším produktem obrábění jsou třísky, které představují odebraný materiál z obrobku. Tvar obráběné plochy je závislý na typu obrábění a zvoleném nástroji.

2.2 Základní pojmy

Hlavní podmínkou technologie obrábění je vzájemný pohyb mezi obráběným materiálem a obráběcím nástrojem. Obráběcí operace pak rozlišujeme podle toho, který z těchto elementů vykonává hlavní či vedlejší pohyby a jak jsou vzájemně orientovány.

Obráběný materiál nazýváme obrobek. Výchozí materiál pro obrábění je polotovár. Polotovár můžeme myslet jako odlitek, výpalek, svařenec či materiál normalizovaných rozměrů, který je opatřen přídatným materiálem na obrábění, tzv. přídatkem. Velikost tohoto přídatku se volí dle mnoha faktorů, např. podle velikosti polotovaru, druhu dělení materiálu či podle technologické operace, pro kterou je určen.

Vzájemný pohyb mezi obrobkem a nástrojem tvoří pohyb hlavní a kombinace pohybů vedlejších. Hlavní pohyb je pohyb technologického zařízení, resp. pohyb, který vede k oddělení přebytečného materiálu z obrobku. Tento pohyb vyžaduje největší podíl z výkonu pracovního stroje.

Vedlejší pohyby jsou posuv a přísuv. Přísuv je vedlejší pohyb, který umožňuje vzájemné postavení nástroje vůči obrobku a je zpravidla kolmý na hlavní pohyb. Přísuvem lze označit jako hloubku řezu při obrábění.

Posuv je vedlejší pohyb, který umožňuje plynulé odebrání materiálu při obrábění. Velikost posuvu může být vyjádřena:

- délkou dráhy s (f) na jednu otáčku pracovního vřetena [mm/ot], je-li posuv odvozen od hlavního pohybu;
- délkou dráhy s_z (f_z) na jeden zub vícebřitého nástroje [mm/z], je-li posuv odvozen od hlavního pohybu;
- rychlostí posuvu v_f [mm/min], je-li posuv nezávislý na hlavním pohybu

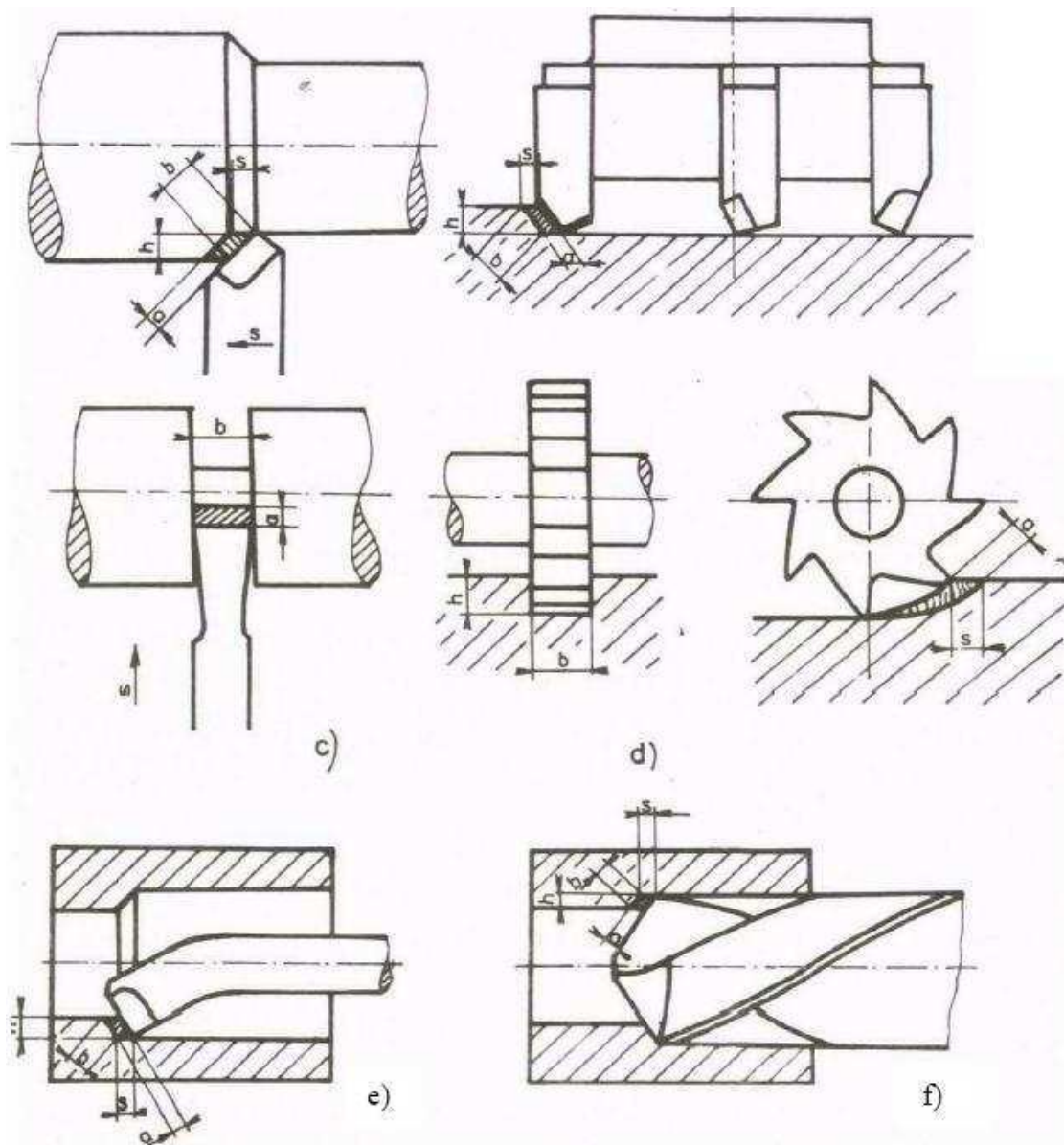
Všechny typy obrábění jsou kombinacemi rotačních a přímočarých pohybů. Typy obrábění pak rozdělujeme podle toho, jaké pohyby konají nástroj a obrobek, a jaké pohyby jsou vedlejší.

Tyto pohyby označujeme jako řezné podmínky, které mají největší vliv na kvalitu opracování obrobku. Volba řezných podmínek závisí na mnoha ukazatelích, zejména obráběný materiál a rozměry opracovaných ploch, typ použitého nástroje, požadovaná kvalita povrchu a požadavek na ekonomické plnění.

2.3 Základní metody obrábění

Typy obrábění dělíme podle vzájemných pohybů obrobku a nástroje, přičemž je důraz kladen na druh jejich pohybu, zda se jedná o rotační či přímočarý pohyb. V následující kapitole bude vysvětlen rozdíl, a budou stručně popsány základní metody obrábění.

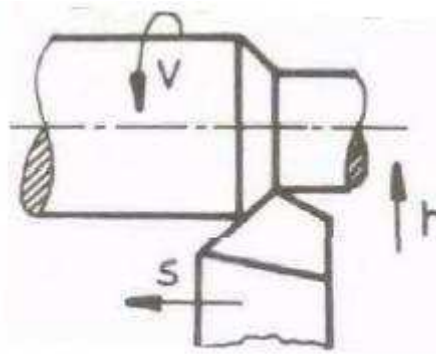
V dalších kapitolách popíšu základní metody obrábění, které byly použity při tvorbě experimentální části bakalářské práce.



Obr. 1 Základní typy obrábění

2.3.1 Soustružení

Tato metoda je jedna z nejpoužívanějších metod opracování. Soustružení slouží k opracování rotačních dílců. Hlavní pohyb je rotační a je vykonáván obrobkem. Posuv a přířuv je vykonáván jednobřítým nástrojem – tzv. soustružnickým nožem.



Obr. 2 Soustružení

Metodou soustružení jsme schopni

- dělit materiál upichováním
- soustružit vnější a vnitřní průměry
- opracovat čelní plochy
- rádlovat rotační plochy
- tvořit zápichy a řezat závity
- soustružení přímočarých i obecných tvarových ploch

Pro většinu z těchto operací je potřeba samostatný nástroj, proto existuje mnoho typů nástrojů určených k soustružení.

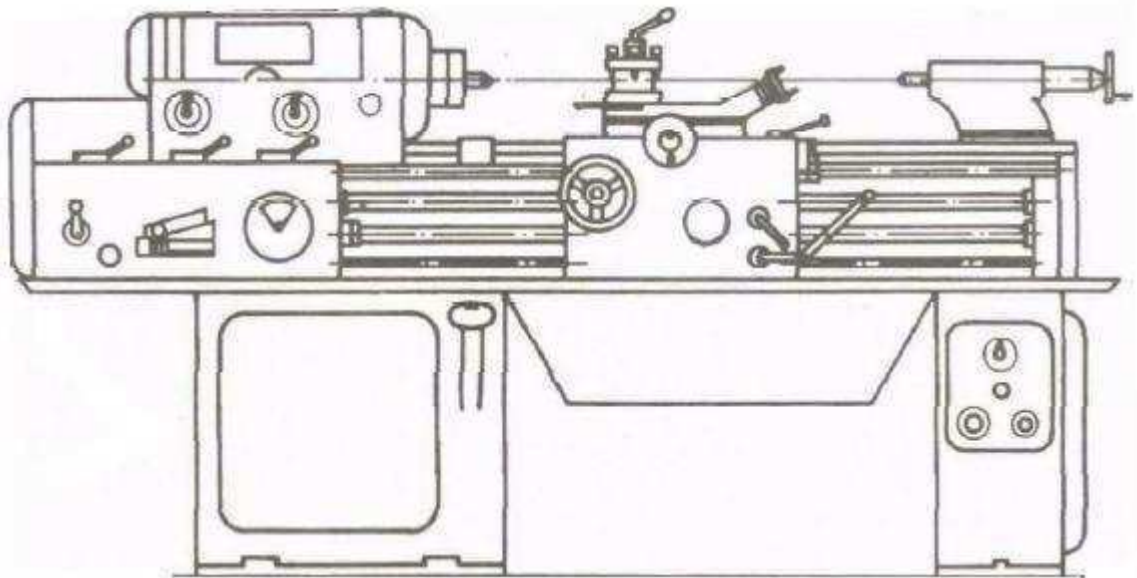
Nejčastěji používaný nástroj je soustružnický nůž, který se podle několika různých hledisek dále rozděluje. Základní rozdělení soustružnických nožů je rozlišení na radiální, prizmatické, kotoučové tangenciální a nože s vyměnitelnými břitovými destičkami. Dále můžeme dělit nože podle druhu jejich použití, např. na upichovací, drážkovací, pravý, levý atd. Nové trendy dlouhodobě směřují k tomu, aby se pomocí jednoho nástroje dalo obrábět co nejvíce typů ploch a tvarů.

Výrobní stroj pro soustružení je soustruh. Stejně jako řada dalších strojů je dělíme podle velikosti stroje či stupně automatizace. Podle koncepce a konstrukce stroje rozdělujeme soustruhy na

- hrotové soustruhy,
- svislé (karuselové) soustruhy,
- speciální soustruhy,

a dále můžeme rozdělovat dle stupně automatizace na

- ručně ovládané,
- poloautomatické,
- automatické.

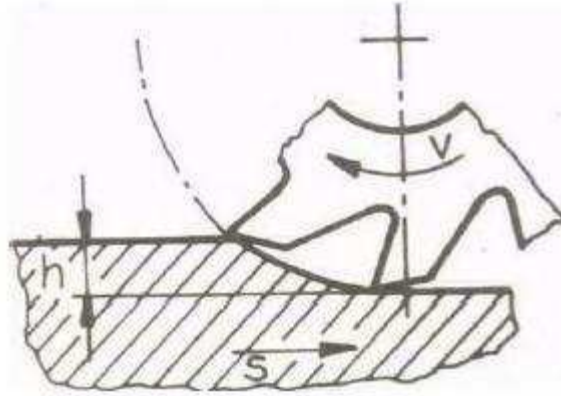


Obr. 3 Soustruh

Na soustruzích lze díky rotačnímu pohybu obrobku také vrtat, vyvrtávat, vyhrubovat či vystružovat. Na nejmodernějších soustruzích s přídatnými osami manipulace a obrábění umíme díky přídatným nástrojům také frézovat. Tyto operace lze však provádět pouze na speciálních vybavených strojích, které jsou pak schopny vyrobit hotový kus bez nutnosti přepínání, tzn. výraznou úsporu lidské práce a času, dále také výšení přesnosti obrobeného kusu.

2.3.2 Frézování

Frézování je spolu se soustružením nejpoužívanější typ obrábění. Hlavní rotační pohyb koná nástroj. Nástroj může také konat i vedlejší pohyb. Vedlejší pohyby koná nejčastěji obrobek. Nástroj pro frézování je fréza.



Obr. 4 Frézování

Z pohledu technologie dělíme frézování na čelní, válcové, okružní a planetové.

Čelní frézování je obrábění materiálu nástrojem s břity po obvodu i na čele. Nástroj obrábí čelem, přičemž nástroj může obrábět i obvodem nebo pouze obvodem.

Okružní frézování je typ obrábění vícebřitým nástrojem vně obrobku, přičemž se obrobek také otáčí. Tímto způsobem se obrábí např. závity či rotační válcové i tvarové plochy.

U číslicově řízených strojů vybavených kruhovou interpolací se hodně využívá planetového frézování. Staticky upnutý obrobek je opracován nástrojem (ne vždy frézou) která se pohybuje po kružnici. Tento způsob se často používá pro frézování vnějších i vnitřních zápchů, frézování větších závitových děr, frézování kruhových výstupků či větších průměrů a čelních ploch.

Při válcovém frézování odebíráme materiál z obrobku břity umístěnými po obvodu nástroje. Obrobená plocha je rovnoběžná s osou frézy, posuv je kolmý na osu frézy. Podle vzájemného smyslu pohybu mezi otáčejícím se nástrojem a posuvem obrobku se válcové frézování dělí na sousledné a nesousledné. Obě z těchto dvou variant pak mají jiný průřez odebírané třísky.

Při nesousledném frézování je smysl otáčení nástroje opačný, než je smysl posuvu materiálu. Zub nástroje působí proti posuvu materiálu a tento typ frézování můžeme nazvat také jako protisměrné frézování. Tloušťka třísky je v první fázi nulová a přechází do fáze ma-

ximální. Při nesousledné frézování nebude trvanlivost nástroje závislá na okujích a písčitém povrchu obrobku, protože zub nástroje horní vrstvu obrobku „podebírá“.

Sousledné frézování se vyznačuje stejným smyslem otáčení nástroje jako je posuv obrobku. V tom případě také můžeme tento typ frézování nazývat stejnosměrné frézování. Zde je v první fázi tloušťka třísky maximální a přechází do nulové tloušťky, což je způsobeno odjezdem materiálu. U sousledného obrábění můžeme používat vyšší řezné rychlosti ve srovnání s nesousledným frézováním. Protože síly při úběru materiálu působí přes materiál do stolu frézky, lze použít menší upínací síly resp. jednodušší systém upnutí.

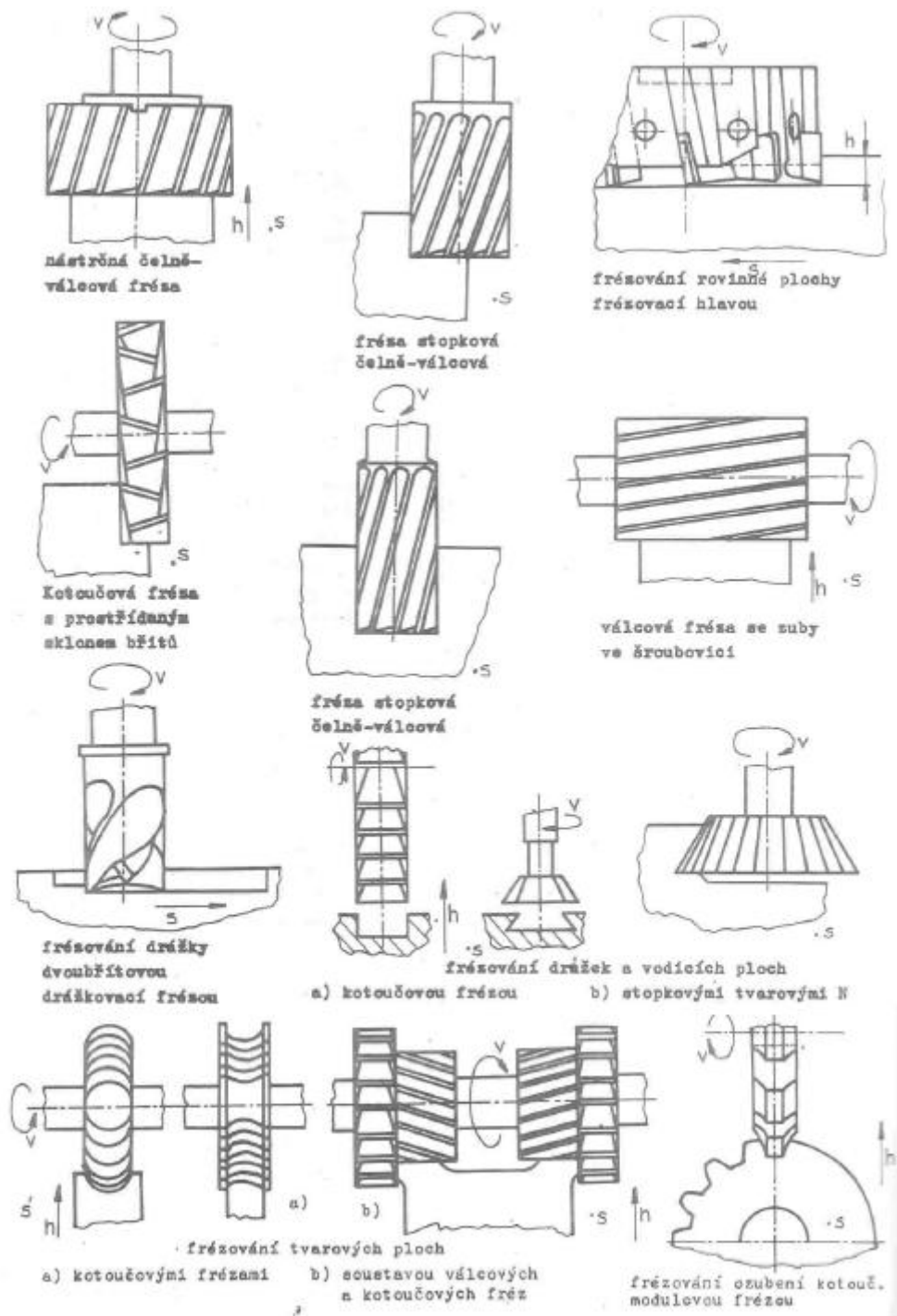
Z hlediska jakosti se upřednostňuje sousledné frézování, které zanechává menší drsnost obrobenej plochy.

Nástroje pro frézování jsou především frézy, které se dále rozdělují do mnoha typů. Frézy můžeme rozdělit do několika základních skupin

- frézy válcové a čelní
- úhlové, tvarové a modulové frézy
- kotoučové frézy
- frézovací hlavy
- drážkovací a kopírovací frézy

Každý nástroj má odlišnou konstrukci těla a orientaci břitů určenou tak, aby vyhovoval operaci, pro kterou je určen. Vedle toho se na frézkách používají i další nástroje jako vrtáky, výhrubníky, výstružníky, závitníky či nožové hlavy. Samostatnou kapitolou by pak mohly být nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami, které usnadňují práci jak obsluze stroje tak výrazně šetří náklady na výrobu.

Stroj na frézování je frézka. Je důležité neplést si s frézou – frézka je stroj, fréza je nástroj. Frézky dělíme podle jejich proporcí do čtyř základních skupin na konzolové, stolové, rovinné a speciální. Vedle toho používáme mnoho frézek speciálních, např. frézky na drážky, frézky na vačky, pantografické, na závity či na ozubení.



Obr. 5 Typy frézování

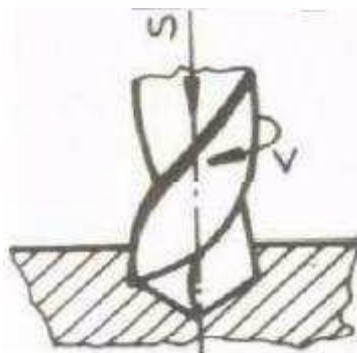
2.3.3 Vrtání, vyhrubování, vystružování a zahlubování

Tyto metody obrábění jsou určeny k zhotovení rotačních děr a otvorů. Metodu, kterou použijeme, je nutné volit podle stupně technologické rozpracovanosti kusu a požadavků na kvalitu povrchu a přesnost obráběného otvoru. Každá z uvedených metod má specifické požadavky na předpracování díry a jejich možnosti úběru materiálu jsou rozdílné.

Hlavní řezný pohyb koná nástroj a vedlejší pohyb přísvuv koná zpravidla také nástroj. Osa nástroje je totožná s osou obrobené díry a měla by být ideálně kolmá na plochu, v níž se má díra opracovat.

2.3.3.1 Vrtání

Tato technologická operace je základní metoda pro opracování válcových děr. Vrtáním zhotovujeme jednak díry do plného nebo už předvrtaného materiálu. Vrtání je méně produktivní metoda zhotovení děr a nejsou při ní dosahovány značné rozměrové přesnosti.



Obr. 6 Vrtání

Velmi důležitým prvkem pro obrobení přesné díry je vedle řezných podmínek i správné ostření vrtáku. To se provádí zejména pomocí strojních ostřiček a cílem se správné nabroušení vrcholového úhlu vrtáku a podbroušení hřbetu vrtáku. Špatně nabroušený vrták má zásadní vliv na povrch obrobené díry a na její rozměr. Mimo to může docházet k „pálení“ vrtáku, předběžnému opotřebení nebo tvorbě nárůstků na břitě nástroje.

Podle poměru mezi průměrem vrtané díry a její délkou rozlišujeme vrtání krátkých děr a vrtání dlouhých děr. Krátké díry považujeme takové kde platí vztah $L \leq 15D$ a dlouhé díry kde $L \geq 15D$.

Nástroj pro vrtání vrták. Je několik konstrukcí vrtáků odvozených od jeho použití. Šroubovitý vrták se používá nejčastěji. Mezi nejjednodušší patří kopinatý vrták, dělový, hlavňový a pro produktivní vrtání se používá korunový vrták (označován také jako vrtací hlava).

Pro vrtání krátké díry je nejpoužívanější šroubový vrták. Jak název napovídá, šroubový vrták je opatřen vylehčením ve tvaru šroubovice. Ta slouží především pro odvod obrobekových třísek. Šroubovitě vylehčení je orientováno proti smyslu otáčení vrtáku. Vrták je v obrobené díře veden fazetou. Vrták má dva hlavní důležité úhly a to úhel stoupání šroubovice a především pak úhel, který svírá hlavní ostří. Volba vrtáku, resp. volba vrtáku s vrcholovým úhlem, je závislá na obráběném materiálu. Do běžné konstrukční oceli používáme vrtáky s vrcholovým úhlem 119° . Pokud obrábíme měkký materiál zvolíme vrták s ostřejším úhlem a naopak, pokud vrtáme tvrdý materiál úhel je tupější.

U novějších vrtáků jsou řezné drážky pokovovány pevnými otěru vzdornými povlaky popř. leštěny.

Kopinaté vrtáky jsou tuhé vrtáky, které jsou pro vrtání opatřeny řeznou destičkou. Vrták je konstrukčně řešen tak, že do těla vrtáku s vybráním zapadá (a je upevněno šroubem) břitová destička. Samotné tělo třísky má vybrání, které slouží odvodu třísek. Ostří břitové destičky je přerušované, což napomáhá bělení třísky a zamezí se namotání se dlouhé třísky na nástroj.

Pro vrtání dlouhých děr je potřeba používat jiné nástroje než pro krátké díry. Stejně tak proces přerušování řezu a vyjíždění vrtáku pro odvod třísky je odlišný. U dlouhých děr je odvod odebraného materiálu řešen tlakovou chladicí kapalinou, která zároveň absorbuje vytvořené teplo. Množství a tlak chladicí kapaliny je nutné volit v závislosti na průměru obráběné díry.

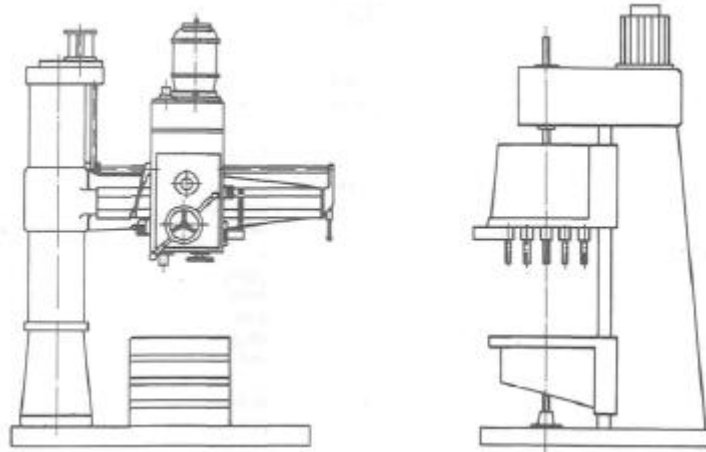
Dlouhé díry jsou obráběny třemi hlavními typy vrtáků. Často používané jsou hlavňové vrtáky a dále korunové trepanační vrtáky a nástroje BTA.

Operace vrtání se nejčastěji provádí na vrtačkách. Stroj se opět volí dle propozic obrobku a parametrech vrtačky. Vrtat můžeme také na soustruzích, vodorovných vyvrtávačkách a často se používají také vertikální obráběcí centra.

Mezi nejpoužívanější vrtačky patří stolní, sloupová, stojanová a otočná vrtačka. Pro speciální účely jsou méně využívané vrtačky speciální.

Konstrukce vrtaček je podobná, liší se především ve výkonech, rozměrech a maximálních možných rozměrech obrobku. Hlavní prvkem každé vrtačky je základní deska s upínací plochou, vodící sloup nebo stojan, rameno a převodovka s pohonem a vřeteník. Především vrtačky pro větší obrobky mají možnost rotace sloupu či ramena a tím je docíleno většího rozsahu možného obrábění. Díky pohybu vřeteníku, a na něm umístěných ovládacích prv-

ků není nutné manipulovat s rozměrnými a těžkými kusy. U menších a středně velkých vrtaček je na sloupu upevněn upínací stůl, který má možnost pohybu v ose Z (resp. ve svislém směru). Při obrábění se pohybuje už pouze vřetenem a nástrojem.



Obr. 7 Sloupová vrtačka

Pro vrtání přesných děr s tolerovanými roztečemi se doporučuje používat souřadnicové vrtačky. Zde se přesnost roztečí blíží 0,002mm. Souřadnice vrtání se zadává v systému dvou os XY. Modernější varianta tohoto řešení je použití CNC frézky, zejména pro sériovou výrobu.

2.3.3.2 Vyhrubování a vystružování

Tato metoda obrábění přichází na řadu, pokud jsou kladeny vyšší požadavky na přesnost a povrchové opracování děr. Sled operací je řazen dle jejich přesnosti a kvality opracovaného povrchu, tedy vyvrtání – vyhrubování – vystružení. Při hrubování a vystružování se už obrábí pouze minimální přídavky, které jsou v řádu desetin mm. Přídavek na průměru je při hrubování přibližně 0,5mm, při vystružování už okolo 0,2mm. Přesné rozměry předvrtané díry a přídavků závisí na velikosti obráběné díry, obráběném i řezném materiálu a nárocích na přesnost rozměru a kvality povrchu.

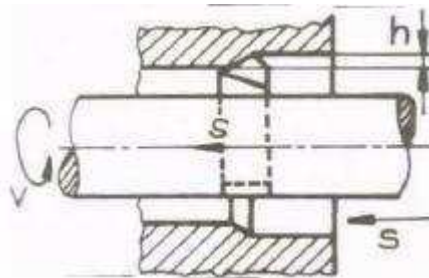
Nástroje pro vyhrubování a vystružování

Pro vyhrubování používáme vyhrubování, pro vystružení díry používáme výstružník. V obou případech se jedná o vícebřité nástroje, které mají několik variant stavby nástroje.

Výhrubník je nástroj který předvrtanou díru vyhrubuje. Následné vystružení díru dokončí na požadovaný rozměr a jakost povrchu.

2.3.4 Vyvrtávání

Tato metoda se používá pro zvětšování již předem vyrobených děr. Nejčastěji se jedná o díry předkované, předlité či předvrtané díry. Touto metodou můžeme díru hrubovat a poté ji i přesně dokončit.



Obr. 8 Vyvrtávání

2.3.5 Broušení

Broušení řadíme do metod obrábění, kde jsou vyžadovány vysoké nároky na přesnost obrobené plochy a její povrchovou jakost. Tato operace je volena u opracovaných ploch často jako dokončovací, pokud nenásledují ještě přesnější metody dokončení, nebo pokud neslouží broušená plocha jako výchozí zpřesněná plocha.

Na rozdíl od předešlých metod obrábění je broušení metoda obrábění nástrojem s nedefinovanou geometrií. Řezné zrn je v nástroji – kotouči náhodně pojeno, a jeho umístění a prostorovou orientaci nelze přesně určit. Mezi další odlišnosti patří vlastnost tzv. samoostrění řezných kotoučů. Smysl této vlastnosti brusného nástroje spočívá ve vylamování opotřebovaných zrn (resp. zrn, které se vlivem působení na materiál vylomí z kotouče) a nahrazení zrnem dalším neopotřebovaným. Pro udržení požadovaného tvaru řezného kotouče je potřeba v pravidelných intervalech mezi obráběním kotouč orovnávat. To je prováděno nejčastěji pomocí diamantových srovnávačů. Tím docílíme požadované geometrie brusného kotouče a s tím přesnosti obrábění.

Charakteristika a kinematika broušení je nejvíce podobná frézování. Rozdíl mezi těmito metodami je způsoben použitím jiných nástrojů a odlišnými řeznými podmínkami. Přesnost broušení je způsobena malým úběrem materiálu. Velikost obrobené třísky se pohybuje v řádu tisícín milimetru, kdy je řezná rychlost $30-180\text{ms}^{-1}$. Jelikož břitem nástroje je v tomto případě zrno pojené v kotouči, můžeme považovat většinu řezných hran za břity s tupým úhlem. Při odebrání materiálu dochází k velkému zahřívání obráběného materiálu. Až 80% tepla vzniklého při broušení je pohlceno obrobkem. Další část tepla přejímá vzniklá tříska, která se může tavit nebo odpařit. Odvod tepla i kvalitu povrchu je možné ovlivnit použitím řezné kapaliny.

Základních rozdělení metody broušení je několik. Závisí na kritériu, které hodnotíme.

Broušení rozlišujeme podle tvaru obráběné plochy na:

- rovinné broušení, kde je obráběna rovinná plocha,
- broušení nakulato, kde obráběna rotační plocha
- kopírovací broušení, používané na NC strojích s řízeným posuvem,
- tvarovací broušení, u kterého se broušením finišují tvarové plochy, např. závity a ozubená kola,
- broušení tvarovým brousícím kotoučem, kde tvar povrchu určuje použitý brusný kotouč.

Broušení rozlišujeme podle brousící plochy na kotouči na:

- čelní broušení, u kterého je využito čelo kotouče kolmé jeho ose kotouče
- obvodové broušení, kde je obráběcí část obvod kotouče.

Broušení rozlišujeme podle polohy brousícího kotouče vůči obrobku na:

- broušení vnější, kdy jsou obráběny vnější plochy obrobku,
- broušení vnitřní, kdy jsou obráběny vnitřní plochy obrobku, např. vnitřní průměry.

2.3.5.1 Broušení obvodové

Tato metoda broušení je nejpřesnější, která je používána k broušení rovinných ploch. Je však použitelná i pro broušení vnějších a vnitřních otvorů a tvarových ploch. Její užití je při broušení přesných rovinných ploch a výrobě přípravků, kalibrů, měřidel či dalších přesných obrobků.

Rotující brousící kotouč odebírá materiál z obrobku plochou na obvodu kotouče. Obráběný kus koná buďto rotační pohyb nebo přímočarý vratný pohyb. Abychom zajistili stálý úběr materiálu, je třeba vykonávat také příčný pohyb obrobku. Ten je realizován v jedné, nebo obou úvratích přímočarého vratného pohybu.

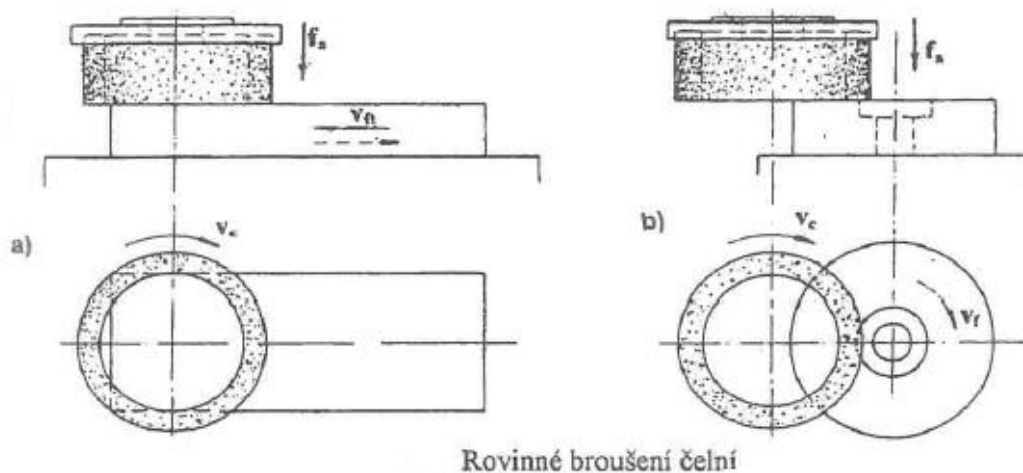
2.3.5.2 Broušení čelní

V porovnání s předešlou metodou, obvodovým broušením, je broušení čelem nástroje více produktivní. Je to způsobenou větší plochou, kterou nástroj odebírá materiál z obrobku. Na druhé straně je však méně přesné. Obráběný kus koná rotační nebo přímočarý pohyb.

V hromadné a velkosériové výrobě se tohoto typu broušení využívá zejména pro broušení většího množství rozměrově malých součástí, kdy je na upínací stůl umístěno nejvyšší možný počet obrobků. Tím zvyšujeme výkonnost a zkracujeme časy obrábění na jeden kus.

Stroj pro broušení je bruska. Jejich konstrukce a koncepce je opět dána technologickým charakterem operace, pro kterou jsou určeny. Brusky rozdělujeme do několika základních skupin na:

- hrotové brusky,
- bezhroté brusky,
- brusky na díry,
- vodorovné rovinné brusky,
- svislé vodorovné brusky,
- speciální brusky.



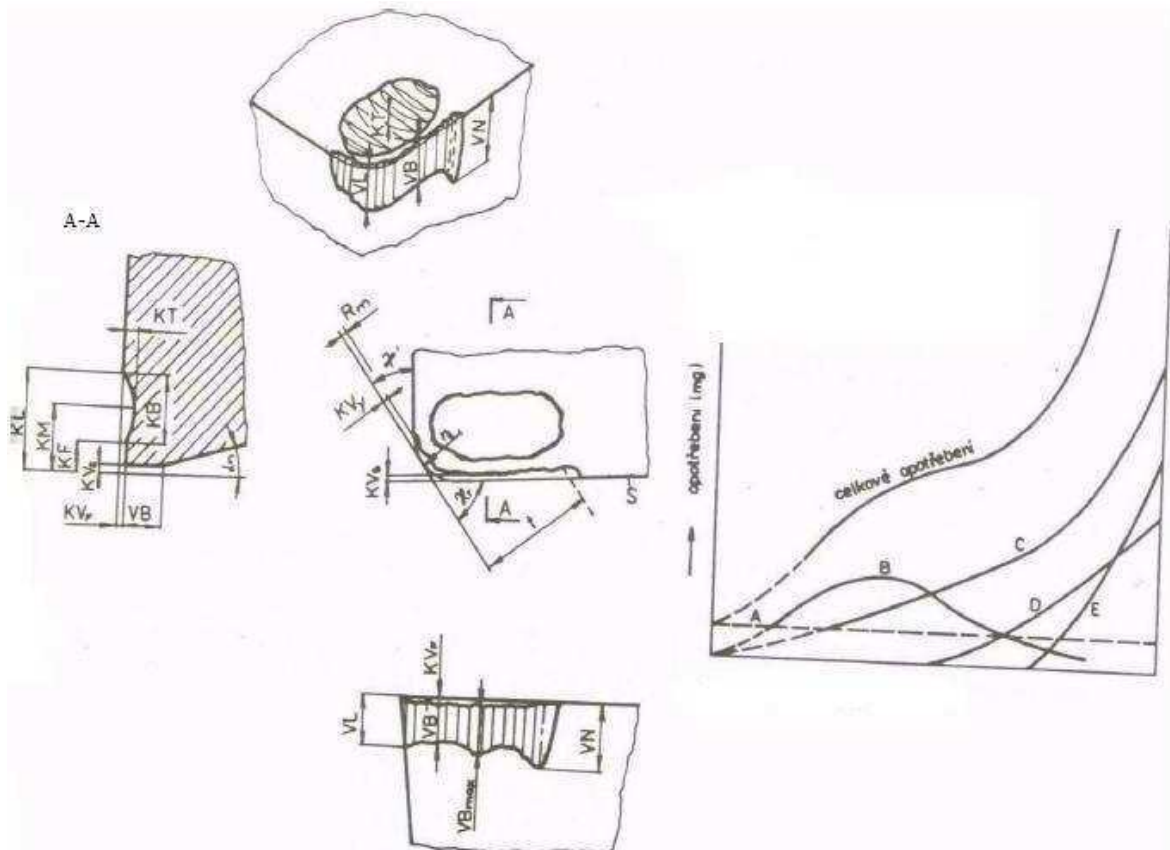
Obr. 9 Čelní broušení

2.4 Opotřebení řezného břitu

[5] Opotřebením nástroje rozumíme jeho otupení. Je to postupně probíhající proces, při kterém dochází ke zvětšování poloměru zaoblení řezného ostří. V důsledku opotřebovaného nástroje dochází ke změně geometrie a tím k řezným vlastnostem nástroje.

Opotřebení vzniká v důsledku vzájemného pohybu obrobku a nástroje a je způsobeno vysokými tlaky, otěrem stykových ploch mezi materiálem a nástrojem a plastickou deformací povrchových vrstev břitu. K otěru stykových ploch dochází působením abraze, adheze a difúze, přičemž působení těchto sil může být jednotlivé nebo současně.

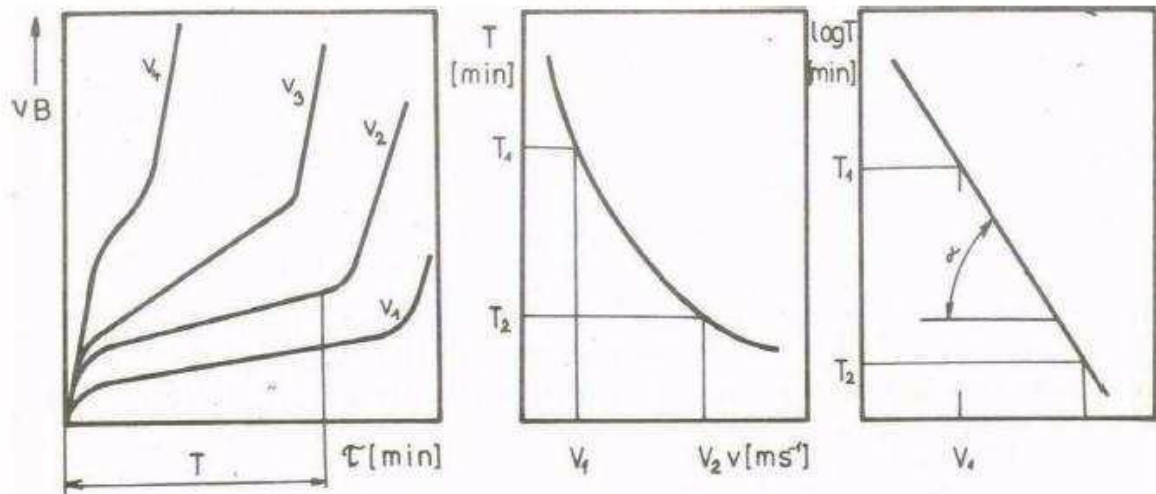
Abrazivní otěr způsobují tvrdé částice ve složení obráběného materiálu, jejichž tvrdost je vyšší než některé částice ve struktuře břitu nástroje.



Obr. 10 Opotřebení řezného břitu

Adhezivní je způsobeno vysokými tlaky, které způsobují nerovnosti pracovních ploch řezného břitu. Je-li mez pevnosti některé strukturální složky obráběného materiálu vyšší, než mez

pevnosti nástroje, pak dochází k narušení struktury nástroje a jeho úbytku. Adhezivní otěr se uplatňuje hlavně u nástrojových ocelí.



Obr. 11 Diagramy charakterizující trvanlivost břítu

Další způsobem je chemicko-difuzní otěr, při kterém vzniká nová chemická struktura na povrchu nástroje, přičemž nově vzniklá vrstva má vždy horší pevnostní vlastnosti, než nástroj. To je způsobeno difundujícími atomy, které vnikají do mřížky kovu nástroje.

Velikost otupení nástroje závisí na zvolených řezných podmínkách, z nichž nejdůležitější je vliv řezné rychlosti. Sledováním opotřebení v závislosti na čase získáme tzv. křivky opotřebení (viz obr. 11).

Úsek počátečního výrazného opotřebení, kde se opotřebí vrcholky nerovností, úsek rovnoměrného (lineárního) opotřebení a úsek kritického opotřebení, kdy dochází často k ulomení nástroje a k výrazné ztrátě řezivosti v důsledku zvýšené teploty. Na intenzitě opotřebení závisí také trvanlivost břítu i životnost nástroje. Trvanlivost je celková doba, po kterou je nástroj v záběru schopen odebrat třísku (čas do hospodárného opotřebení).

Otupený nástroj může po naostření znovu pracovat. Počet ostření, které je možno provést do úplného spotřebování nástroje charakterizuje životnost. Součet trvanlivostí je tedy životnost.

2.5 Upínání obrobků

Upínání obrobků je nedílnou součástí obráběcího procesu. Typ a styl upínání volíme na základě parametrů obrobku, typu technologické operace a typu stroje, na kterém se technologická operace bude provádět.

[2] Při změně upnutí dané součásti dochází vždy k určité nepřesnosti a tudíž i nepřesnosti ve vzájemné poloze obráběných ploch. Proto je důležité obrábět na co nejmenší počet upnutí, nejlépe na jedno.

Čím je větší počet technologických operací, tím větší jsou výrobní náklady. Součást má být konstruována tak, aby počet technologických operací byl co nejmenší, v ideálním případě, aby byla součást obrobena na jedno upnutí. Ke zlepšení situace z tohoto hlediska směřují CNC stroje, jejichž vývoj směřuje k tomuto cíli. Často jsou současné obráběcí CNC stroje koncipovány jako multifunkční, na kterých lze provádět řadu různých technologických operací při redukci počtu upnutí.

2.5.1 Upínání do svěráku

Upínání do svěráku je jeden z nejčastěji používaných typů upínání obrobku při obrábění. Svěrák se skládá z pevné čelisti, která je součástí těla svěráku upnutého na stůl obráběcího stroje, přítlačné čelisti, šroubu a páky. Otáčením šroubu pohybujeme přítlačnou čelistí, které spolu s pevnou čelistí svírají obrobek. Mimo ovládání šroubem existují svěráky hydraulické či pneumatické, či rychloupínače pomocí vačky.

Upínací čelisti jsou většinou kalené a broušené, tak aby byly odolné proti opotřebení, jelikož se jedná o jediné styčné plochy s upínacím kusem. Pro upínání některých typů obrobků, zejména měkkých materiálů, které nepřipouští stopy po upnutí, je nutné používat měkké čelisti. Můžeme se také setkat s čelistmi rýhovanými, prizmatickými, naklápěcími či speciálními.

Čelisti rýhované se používají pro upínání hrubých obrobků, např. odlitků při hrubování. Prizmatické čelisti používáme při upínání rotačních součástí. Naklápěcí svěrák má možnost naklonění v určitém rozsahu, čímž zvyšuje možnosti jeho použití. Častým příslušenstvím u svěráku jsou sady kalených podložek. Podložky ve svěráku pomáhají v upnutí obrobku v optimální pozici.

2.5.2 Upínání do sklíčidla

Sklíčidla jsou používány především na soustruzích, a to jak CNC, tak klasických soustruzích. Sklíčidla jsou určeny především pro upínání rotačních dílců, resp. upínání dílců za rotační plochy. Podle použitého sklíčidla je však také možné upínat hranaté tyče, např. šestihrannou tyč jsme schopni upnout ve tříčelistovém sklíčidle.

Těleso sklíčidla převádí točivý pohyb páky soustavou ozubení na přímočarý pohyb konaný čelistmi. Upnutí obrobku je způsobeno vzájemným působením upínacích čelistí do jedné osy, osy sklíčidla. Osa sklíčidla je kolmá k pohybu čelistí. Druhou možností je opačný pohyb – od osy sklíčidla. Rozdíl mezi upínacími pohyby záleží, zda upínáme za vnější (upínací síla působí do osy sklíčidla) nebo vnitřní plochu (upínací síla působí od osy sklíčidla).

Dle počtu upínacích čelistí známe sklíčidla dvou a více čelist'ová. Nejběžněji se používají sklíčidla tří a čtyř čelist'ová. V běžném provozu se používají max. šesti čelist'ová sklíčidla. Stejně jako u svěráků je možné upínání ovládat pomocí hydraulických či pneumatických systémů.

2.5.3 Upínací přípravky

Upínací přípravky se používají pro upínání konkrétních dílců, pro které jsou vyráběny – jsou to jednoúčelové upínací prvky. Jsou určeny zejména k upínání atypicky tvarovaných obrobků, kde bychom klasickými metodami upínání nezajistili správné upnutí tak, abychom dodrželi pevnost upnutí či nebránili procesu obrábění.

Dále se upínací přípravky používají zejména při hromadné a velkosériové výrobě. Upínáním více obrobků na jeden upínací přípravek jsme schopni výrazně snížit vedlejší časy obrábění. Tato úspora je způsobena zejména menšími manipulačními časy a také odpadají násobné výměny nástrojů a přejezdy nástroje z výměny k obrobku. Tento efekt jsme schopni ještě zvýraznit, máme-li k dispozici více přípravků. Během obrábění obrobků upnutých na prvním přípravku můžeme měnit obrobky na druhém přípravku. Místo výměny obrobků pak přepneme jen vícenásobný upínací přípravek.

2.5.4 Stavebnicové systémy

Stavebnicové systémy jsou užívány jako univerzální upínací prvky. Jedná se o sestavení podkládacích a podpěrných kostek, šroubových podpěrek či posuvných panenek, upínek a dalších ustavovacích a upínacích elementů. Z těchto komponentů se při upínání skládá a sestavuje upnutí obrobku. Stavebnicové upínací systémy se vyznačují vysokou variabilitou a proto jsou určeny pro nejširší škálu použití.

3 VYUŽITÍ CNC PŘI OBRÁBĚNÍ

Číslicově řízené obráběcí stroje představují nosný prvek pružné automatizace obráběcích procesů v oblasti středněsériových, malosériových a v řadě případů také kusových výrob. Při opakované výrobě je snadno aplikovatelný řídicí program, který byl již dříve zpracován a využit. Číslicové řízení daleko překračuje funkce jednoho stroje, ale umožňuje návaznost na ostatní prvky celých obráběcích systémů. S velkou výhodou využívá všech předností a možností výpočetní techniky a zasahuje do struktury a organizace výroby v nejširším slova smyslu.

Vlastní proces řezání probíhá analogicky jako na standardním obráběcím stroji, avšak technologické postupy při aplikaci číslicově řízených obráběcích strojů vykazují řadu specifických složek. [1]

Mezi výhody patří automatizace výrobního procesu, tzn. minimální vlivu obsluhy na výrobní proces (většinu operací nebo celý výrobní cyklus může probíhat bez zásahu obsluhy), což přináší snížení počtu chyb, zkrácení času na výrobu a možnost obsluhy pouze zaškoleným pracovníkem. Pokud bychom nebrali v potaz opotřebení řezného nástroje, tak je zaručena opakovaná přesnost každého výrobku.

Numericky řízené stroje nesnižují náklady jenom tím, že jsou pružné (tzn. zejména přizpůsobivé měnícímu se sortimentu součástí), ale i tím, že užitím nových konstrukčních principů jsou spolehlivé a tím uzpůsobeny pracovat na třísměnný provoz, dále pracují v automatickém cyklu a tím podstatně snižují vedlejší časy. CNC stroj je tedy obráběcí stroj, který je numericky řízen a konstrukčně uzpůsoben tak, aby pracoval v automatickém cyklu a měl automatickou výměnu nástrojů. [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ÚVOD

Cílem práce je navrhnout upínací desku pro potřeby firmy ZPS Prefix. Deska bude používána a vyrobena na vertikálním CNC frézovací centrum VMC 1260 pro upnutí a obrábění rotačních přírubových obrobků. Pro konstrukci bylo vytyčeno několik kritérií, mezi které patří variabilnost použití upínací desky tak, abychom na desce mohli upínat více obrobků podobného typu. Dalším předpokladem bylo co možná nejvíce využít prostor pracovního stolu pro větší množství obrobků při jednom pracovní cyklu.

Při návrhu, konstrukci a výrobě desky se předpokládá využití softwaru, kterým jsou vybavené pracovní stanice, jedná se o software Inventor a EdgeCAM.

4.1 Použitý software při vypracování práce

Současné technologie obrábění a konstrukce si dnes nedovedeme představit bez výpočetní techniky a moderních CAD a CAM programů, které sledují nejnovější trendy obrábění a nabízí konstruktérům, technologům a programátorům nástroj, který umožní konstruovat a obrábět složité obrobky, které by se bez výpočetní techniky obrábět nedaly. Doslova můžeme říct, že vývoj těchto programů vedl k revoluci v projektování, technologii a obrábění.

Velikou výhodou tohoto typu projektování je simulace projektů už při jejich tvorbě. Celý proces výroby obrobku, od jeho projektování, dimenzování až k simulaci zatížení a konečné výrobě obrobku.

Všeobecně systémy CAM jsou nástroje pro simulaci, tvorbu a úpravu programů pro obrábění CNC stroje. Tento software by dnes měl být samozřejmostí ve všech obrobkách, které se věnují nejen sériové ale také kusové výrobě. Základem jsou výstupní data konstrukční činnosti v CAD programech, kde se vývojem dojde k finální verzi návrhu obrobku. Při takovéto tvorbě musí brát konstruktér v potaz mnoho konstrukčních kritérií, stejně jako omezení specifických pro možnosti výroby, ve které se bude výrobek obrábět. Programy CAD konstruktérům ulehčují práci při využití svých modulů a databází prvků. Dle výběru konkrétních norem dostane konstruktér návrhy řešení dané problematiky (plechové díly, profilové konstrukce, svařované sestavy, normalizované spoje atd.) což velice urychluje práci. Jednou z největších výhod CAD/CAM programů je možnost ověření a simulace navrhnutého řešení. U konstrukce a tvorbě sestav je to bezesporu kontrola kolizí a kontrola funkčnosti mechanického systému (využitím vzájemných vazeb). U CAM systémů může-

me ověřovat průběh obrábění, včetně délky jejich trvání. Samozřejmostí nových CAM systémů je návrh a optimalizace řezných procesů.

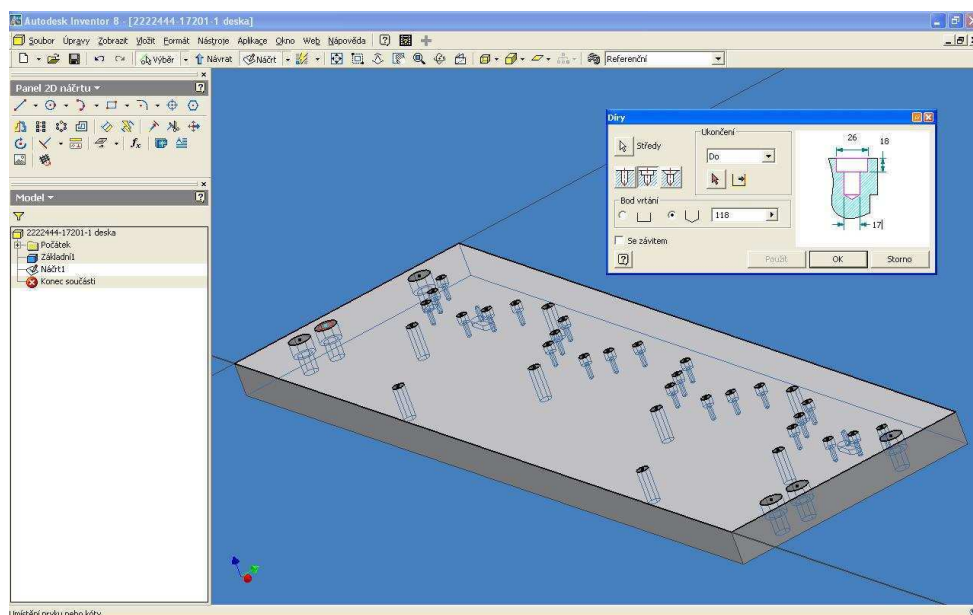
S využitím těchto moderních nástrojů výroby se změnil charakter práce konstruktérů, technologů a programátorů. Mohlo by se zdát, že se tímto snížily nároky na tyto pozice, ale myslím si, že opak je pravdou. Tyto nástroje ulehčují práci, ale ne vždy je řešení správné a je třeba, aby pracovník dovedl zvážit a podle svých zkušeností určil správnou volbu.

4.2 Autodesk Inventor

Produkt Inventor patří do širokého portfolia společnosti Autodesk, která nabízí širokou portfolio specializovaných software nejen pro strojírenství. Inventor řadíme mezi parametrické konstrukční programy což jej zařazuje k programům typu Pro/E, CATIA, SolidWorks a další. Hlavním rysem parametrickým programů je jejich snadná, i zpětná, editovatelnost. Na rozdíl od tzv. mrtvých těles nejsou soubory modelů vyprodukovaných Inventorem zamčeny pro další úpravy, což umožňuje zpětné editace již vytvořených ploch či elementů.

Program je určen pro tvorbu modelů součástí, jejich sestav a následnou tvorbu výkresové dokumentace. Dále obsahuje moduly na tvorbu svařených sestav, tvorbu rámců, plechové díly, potrubí, kabelové svazky nebo formy. Samozřejmostí jsou již v základním balíčku knihovny normalizovaných dílů a modul pro výpočty a návrh různých konstrukčních prvků a uzlů.

Inventor patří ke světové špičce mezi CAD program což se projevuje na jeho popularitě. Díky rozšíření programu Inventor se lze vzdělávat nejen přes velké množství oficiálních školení od různých společností, ale také pomocí internetových tutoriálů. Na internetu lze také čerpat z mnoha uživatelských CAD fór či 3D knihoven, které jsou tvořeny samotnými uživateli a patří k nemalé podpoře začínajících konstruktérů nebo např. studentů.



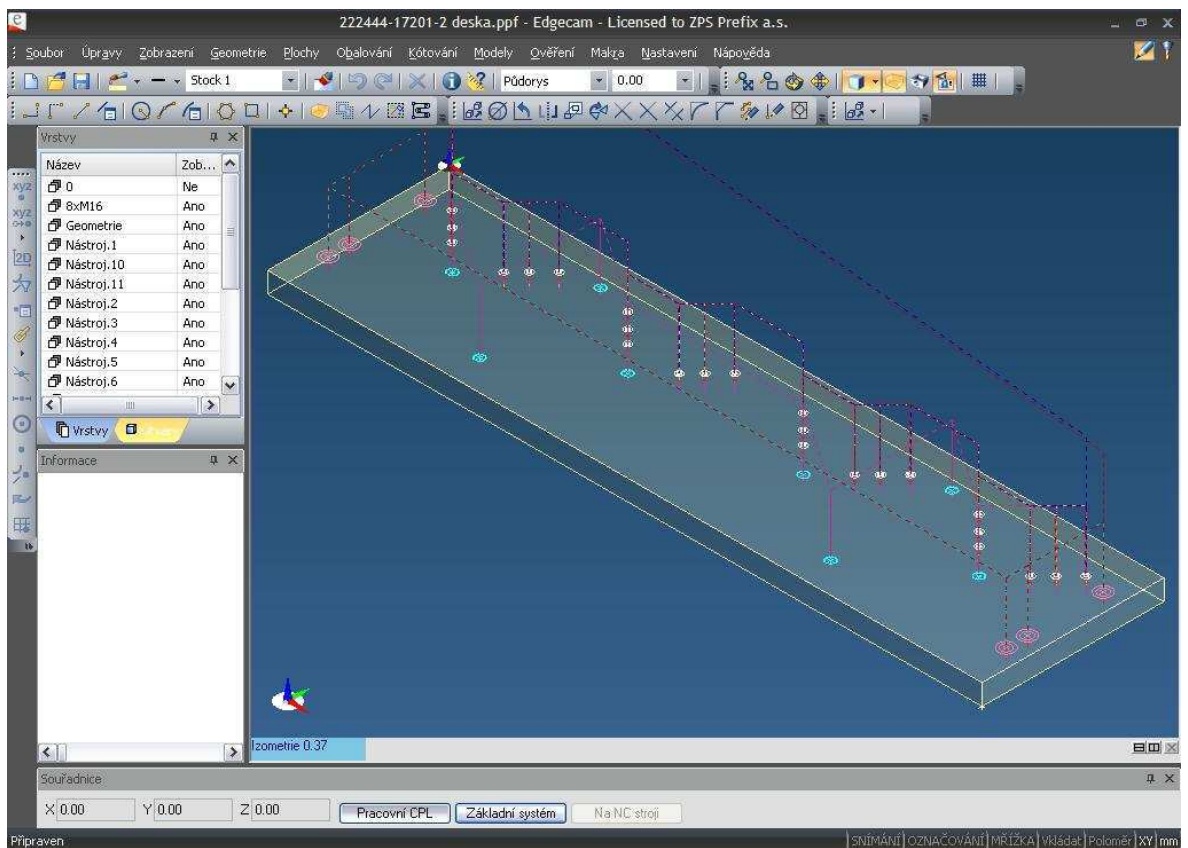
Obr. 12 Návrh desky v programu Inventor

4.3 EdgeCAM

Pro tvorbu CNC programu pro operaci frézování byl použit EdgeCAM, kterým jsou vybaveny pracoviště ve firmě ZPS Prefix. Jako základ pro tvorbu byl použit model vytvořený při návrhu desky v programu Inventor, který generuje modely ve formátu *.ipt. Mimo formát *.ipt dokáže tento CAM program zpracovat i formáty od ostatních významných CAD programů, např. Solid Works, AutoCAD, CATIA, Solid Edge.

Základní kroky při tvoření nového programu jsou určení postprocesoru (tj. funkce, na základě které se tvoří daný CNC program, liší se podle jednotlivých obráběcích strojů, resp. jejich operačních systémů), určení hodnoty výstupní tolerance a typ posunutí (absolutní vs. přírůstkový).

Programátor, tvořící CNC program, musí určovat další technologické parametry. Po základním nastavení se při tvorbě programu na každý obrobek používá technologie dle výrobního postupu. Po zvolení nástroje pro danou operaci je nutné zadat technologické parametry, např. řeznou rychlost, otáčky, přídavky, bezpečnostní přejezdy a další. Všechny postupy lze v programu EdgeCAM simulovat, což umožňuje kontrolu programu a obráběcího procesu ještě před spuštěním a obráběcím stroji.



Obr. 13 Programování v EdgeCAM



Obr. 14 Tabulka nastavení nástroje v EdgeCAM

Vedle standardních funkcí programu lze použít i další nástroje a pomůcky. Mezi ně patří zejména Konstruktor postprocesorů, NC komunikace, Editor, Asistent technologie, Zásobník nástrojů a další.

4.4 CNC frézka VMC 1260

Stroj VMC 1260 je vertikální obráběcí centrum určené pro komplexní obrábění plochých i skříňových součástí z oceli, litiny a slitin lehkých kovů. Stroj umožňuje provádět operace frézování, vrtání, vyvrtávání, vystružování a závitování při využití třech os X, Y, Z.

4.4.1 Charakteristika frézky

Funkce stroje jsou řízeny CNC řídicím systémem, v našem případě se jedná o systém Acramatic. Vřetenou stroje je poháněno regulačním servomotorem přes dvoustupňovou planetovou převodovku. Vřeteník se pohybuje svisle (osa Z) po vedení na stojanu. Je uložen na valivých hnízdech, zachycující řezné síly ve všech směrech. Pracovní stůl se pohybuje v podélném směru (osa X) po vedení na křížovém suportu, který se pohybuje po vedení na základně v příčném směru (osa Y). Všechna vedení jsou tvořena kalenými ocelovými lištami. Křížový suport i pracovní stůl je uložen na vedení kombinovaném z valivých hnízd a kluzného obložení TURCITE. Tato kombinace dovoluje větší zatížení suportu a stolu při zachování vysoké přesnosti obrábění. Pracovní pohyby vřeteníku, pracovního stolu a křížového suportu jsou prováděny regulačními motory přes kuličkové šrouby s předepnutými maticemi. Stroj je vybaven dvěma automatickými zásobníky nástrojů, nádobami na třísky, vnějším chlazením nástrojů a krytováním pracovního prostoru. Celý pracovní prostor stroje je zakrytován.

4.4.2 Technická data

Osa X (pojezd pracovního stolu) – 1270mm

Osa Y (pojezd křížového suportu) – 610mm

Osa Z (pojezd vřeteníku) – 760mm

Rychlost pracovního posuvu v ose X, Y, Z – 0-8000mm/min

Rychlost rychloposuvu v ose X, Y, Z – 20m/min

Horní plocha pracovního stolu slouží k upnutí obrobku, k tomu je opatřena pěti "T" drážkami. Střední drážka je vyrobena se zvýšenou přesností H6 a slouží pro přesné ustavení upínacího přípravku. Pro zvlášť přesné ustavení lze využít otvoru 30H6 uprostřed stolu.

Pracovní plocha 1450x590mm

Počet T-drážek x velikost 5x18mm

Rozměr střední drážky 18H6mm

Rozměr středícího otvoru 30H6mm

Rozteč drážek 125mm

Maximální zatížení stolu 1350kg

Maximální rozměry obrobku při max. délce nástroje 300 mm - 1270x600x430mm

Otáčky vřetena

- nižší řada 0-1250ot/min

- vyšší řada 1251-5000ot/min

Výkon na vřeteně 18.5kW

- při přetížení (S6-30 min) 22kW

Max.krouticí moment na vřeteně

- normální stav 208Nm

- při přetížení 286Nm

Polohování vřeten elektrické

Stroj je opatřen dvěma zásobníky s 16-ti místy (celkem možné upnout 32 nástrojů)

Čas výměny nástroje 8s

Maximální průměr nástroje 130mm

- s vynecháním místa 220mm

Maximální délka nástroje 300mm

Maximální hmotnost nástroje 12kg

Max.hmotnost všech nástrojů v jednom zásobníku 108kg

Oboustranná rotace zásobníků

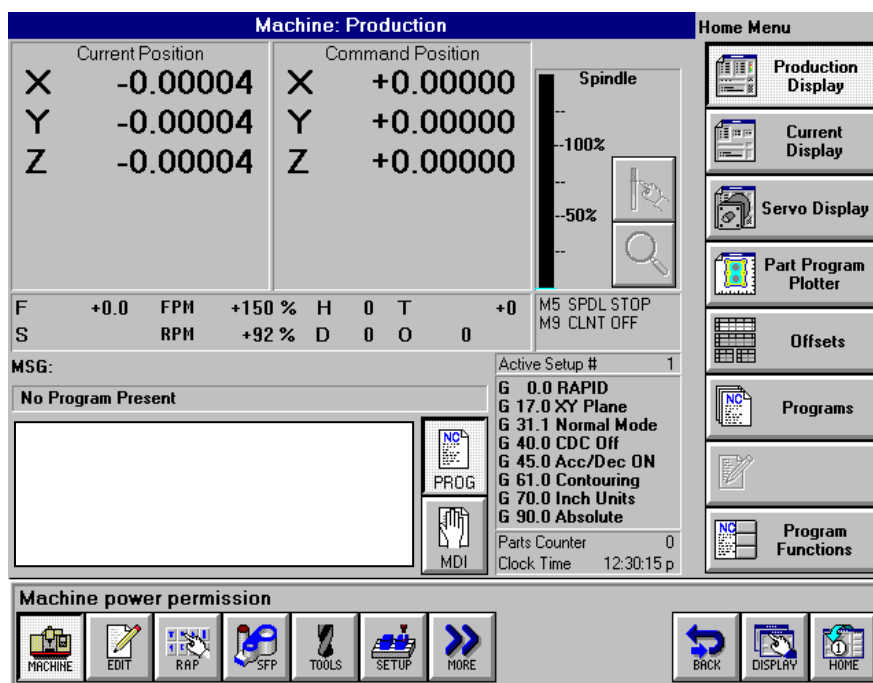
4.4.3 Uživatelské prostředí systému Acramatic

Frézka VMC 1260 je vybavena operačním softwarem Acramatic (PC2100). Programové jádro tohoto systému je na platformě Windows. Jeho použití je velice intuitivní, uživatelsky příjemné. Ze základního rozhraní lze odečíst aktuální pozici nástroje vůči nulovému bodu, programové posunutí, aktuální otáčky a posuv, aktuální upnutý nástroj a část řídicího programu, který je právě nahrán.

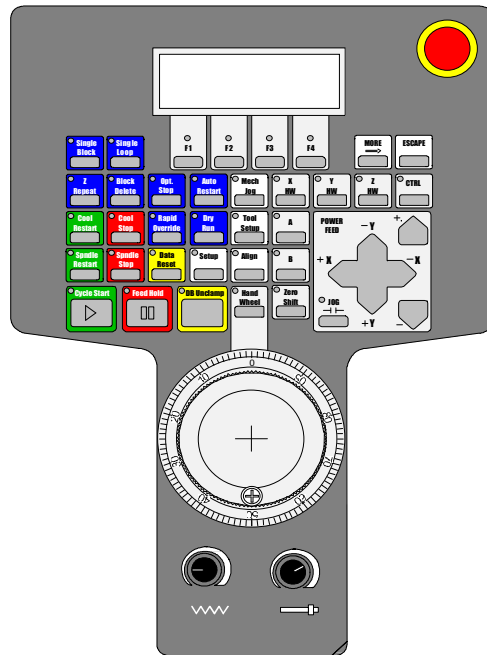
Ze základního menu se dále dostaneme do několika důležitých záložek. Mezi ty nejdůležitější patří tabulka nástrojů. Z přednastavených typů nástrojů jsou vybírány nástroje a přiřazovány na jednotlivá místa v zásobnících. Je nutné zadat typ, délku a průměr nástroje.

Neméně důležitou nabídkou je složka programů, kde se ukládají odladěné (programy které již prošly výrobním procesem, a v kterých jsou korigovány nepřesnosti z programování).

Nutnou částí systému je záložka s nastavením nulového bodu. Nastavení nulového bodu je prováděno pomocí dotykové sondy. Tato operace je součástí každého nového seřízení upnutí. Při seřizování se obvykle nepracuje v programovém módu, ale v manuálním módu, v kterém můžeme používat některé funkce ovládacího panelu, které v programovém módu nefunguje (např. manuální posuvy a výměna nástroje).



Obr. 15 Uživatelské prostředí systému Acramatic



Obr. 16 Ovládací panel

4.5 Popis měřicího stroje

Pro měření desky byl použitý souřadnicový měřicí stroj Accura 10 s měřícím rozsahem 1200 x 2400 x 1000mm. Jedná se o portálový měřicí přístroj, jehož základem je masivní stůl z grafitu. Horní plocha slouží k upínání měřených obrobků, povrch stolu je proto leštěný a opatřený sítí upínacích závitových děr.

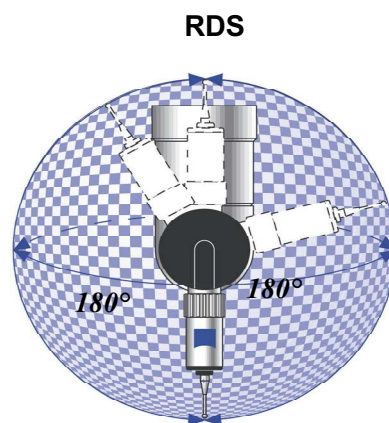


Obr. 17 Pracoviště ZEISS Accura 10 v ZPS Prefix

Portál měřicího stroje se skládá příčnicku, na kterém je vedena pinola, a dvou podpěr které jsou vedené na vodičích drahách. Styková plocha mezi vodičími drahami a podpěrami je vyloučena v důsledku použití vzduchových ložisek.

Ovládání měřicího stroje může být prováděno několika způsoby. Jedním způsobem je možnost řízení pomocí ovládacího panelu. Tento panel je vybaven joystickem, alfanumerickou klávesnicí, funkčními klávesami a samozřejmě displejem. Dalším způsobem je možnost automatického měření, které vede předem naprogramovaný kód, které je podobná CNC programu.

Základním sensorickým vybavením je otočná hlava RDS, která se otáčí s krokem $2,5^\circ$ o 360° v obou rovinách otáčení. Skenovací senzor umožňuje měřit jak pomocí „skenu“, tak i jednotlivé body. Pro různé aplikace měření můžeme využívat možnosti výměny senzorů. Tak v závislosti na typu měřené plochy můžeme využívat specifické senzory.



Obr. 18 Rozsah měřicí sondy

Softwarového vybavení tvoří software Calypso pro měření geometrických elementů. Jedná se software s tzv. objektově orientovaným programováním. Tento software je doplněn konvertorem, který podporuje načítání dat z CAD systémů ve formátu STEP. Formát STEP je obecný formát, který podporuje většina parametrických i neparametrických CAD programů, a který jsme byli schopni generovat také z našeho CAD pracoviště. Výstupem měření je grafický či textový protokol s vyhodnocením naměřených hodnot viz příloha.

5 TVORBA UPÍNACÍ DESKY

Při návrhu upínací desky pro obrábění na stroji VMC 1260 bylo nutné brát v úvahu mnoho faktorů. Mimo co nejmenší složitost a jednoduchost upínání bylo nutné docílit určitého stupně variability tak, abychom mohli na desku upínat co nejvíce obrobků podobného typu.

Upínací deska je navrhována především pro upínání rotačních obrobků přírubového typu. První stupeň návrhu bylo určení koncepce a velikosti upínací desky. Limitujícími faktory byly velikosti upínacího stolu a určení maximálního průměru obrobku, který na desce budeme obrábět. Podle typu obrobku jsem zvolil čtyřnásobné upnutí na desce, což byl maximální možný počet upnutí při zvolených rozměrech desky a navrhnutém průměru obrobku.

Abych mohl maximálně využít materiálu desky a zvýšil možnosti využití této desky, navrhl jsem variabilitu umístění dorazových kolíků. Jedná se o to, že dva válcové čepy slouží jako dva dorazové body, které lze umístit na třech pozicích. Pozice se liší v průměrech myšlené kružnice, které jsou středěny podle upínací závitové díry. Takto můžeme upínat průměry až 238 mm. Upínání obrobku k desce je řešení upínkou stahovanou šroubem se závitem M16. Použity jsou standardizované upínky, které jsou ve výbavě pracovišť CNC strojů.

Mimo čtyři upínací otvory, které jsou souosé k upínaným obrobkům jsou na desce obrobny další čtyři otvory se závitem M16. Tyto otvory byly navrhnuty nejprve čtyři, při výrobě desky však byly doplněny o další čtyři. Ty mají primárně plnit manipulační funkci, tedy umístění zvedacích oček pro umožnění manipulace desky pomocí jeřábu. Dále pak jsem myslel na možné umístění přídavných upínek.

Upnutí desky na pracovním stole je realizováno pomocí čtyř šroubů, které spolu s kostkami v T-drážkách upínají desku na stůl. V upínací desce jsou vyvrtány otvory zahroubení pro šroub s válcovou hlavou tak, aby byly hlavy šroubů skryty pod horní plochu desky. Uvažoval jsem použití desky na frézce VMC 1260, která má rozteč T-drážek na pracovním stole 125 mm, a také na frézce MCFV 1260 s roztečí drážek na upínacím stole 160 mm. Při upínání v obou případech budou upínací šrouby umístěny v linii s drážkami pro polohovací „kameny“- pera. Podle upínacího stolu pak musíme volit umístění šroubů ve zbývajících dírách. Přesnější polohu desky pak zajišťují upínací pera. Upínací kameny, které využívají zpřesněné střední drážky stolu (18H6 mm) a vymezují vzájemnou polohu stolu a desky. Polohovací kostky, které jsou pomocí šroubů s M6 upevněny u desky jsou vyrobeny s větší přesností tak, aby zajišťovaly pro naši potřebu optimální přesnost ustavení desky.

5.1 Popis technologického postupu upínací desky

Výchozí polotovar obrobku byl volen s ohledem na rozměry hotového výrobku a druhu dělení polotovaru. Dle norem ZPS Prefix byl pro pálení laserem zvolen přídavek na strany 6mm/stranu a zvolen výchozí polotovar plech tloušťky 50mm, který nám dal přídavek pro obrábění 10mm na tloušťce obrobku.

První obráběcí operace byla provedena na klasické vertikální frézce. Vhodnost použití klasického stroje se přímo nabízí, protože tato operace nevyžaduje vysoké přesnosti a jedná se pouze o jeden kus. Účelem této operace bylo hrubování desky na rozměry s přídávky, které jsou určeny před zušlechtěním. To znamená na sílu desky byl ponechán přídavek 2mm na plochu – rozměr 44mm a na obvodu taktéž 2mm na stranu – rozměr 1184x304mm.

Následuje zušlechtění materiálu, kterým se zvýší pevnost materiálu. Obvykle jsem u upínacích součástí podobného charakteru volil jiné jakosti materiálu s cementovaným a kaleným povrchem. Konstrukce desky byla navržena tak, aby se dodatečně daly obrábět díry či drážky pro další typy obrobků. Z důvodu horší obrobitelnosti kalené oceli jsme se rozhodli desku pouze zušlechtit a alespoň takto zajistit její odolnost a delší životnost.

Po zušlechtění následovaly opět operace frézovací. Bylo nutné obrobit desku na sílu 40mm s přídávkem 0,3mm na broušení. Dále pak hotově ofrézovat obvod na rozměry 1180x300.

Při broušení na vodorovné brusce byl kus upnutý na magnetickém stole. Broušení jsem volil zejména kvůli požadované jakosti povrchu, přímosti a rovnoběžnosti ploch. Pro tento účel jsem zvolil drsnost povrchu Ra1,6. Tato drsnost povrchu je dle mých zkušeností dostačující pro upínací plochy obrobků. Sílu desky nebylo nutné jakkoliv zpřesňovat, proto se brousilo na rozměr 40 s tolerancí volného rozměru $\pm 0,2$. Po broušení na magnetickém stole bylo nutné obrobek odmagnetovat.

Jako další operace následovalo frézování drážek a vrtání děr. Tato operace již byla prováděna na vertikálním frézovacím centru. Při prvním upnutí byla obráběna spodní strana desky – viz výkres. Dvě drážky pro pero 14H7 se musely nejdříve předhrubovat a posléze dokončit dokončovací stopkovou frézou SK. Dva závity M6 pro upínací pera se nejprve musely navrtat i se sražením hrany, pak vyvrtat vrtákem $\varnothing 5$ a na závěr vyřezat závit. Manipulační a upínací otvory M16 se opět musely navrtat, vyvrtat vrtákem o průměru 14mm a na závěr vyřezat závit.

Pro druhé upnutí se již využily frézované drážky 14H7 a tím se zajistila přesnost polohy dorazů obrobků vůči upínacím drážkám. Z toho vyplynula nejdříve operace pro mechani-

ka, který namontoval obě pera pomocí šroubu M6. Následovala pak operace na vertikálním obráběcím centru.

Bylo nutno zhotovit 24x Ø12H7 se závitem M6 pro dorazové čepy. Dále pak 6 otvorů Ø17 se zahloubením Ø26. Přes tyto otvory se bude tento přípravek upínat na stůl obráběcího stroje. Na obě operace určené na obráběcí centrum byly vypracovány řídicí programy v software EdgeCAM.

Následná operace zajistila tzv. konečnou úpravu dílce, tzn. ojetlení všech opracovaných ploch a rozměrů, očištění dílce a jeho konzervaci. Poslední operací v technologickém postupu je měření a kontrola zda výrobek je v souladu s výkresovou dokumentací.

ZÁVĚR

Účel bakalářské práce bylo vyhledat a aplikovat informace nutné k výrobě upínací desky pro vertikální frézovací CNC stroj.

V teoretické části bakalářské práce jsou stručně představeny základní typy obráběcích operací. Jsou vysvětleny základní charakteristiky frézování, soustružení, vrtání a broušení. Při výrobě upínací desky bylo využito těchto typů třískového obrábění.

Při návrhu desky a tvorbě bylo využito 3D software, jehož produkty se staly výkresová dokumentace a model desky. Model desky nám následně posloužil jako předloha pro programování v CAM programu, což nám urychlilo celý proces a předešli jsme možným chybám při překreslování dat z jednoho software do druhého.

Praktická část bakalářské práce dále popisuje vertikální frézovací CNC stroj, na kterém byla deska obrobena, a na kterém bude také využívána. Dále stručně představuje měřicí stroj.

Během přípravy a tvorby upínací desky jsem získal další cenné zkušenosti. Zejména při návrhu desky jsem musel brát v úvahu několik podmínek, které byly obsahem zadání. Tyto se povedlo úspěšně splnit a výsledkem bakalářské práce je vyrobená upínací deska, která nyní slouží v provozu firmy ZPS Prefix na dvou CNC frézkách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Kocman, K.** *Speciální technologie*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004.
2. **Mádl, J., Zelenka, A. a Vrabec, M.** *Technologičnost a konstrukce, obrábění a montáže*. Brno : Vydavatelství ČVUT, 2005.
3. **Omicron.** ZPS Prefix. *Web ZPS Prefix a.s.* [Online] 15. 04 2010. [Citace: 15. 04 2010.] <http://www.prefix.cz>.
4. **SONETECH, s.r.o.** *Začínáme s EdgeCAM*. Zlín : SONETECH, s.r.o., 2007.
5. **Hluchý, M. a Haněk, V.** *Strojírenská technologie 2, 2. díl*. Praha : Scientia, 1999. ISBN 80-7183-127-1.
6. **Lukovics, I.** *Konstrukční materiály a technologie*. Brno : ES VUT Brno, 1976. ISBN 80-214-0399-3.
7. **MM Průmyslové spektrum.** *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. Kuřim : MM Publishing, 2006. ISSN 1212-2572.
8. **Příkryl, Z.** *Technologie obrábění*. Praha : SNTL, 1967.
9. **Kocman, K.** *Technologie obrábění*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-3068-0.
10. **Mádl, J., a další.** *Technologie obrábění. 1.díl*. Praha : ČVUT v Praze, 2000.
11. **Autodesk.** *Autodesk Inventor 9*. San Rafael : Autodesk, Inc., 2004. 52709-290000-5000A.
12. **Černocho, S.** *Strojně technická příručka*. Praha : SNTL, 1968. 04-224-68.
13. **Lienveber, J., Řasa, J. a Vávra, P.** *Strojnické tabulky*. Praha : Scientia, 1999. ISBN 80-7183-164-6.
14. **Vrabec, M. a Mádl, J.** *NC programování v obrábění*. Praha : ČVUT Praha, 2004. ISBN 80-01-03045-8.
15. **Vickers Technical Center.** Příručka uživatele Acramatic. 1998.
16. **ZPS, a.s.** Popis stroje.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC	Computer Numeric Control, Central numeric kontrol, Číslicově řízené stroje
CAD	Computer aided design, Počítačová podpora projektování
CAM	Computer Aided Manufacturing, Počítačová podpora obrábění
SK	Slinuté karbidy
D	Průměr nástroje
L	Délka nástroje
v_f	Rychlost osuvu
$s(f)$	Posuv na otáčku, (posuvna zub)
X,Y,Z	Osy souřadnicového systému
R_a	Střední aritmetická drsnost povrchu
ČSN	Česká technická norma

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Základní typy obrábění	16
Obr. 2 Soustružení	17
Obr. 3 Soustruh	18
Obr. 4 Frézování	19
Obr. 5 Typy frézování.....	21
Obr. 6 Vrtání	22
Obr. 7 Sloupová vrtačka	24
Obr. 8 Vyvrtávání	25
Obr. 9 Čelní broušení.....	27
Obr. 10 Opatření řezného břitu	28
Obr. 11 Diagramy charakterizující trvanlivost břitu.....	29
Obr. 12 Návrh desky v programu Inventor	36
Obr. 13 Programování v EdgeCAM	37
Obr. 14 Tabulka nastavení nástroje v EdgeCAM	37
Obr. 15 Uživatelské prostředí systému Acramatic	40
Obr. 17 Pracoviště ZEISS Accura 10 v ZPS Prefix.....	41
Obr. 16 Ovládací panel	41
Obr. 18 Rozsah měřící sondy.....	42

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 : Výrobní výkres upínací desky

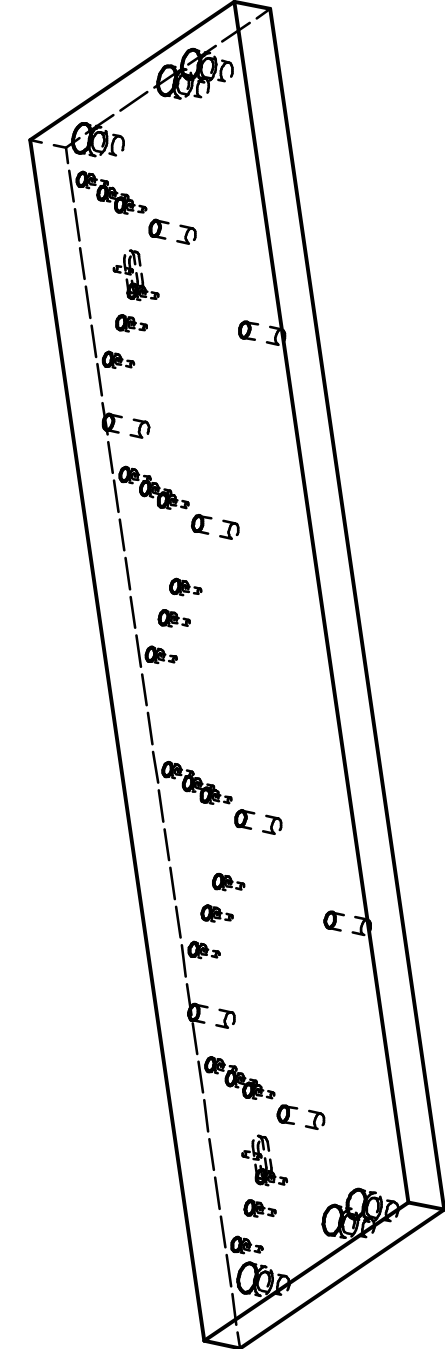
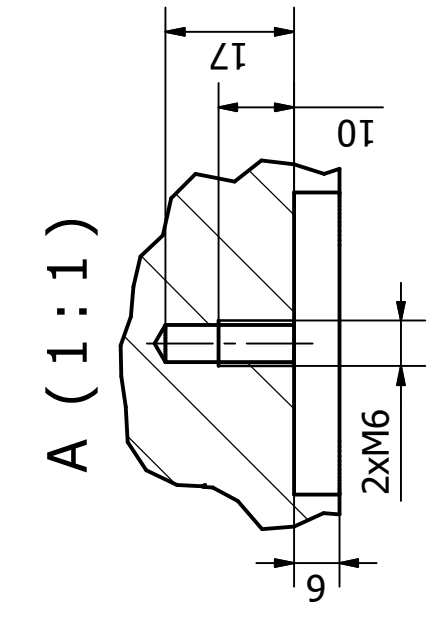
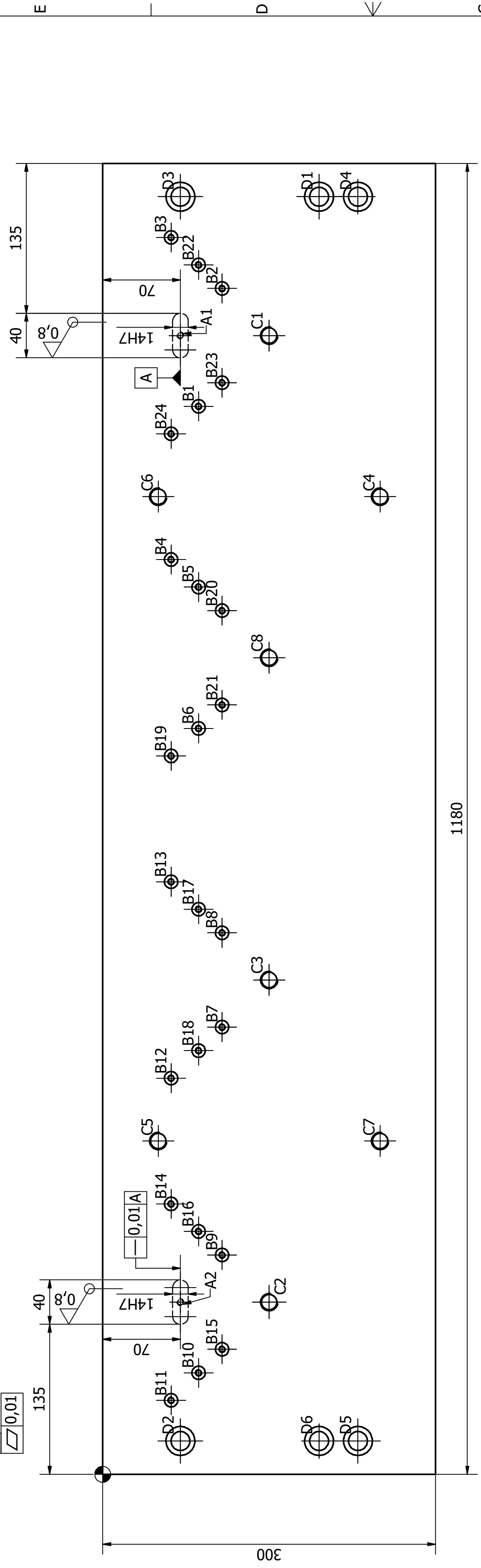
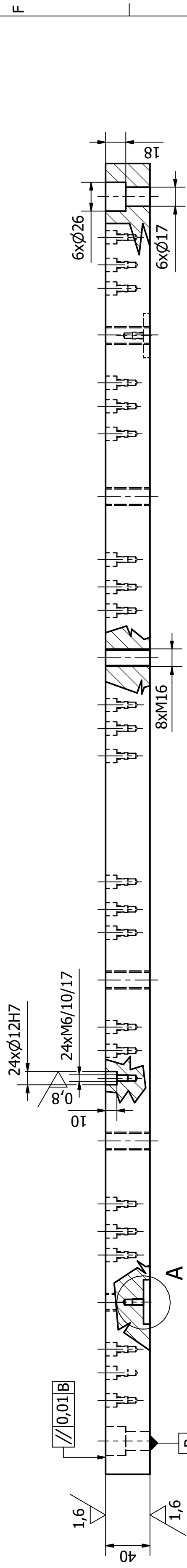
P 2 : Technologický postup upínací desky

P 3 : Měřicí protokol upínací desky

P 4 : Výpis výrobního CNC programu pro výrobu upínací desky

P 5 : Bakalářská práce na CD s výkresem, modelem a CNC programem

Tabulka děr		
POLOHA	KÓTAX	KÓTAY
A1	1025	-70
A2	155	-70
B1	961,36	-86,36
B2	1067,43	-107,57
B3	1113,39	-61,61
B4	823,39	-61,61
B5	798,64	-86,36
B6	671,36	-86,36
B7	402,57	-107,57
B8	487,43	-107,57
B9	197,43	-107,57
B10	91,36	-86,36
B11	66,61	-61,61
B12	356,61	-61,61
B13	533,39	-61,61
B14	243,39	-61,61
B15	112,57	-107,57
B16	218,64	-86,36
B17	508,64	-86,36
B18	381,36	-86,36
B19	646,61	-61,61
B20	777,43	-107,57
B21	692,57	-107,57
B22	1088,64	-86,36
B23	982,57	-107,57
B24	936,61	-61,61
C1	1025	-150
C2	155	-150
C3	445	-150
C4	880	-250
C5	300	-50
C6	880	-50
C7	300	-250
C8	735	-150
D1	1150	-195
D2	30	-70
D3	1150	-70
D4	1150	-230
D5	30	-230
D6	30	-195



HRANY 1x45

POZ.	NÁZEV	KUSŮ	MATERIÁL	POLOŽKA	ROZMĚR BEZ PŘÍDAVKU	HMOTN.	POZNĚNKA			
KONSTRUOVAN	B7		Rafal	TRÍDA ODP.						
KONTROLOVAN	01			ČISTÁ HMOTN.	POUŽITO U Č.V.					
VEDOUČÍ	09			MĚŘÍTKO	1:2					
REF. NORM.				POLOTOVA	PL 40 - 1180x300					
REF. MATER.				MATERIÁL	12 050					
FUNKCE	D M R				ZUSLECHTIT					
					730±50 MPa					
					HODNOTY PRO MOTOVÉ SOUČÁSTI					
					POVRCHOVÁ TVRDOST					
					HL.VRSTVY					
					PODPIS KONSTRUKTERA					
					PREKRESLENO					
					NAHRADZUJE Č.V.					
					VŠEOBECNÉ TOLERANCE ISO 2768-mH					
					PODOBĚ					
					Č. REKL.	ZN.	D.	M.	R.	PODPIS

SOUČÁST	222444-	DÍLY
NÁZEV STROJE	UPINACÍ DESKA	Č.V.
	UPINACÍ PŘÍPRAVEK	17201-1
		I

OBJEDNÁVKA:

Číslo listu: 1

TECHNOLOGICKÝ POSTUP - ZPS ZLIN

KUSU NA STROJ	VYR. DAVKA	VYR. ODD.	ČÍSLO REKLAMACE	INDEX	KZ	TZ
0						

MATERIALOVÉ ÚDAJE

MAT.	M. J.	ČÍSELNÝ ZNAK	ROZMER	JAKOST	KUSU	SPOTREBA	SPOTREBA	ČISTÁ HM.	CENA
DČ OP. KOD	ZDM-UVS-UMS	ROZM1xROZM2+PR	NORMA	HA	V M. J.	V KG	HOTOVE	ZA SPOTREBU	
ČOP	NAZEV	I. POZ.	SOUČASTI						
A	M2	1361120230	50 (1000x2000)	12050.1	1	0.3942	157.6873	109.6000	2357.57
43	400-00-11	1192 x 312 + 6	CSN425310,11	PLECH					

CELKEM: 157,6873 109,6000 2357,57

ALTERNATIVA:2

OPERACE	PROFESE	POPIS PRÁCE	OBSL.	TAC [min]	TBC [min]	TAR
VST. MAT.	ZN. PROF.	VYROBNÍ PŮMUCKY	STROJU	NZDA [kc]	TR.	
VYR. ODD.	KONTROLA-OTK					
001	888888	!!!!!!!!!!!!!!!!!!POZORNENI!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!	1	0.000	0.0	0
	BEZ	U VSECH OPERACI TECH. POSTUPU JE MUTNO PRISNE DODRZOVAT VSECHNA BEZPECNOSTNI USTANOVENI VYPLYVAJICI Z NAVODU NA OBSLUHU KONKRETNICH STROJU: ORGANIZACNI SMERNICE QS 059/01 ZPS-PREFIX: PREDPISU A NOREM VZTAHUJICICH SE K BEZPECNEMU UFINANI A MANIPULACI NA JEDNOTLIVYCH STROJICH: ***** ;			0.00	
002	094230	oseka, obrousí osai:	1	10.000	5.0	5
	ZAK	:			0.00	
003	092350	upina na stul a podlozky:	1	0.000	30.0	5
	FRZ	frezuje pro zusichteni: silu 40 na 44; miru 300 na 304; . 1180 na 1184; hrany 2x45° do obvodu; :			0.00	
004	091710	zusichtuje na 730t50MPa:	1	48.000	10.0	5
	KAL	:			0.00	
005	092350	upina na stul a podlozky:	1	0.000	30.0	5
	FRZ	frezuje, uhluje:; silu 40 +0.3brus:; miru 300 a 1180 hotove; hrany 1x45° s ohledem na brus:; :			0.00	
006	056725	upina na magnetku:	1	0.000	20.0	5
	BE1	brousí oboustranne na miru 40: :			0.00	

Vyrobeno systemem ASEPO

VYROTOVIL:MATOCHA

SOUCAST:Ubinaci deska

C.V.+C.P.+F.P.

TELEFON :3852

DATUM :21.10.09

STROJ :Ubinaci pripravky

P222444-17201-1

TECHNOLOGICKY POSTUP - ZPS ZLIN

KUSU NA STROJ VYR. DAVKA VYR. ODD. CISLO REKLAMACE INDEX KZ TZ
0

ALTERNATIVA:2

OPERACE	PROFESE	POPIS PRACE	OBSL.	TAC [min]	TBC [min]	TAR
VST.MAT.	ZN.PROF.	#VYROBNI POMUCKY	STROJU		MZDA [Kc]	TR.
	VYR.ODD.				KONTROLA-OTK	
007	289120 ME	odmagnetuje; ;	1	4.000	5.0 0.00	4
008	452253 MCF	seridi die programu c.:.....; ;	1	0.000	60.0 0.00	6
009	452253 MCF	zhotovi die programu c.:.....; upina na stui a podlozky s dorazum; frezuje drazku 14H7x40 -2x; hrany; navrta + hrany; vrta, reze M6/10/17 -2x; vrta ø17 -6x; vrta, reze M16 -8x; ;	2	0.000	0.0 0.00	6
010	094210 ME	namontuje pero -2x; ;	1	3.000	5.0 0.00	5
011	452253 MCF	seridi die programu c.:.....; ;	1	0.000	80.0 0.00	6
012	452253 MCF	zhotovi die programu c.:.....; upina na stui pomoci per do drazek; zhotovi hrany u zavitu M16 -8x; zhloubi ø26 u ø17 -6x; hrany; navrta + hrany; vrta ø5 pro M6 -24x; zhloubi ø12H7 -24x; reze M6/10/17 -24x; ;	2	0.000	0.0 0.00	6
013	098630 OTK	promeri, vystavi protokol na mericim stroji ZEISS ACCURA 10MASS;	1	0.000	0.0 0.00	

Celkem TAC: 65.000

Celkem TBC: 245.0

Celkem mzda: 0.00

***** Zpracovano systemem ASEPO *****

VYHOTOVIL:MATOCHA

SOUCAST:Upinaci deska

C.V.+C.P.+F.P.

TELEFON :3552

DATUM :21.10.09

STROJ :upinaci pripravky

P222444-17201-1

Konec postupu 1/2

Messprotokoll ZEISS Calypso



Náz. souč.
Upinací deska

Datum
23 Maerz 2010

Číslo výkresu
* drawingno *

Čas
13:23:46

Zakázka

Operátor
Master

Stroj
C32Bit

Č. dílu inkrementálně
1

Name	ID	Aktual	Nominal	pos Tol	neg Tol	Diff	<-- -->
Ho dn-X_KružniceC1	X	150.0351	150.0000	0.2000	-0.2000	0.0351	-
Ho dn-Y_KružniceC1	Y	1025.0791	1025.0000	0.2000	-0.2000	0.0791	--
Ho dn-X_KružniceC2	X	150.0936	150.0000	0.2000	-0.2000	0.0936	--
Ho dn-Y_KružniceC2	Y	155.0514	155.0000	0.2000	-0.2000	0.0514	--
Ho dn-X_KružniceC3	X	150.0671	150.0000	0.2000	-0.2000	0.0671	--
Ho dn-Y_KružniceC3	Y	445.0992	445.0000	0.2000	-0.2000	0.0992	--
Ho dn-X_KružniceC4	X	249.9834	250.0000	0.2000	-0.2000	-0.0166	-
Ho dn-Y_KružniceC4	Y	880.0864	880.0000	0.2000	-0.2000	0.0864	--
Ho dn-X_KružniceC5	X	50.0938	50.0000	0.2000	-0.2000	0.0938	--
Ho dn-Y_KružniceC5	Y	299.9730	300.0000	0.2000	-0.2000	-0.0270	-
Ho dn-X_KružniceC6	X	50.0391	50.0000	0.2000	-0.2000	0.0391	-
Ho dn-Y_KružniceC6	Y	880.1538	880.0000	0.2000	-0.2000	0.1538	----
Ho dn-X_KružniceC7	X	250.1155	250.0000	0.2000	-0.2000	0.1155	---
Ho dn-Y_KružniceC7	Y	300.1191	300.0000	0.2000	-0.2000	0.1191	---
Ho dn-X_KružniceC8	X	150.0661	150.0000	0.2000	-0.2000	0.0661	--
Ho dn-Y_KružniceC8	Y	735.0758	735.0000	0.2000	-0.2000	0.0758	--
Ho dn-X_KružniceD1	X	195.0421	195.0000	0.1000	-0.1000	0.0421	--
Ho dn-Y_KružniceD1	Y	1150.0400	1150.0000	0.1000	-0.1000	0.0400	--
Ho dn-X_KružniceD2	X	70.0931	70.0000	0.1000	-0.1000	0.0931	----
Ho dn-Y_KružniceD2	Y	30.0136	30.0000	0.1000	-0.1000	0.0136	-
Ho dn-X_KružniceD3	X	70.0385	70.0000	0.1000	-0.1000	0.0385	--
Ho dn-Y_KružniceD3	Y	1150.0490	1150.0000	0.1000	-0.1000	0.0490	--
Ho dn-X_KružniceD4	X	230.0407	230.0000	0.1000	-0.1000	0.0407	--
Ho dn-Y_KružniceD4	Y	1150.0390	1150.0000	0.1000	-0.1000	0.0390	--
Ho dn-X_KružniceD5	X	230.0968	230.0000	0.1000	-0.1000	0.0968	----
Ho dn-Y_KružniceD5	Y	30.0067	30.0000	0.1000	-0.1000	0.0067	-
Ho dn-X_KružniceD6	X	195.0959	195.0000	0.1000	-0.1000	0.0959	----
Ho dn-Y_KružniceD6	Y	30.0095	30.0000	0.1000	-0.1000	0.0095	-
Ho dn-X_KružniceB1	X	86.4012	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0412	--
Ho dn-Y_KružniceB1	Y	961.4007	961.3600	0.1000	-0.1000	0.0407	--
Ho dn-X_KružniceB2	X	107.6075	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0375	--
Ho dn-Y_KružniceB2	Y	1067.4692	1067.4300	0.1000	-0.1000	0.0392	--
Ho dn-X_KružniceB3_c	X	61.6667	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0567	---
Ho dn-Y_KružniceB3_c	Y	1113.4625	1113.3900	0.1000	-0.1000	0.0725	---
Ho dn-X_KružniceB4_c	X	61.6692	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0592	---
Ho dn-Y_KružniceB4_c	Y	823.4292	823.3900	0.1000	-0.1000	0.0392	--
Ho dn-X_KružniceB5	X	86.4129	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0529	---

Náz.souč. Upinaci deska
 Operátor Master

Datum 23 März 2010
 Čas 13:23:46



Name	ID	Aktual	Nominal	pos Tol	neg Tol	Diff	<-- -->
*** Hodn-Y_KružniceB5	Y	798.6726	798.6400	0.1000	-0.1000	0.0326	--
*** Hodn-X_KružniceB6	X	86.4177	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0577	---
*** Hodn-Y_KružniceB6	Y	671.3886	671.3600	0.1000	-0.1000	0.0286	--
*** Hodn-X_KružniceB7	X	107.6446	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0746	---
*** Hodn-Y_KružniceB7	Y	402.5896	402.5700	0.1000	-0.1000	0.0196	-
*** Hodn-X_KružniceB8	X	107.6382	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0682	---
*** Hodn-Y_KružniceB8	Y	487.4525	487.4300	0.1000	-0.1000	0.0225	-
*** Hodn-X_KružniceB9	X	107.6516	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0816	---
*** Hodn-Y_KružniceB9	Y	197.4420	197.4300	0.1000	-0.1000	0.0120	-
*** Hodn-X_KružniceB10	X	86.4429	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0829	---
*** Hodn-Y_KružniceB10	Y	91.3699	91.3600	0.1000	-0.1000	0.0099	-
*** Hodn-X_KružniceB11_c	X	61.6778	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0678	---
*** Hodn-Y_KružniceB11_c	Y	66.6305	66.6100	0.1000	-0.1000	0.0205	-
*** Hodn-X_KružniceB12_c	X	61.6645	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0545	---
*** Hodn-Y_KružniceB12_c	Y	356.6511	356.6100	0.1000	-0.1000	0.0411	--
*** Hodn-X_KružniceB13_c	X	61.6720	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0620	---
*** Hodn-Y_KružniceB13_c	Y	533.4262	533.3900	0.1000	-0.1000	0.0362	--
*** Hodn-X_KružniceB14_c	X	61.6556	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0456	--
*** Hodn-Y_KružniceB14_c	Y	243.3992	243.3900	0.1000	-0.1000	0.0092	-
*** Hodn-X_KružniceB15	X	107.6538	107.7000	0.1000	-0.1000	-0.0462	--
*** Hodn-Y_KružniceB15	Y	112.5788	112.6000	0.1000	-0.1000	-0.0212	-
*** Hodn-X_KružniceB16	X	86.4375	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0775	---
*** Hodn-Y_KružniceB16	Y	218.6539	218.6400	0.1000	-0.1000	0.0139	-
*** Hodn-X_KružniceB17	X	86.4269	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0669	---
*** Hodn-Y_KružniceB17	Y	508.6644	508.6400	0.1000	-0.1000	0.0244	-
*** Hodn-X_KružniceB18	X	86.4302	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0702	---
*** Hodn-Y_KružniceB18	Y	381.3774	381.3600	0.1000	-0.1000	0.0174	-
*** Hodn-X_KružniceB19_c	X	61.6408	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0308	--
*** Hodn-Y_KružniceB19_c	Y	646.6379	646.6100	0.1000	-0.1000	0.0279	--
*** Hodn-X_KružniceB20	X	107.6230	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0530	---
*** Hodn-Y_KružniceB20	Y	777.4604	777.4300	0.1000	-0.1000	0.0304	--
*** Hodn-X_KružniceB21	X	107.6266	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0566	---
*** Hodn-Y_KružniceB21	Y	692.5994	692.5700	0.1000	-0.1000	0.0294	--
*** Hodn-X_KružniceB22	X	86.3970	86.3600	0.1000	-0.1000	0.0370	--
*** Hodn-Y_KružniceB22	Y	1088.6825	1088.6400	0.1000	-0.1000	0.0425	--
*** Hodn-X_KružniceB23	X	107.5990	107.5700	0.1000	-0.1000	0.0290	--
*** Hodn-Y_KružniceB23	Y	982.6244	982.5700	0.1000	-0.1000	0.0544	---
*** Hodn-X_KružniceB24_c	X	61.6482	61.6100	0.1000	-0.1000	0.0382	--
*** Hodn-Y_KružniceB24_c	Y	936.6461	936.6100	0.1000	-0.1000	0.0361	--

pgm222444-17201-1_1UP.nc
(PGM, NAME="2224441-17201-1 - UPINACI DESKA ", TYPE="A2100_274",
EXEMODE="STANDARD", PATH="PATHALL", ACCESS="OPEN")

```
N5 ; -----
N10 ; CISLO VYKRESU : 222444-17201-1
N15 ; SOUCASTKA : UPINACI DESKA
N20 ; ZAKAZNIK : PREFIX
N25 ; -----
N30 ; UPNUTI : 1
N35 ; MATERIAL : 12 050
N40 ; -----
N45 ; ANULACE :
N50 ; X0 = PRAVA STRANA DESKY
N55 ; Y0 = HORNI STRANA DESKY
N60 ; Z0 = HORNI PLOCHA DESKY
N65 ; -----
N70 ; OVERENO :
N75 ; -----
N80 ; T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO
N85 ; T2 - VRTAK * 17
N90 ; T4 - VRTAK * 14
N95 ; T5 - VRTAK * 5
N100 ; T7 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 21 CANELA
N105 ; T10 - ZAVITNIK M6 TGS
N110 ; T11 - ZAVITNIK M16
N115 ; T12 - FREZA DRAZKOVACI * 12 RO
N120 ; T13 - FREZA STOPKOVA * 12 MONOLIT HRUB
N125 ; T14 - FREZA STOPKOVA * 12 MONOLIT SLICHT
:130 ; -----
N135 ( MSG, T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO )
N140 ; -----
:145 T1 M6
N150 G0 G40 G90 S2500 M3 M8
N155 ; NAVRTA *26/*17 6x
N160 ; BEZ HRANY
N165 G0 X-30 Y-70
N170 G81 R0 Z-2 W100 F90
N175 (CLS,"101")
N180 ; NAVRTA M16 8x
N185 ; BEZ HRANY
N190 G0 X-1025 Y-150
N195 G81 R0 Z-2 W100 F90
N200 (CLS,"102")
N205 ; NAVRTA M6 2x
N210 ; BEZ HRANY
N215 G0 X-155 Y-70
N220 G81 R0 Z-2 W100 F90
N225 (CLS,"103")
N230 G0 Z200 M5
N235 M1
:240 ; -----
N245 ( MSG, T2 - VRTAK * 17 )
N250 ; -----
:255 T2 M6
N260 G0 G40 G90 S410 M3 M8
N265 ; VRTA *17 6x
N270 G0 X-30 Y-70
N275 G83 R0 Z-43 K10 J13 W100 F80
N280 (CLS,"101")
N285 G0 Z200 M5
N290 M1
:295 ; -----
N300 ( MSG, T4 - VRTAK * 14 )
N305 ; -----
:310 T4 M6
N315 G0 G40 G90 S500 M3 M8
N320 ; VRTA PRO M16 8x
N325 G0 X-1025 Y-150
N330 G83 R0 Z-43 K8 J13 W100 F85
```

N335 (CLS,"102")
 N340 G0 Z200 M5
 N345 M1
 :350 ; -----
 N355 (MSG, T5 - VRTAK * 5)
 N360 ; -----
 :365 T5 M6
 N370 G0 G40 G90 S1400 M3 M8
 N375 ; VRТА PRO M6 2x
 N380 G0 X-155 Y-70
 N385 G83 R0 Z-23 K3 J13 W100 F90
 N390 (CLS,"103")
 N395 G0 Z200 M5
 N400 M1
 :405 ; -----
 N410 (MSG, T7 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 21 CANELA)
 N415 ; -----
 :420 T7 M6
 N425 G0 G40 G90 S2500 M3 M8
 N430 ; DELKOVA KOREKCE
 N435 ; MERENA NA POMYSLNOU SPICKU NASTROJE
 N440 ; HRANA 0.3 U * 17 6x
 N445 G0 X-30 Y-70
 N450 G81 R0 Z-8.8 W100 F400
 N455 (CLS,"101")
 N460 ; HRANY PRO ZAVITY M16
 N465 G0 X-1025 Y-150
 N470 G81 R0 Z-8.4 W100 F200
 N475 (CLS,"102")
 N480 G0 Z200 M5
 N485 M1
 :490 ; -----
 N495 (MSG, T12 - FREZA DRAZKOVACI * 12 RO)
 N500 ; -----
 :505 T12 M6
 N510 G0 G40 G90 S550 M3 M8
 N515 ; VRТА PRO DRAZKU 14H7 2x
 N520 ; DNO S PRIDAVKEM 0.1
 N525 G0 X-155 Y-70
 N530 G83 R0 Z-5.9 K3 J13 W100 F30
 N535 (CLS,"103")
 N540 G0 Z200 M5
 N545 M1
 :550 ; -----
 N555 (MSG, T13 - FREZA STOPKOVA * 12 MONOLIT HRUB)
 N560 ; -----
 :565 T13 M6
 N570 G0 G40 G90 S1600 M3 M8
 N575 ; HRUBUJE DRAZKY 14H7 2x
 N580 ; DNO S PRIDAVKEM 0.1
 N585 G0 G40 X-155 Y-70
 N590 G0 X-155 Y-70 Z3
 N595 G1 Z-5.9 F250
 N600 G1 G41 Y-76.8
 N605 G1 X-142
 N610 G3 X-142 Y-63.2 I-142 J-70
 N615 G1 X-168
 N620 G3 X-168 Y-76.8 I-168 J-70
 N625 G1 X-155
 N630 G1 G40 Y-70
 N635 G0 X-155 Y-70 Z100
 N640 G0 X-1025 Y-70
 N645 G0 X-1025 Y-70 Z3
 N650 G1 Z-5.9
 N655 G1 G41 Y-76.8
 N660 G1 X-1012
 N665 G3 X-1012 Y-63.2 I-1012 J-70
 N670 G1 X-1038

N675 G3 X-1038 Y-76.8 I-1038 J-70
 N680 G1 X-1025
 N685 G1 G40 Y-70
 N690 G0 X-1025 Y-70 Z100
 N695 G0 Z200 M5
 N700 M1
 :705 ; -----
 N710 (MSG, T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO)
 N715 ; -----
 :720 T1 M6
 N725 G0 G40 G90 S1500 M3 M8
 N730 ; HRANY PRO M6 2x
 N735 G0 X-155 Y-70
 N740 G81 R-6 Z-3.3 W100 F300
 N745 (CLS,"103")
 N750 G0 Z200 M5
 N755 M1
 :760 ; -----
 N765 (MSG, T14 - FREZA STOPKOVA * 12 MONOLIT SLICHT)
 N770 ; -----
 :775 T14 M6
 N780 G0 G40 G90 S1600 M3 M8
 N785 ; DOKONCI DRAZKY 14H7 2x
 N790 G0 X-155 Y-70
 N795 G0 X-155 Y-70 Z3
 N800 G1 Z-5.7 F500
 N805 G1 Z-6 F80
 N810 G1 G41 Y-77 F250
 N815 G1 X-142
 N820 G3 X-142 Y-63 I-142 J-70
 N825 G1 X-168
 N830 G3 X-168 Y-77 I-168 J-70
 N835 G1 X-155
 N840 G1 G40 Y-70
 N845 G1 G41 Y-77
 N850 G1 X-142
 N855 G3 X-142 Y-63 I-142 J-70
 N860 G1 X-168
 N865 G3 X-168 Y-77 I-168 J-70
 N870 G1 X-155
 N875 G1 G40 Y-70
 N880 G0 X-155 Y-70 Z100
 N885 G0 X-1025 Y-70
 N890 G0 X-1025 Y-70 Z3
 N895 G1 Z-5.7 F500
 N900 G1 Z-6 F80
 N905 G1 G41 Y-77 F250
 N910 G1 X-1012
 N915 G3 X-1012 Y-63 I-1012 J-70
 N920 G1 X-1038
 N925 G3 X-1038 Y-77 I-1038 J-70
 N930 G1 X-1025
 N935 G1 G40 Y-70
 N940 G1 G41 Y-77
 N945 G1 X-1012
 N950 G3 X-1012 Y-63 I-1012 J-70
 N955 G1 X-1038
 N960 G3 X-1038 Y-77 I-1038 J-70
 N965 G1 X-1025
 N970 G1 G40 Y-70
 N975 G0 X-1025 Y-70 Z100
 N980 G0 Z200 M5
 N985 M1
 :990 ; -----
 N995 (MSG, T10 - ZAVITNIK M6 TGS)
 N1000 ; -----
 :1005 T10 M6
 N1010 G0 G40 G90 S370 M3 M8

```
N1015 ; ZAVITY M6 2x
N1020 G0 X-155 Y-70
N1025 G84 R-6 Z-13 W100 F370
N1030 (CLS,"103")
N1035 G0 Z200 M5
N1040 M1
:1045 ; -----
N1050 ( MSG, T11 - ZAVITNIK M16 )
N1055 ; -----
:1060 T11 M6
N1065 G0 G40 G90 S80 M3 M8
N1070 G0 X-1025 Y-150
N1075 G84 R0 Z-50 W100 F160
N1080 (CLS,"102")
N1085 G0 Z200 M5
N1090 M1
N1095 G98 Y600 M2
N1100 ; -----KONEC PROGRAMU-----
N1105 ; -----
N1110 (DFS,"101")
N1115 X-30 Y-195 W100
N1120 X-30 Y-230 W100
N1125 X-1150 Y-230 W100
N1130 X-1150 Y-195 W100
N1135 X-1150 Y-70 W100
N1140 G0 G90
N1145 (ENS)
N1150 ; -----
N1155 (DFS,"102")
N1160 X-880 Y-50 W100
N1165 X-880 Y-250 W100
N1170 X-735 Y-150 W100
N1175 X-445 Y-150 W100
N1180 X-300 Y-50 W100
N1185 X-300 Y-250 W100
N1190 X-155 Y-150 W100
N1195 G0 G90
N1200 (ENS)
N1205 ; -----
N1210 (DFS,"103")
N1215 X-1025 Y-70 W100
N1220 G0 G90
N1225 (ENS)
```

pgm222444-17201-1_2UP.nc
(PGM, NAME="2224442-17201 - UPINACI DESKA ", TYPE="A2100_274",
EXEMODE="STANDARD")

```
N5 ; -----
N10 ; CISLO VYKRESU : 222444-17201-1
N15 ; SOUCASTKA : UPINACI DESKA
N20 ; ZAKAZNIK : PREFIX
N25 ; -----
N30 ; UPNUTI : 2
N35 ; MATERIAL : 12 050
N40 ; -----
N45 ; ANULACE :
N50 ; X0 = LEVA STRANA DESKY
N55 ; Y0 = HORNI STRANA DESKY
N60 ; Z0 = HORNI PLOCHA DESKY
N65 ; -----
N70 ; OVERENO :
N75 ; -----
N80 ; T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO
N85 ; T3 - FREZA DRAZKOVACI * 26 RO
N90 ; T5 - VRTAK * 5
N95 ; T6 - FREZA DRAZKOVACI * 11.5 RO
N100 ; T7 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 21 CANELA
N105 ; T8 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 36 ISCAR
N110 ; T9 - FREZA STOPKOVA * 8 MONOLIT SLICHT
N115 ; T10 - ZAVITNIK M6 TGS
:120 ; -----
N125 ( MSG, T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO )
N130 ; -----
:135 T1 M6
N140 G0 G40 G90 S2500 M3 M8
N145 ; NAVRTA *12H7/M6 24x
N150 ; BEZ HRANY
N155 G0 X66.61 Y-61.62
N160 G81 R0 Z-2 W100 F90
N165 (CLS,"103")
N170 G0 Z200 M5
N175 M1
:180 ; -----
N185 ( MSG, T3 - FREZA DRAZKOVACI * 26 RO )
N190 ; -----
:195 T3 M6
N200 G0 G40 G90 S270 M3 M8
N205 ; ZAHLOUBI * 26 6x
N210 G0 X30 Y-70
N215 G83 R0 Z-18 K3 J13 W100 F30
N220 (CLS,"101")
N225 G0 Z200 M5
N230 M1
:235 ; -----
N240 ( MSG, T5 - VRTAK * 5 )
N245 ; -----
:250 T5 M6
N255 G0 G40 G90 S1400 M3 M8
N260 ; VRTA PRO M6 24x
N265 G0 X66.61 Y-61.62
N270 G83 R0 Z-27 K3 J13 W100 F90
N275 (CLS,"103")
N280 G0 Z200 M5
N285 M1
:290 ; -----
N295 ( MSG, T6 - FREZA DRAZKOVACI * 11.5 RO )
N300 ; -----
:305 T6 M6
N310 G0 G40 G90 S550 M3 M8
N315 ; HRUBUJE *12H7 24x
N320 ; DNO HOTOVE
N325 G0 X66.61 Y-61.62
N330 G83 R0 Z-10 K3 J13 W100 F30
```

N335 (CLS,"103")
N340 G0 Z200 M5
N345 M1
:350 ; -----
N355 (MSG, T7 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 21 CANELA)
N360 ; -----
:365 T7 M6
N370 G0 G40 G90 S2500 M3 M8
N375 ; DELKOVA KOREKCE
N380 ; MERENA NA POMYSLNOU SPICKU NASTROJE
N385 ; HRANA 0.3 U * 12H7 24x
N390 G0 X66.61 Y-61.62
N395 G81 R0 Z-6.3 W100 F400
N400 (CLS,"103")
N405 ; HRANY PRO ZAVITY M16
N410 G0 X1025 Y-150
N415 G81 R0 Z-8.4 W100 F200
N420 (CLS,"102")
N425 G0 Z200 M5
N430 M1
:435 ; -----
N440 (MSG, T1 - NAVRTAVAK * 10 SECO)
N445 ; -----
:450 T1 M6
N455 G0 G40 G90 S1500 M3 M8
N460 ; HRANY PRO M6 24x
N465 G0 X66.61 Y-61.62
N470 G81 R-10 Z-3.3 W100 F300
N475 (CLS,"103")
N480 G0 Z200 M5
N485 M1
:490 ; -----
N495 (MSG, T8 - FREZA NA SRAZENI HRAN 45ST. * 36 ISCAR)
N500 ; -----
:505 T8 M6
N510 G0 G40 G90 S1500 M3 M8
N515 ; DELKOVA KOREKCE
N520 ; MERENA NA POMYSLNOU SPICKU NASTROJE
N525 ; HRANY 0.3 U * 26 6x
N530 G0 X30 Y-70
N535 G81 R0 Z-13.3 W100 F400
N540 (CLS,"101")
N545 G0 Z200 M5
N550 M1
:555 ; -----
N560 (MSG, T9 - FREZA STOPKOVA * 8 MONOLIT)
N565 ; -----
:570 T9 M6
N575 G0 G40 G90 S2300 M3 M8
N580 ; DOKONCI * 12H7 24x
N585 ; 1.OTVOR
N590 G0 G40 X66.61 Y-60.62
N595 G0 X66.61 Y-60.62 Z1
N600 G1 Z-9.9 F200
N605 G1 G41 Y-66.62
N610 G1 X67.61
N615 G3 X72.61 Y-61.62 I+67.61 J-61.62
N620 G3 X72.61 Y-61.62 I+66.61 J-61.62
N625 G1 G40 X66.61
N630 G1 Y-60.62
N635 G1 Z-9.95
N640 G1 G41 Y-66.62
N645 G1 X67.61
N650 G3 X72.61 Y-61.62 I+67.61 J-61.62
N655 G3 X72.61 Y-61.62 I+66.61 J-61.62
N660 G1 G40 X66.61
N665 G0 X66.61 Y-61.62 Z100
N670 ; 2.OTVOR

N675 G0 X91.36 Y-85.36
N680 G0 X91.36 Y-85.36 Z1
N685 G1 Z-9.9
N690 G1 G41 Y-91.36
N695 G1 X92.36
N700 G3 X97.36 Y-86.36 I+92.36 J-86.36
N705 G3 X97.36 Y-86.36 I+91.36 J-86.36
N710 G1 G40 X91.36
N715 G1 Y-85.36
N720 G1 Z-9.95
N725 G1 G41 Y-91.36
N730 G1 X92.36
N735 G3 X97.36 Y-86.36 I+92.36 J-86.36
N740 G3 X97.36 Y-86.36 I+91.36 J-86.36
N745 G1 G40 X91.36
N750 G0 X91.36 Y-86.36 Z100
N755 ; 3.OTVOR
N760 G0 X112.57 Y-106.58
N765 G0 X112.57 Y-106.58 Z1
N770 G1 Z-9.9
N775 G1 G41 Y-112.58
N780 G1 X113.57
N785 G3 X118.57 Y-107.58 I+113.57 J-107.58
N790 G3 X118.57 Y-107.58 I+112.57 J-107.58
N795 G1 G40 X112.57
N800 G1 Y-106.58
N805 G1 Z-9.95
N810 G1 G41 Y-112.58
N815 G1 X113.57
N820 G3 X118.57 Y-107.58 I+113.57 J-107.58
N825 G3 X118.57 Y-107.58 I+112.57 J-107.58
N830 G1 G40 X112.57
N835 G0 X112.57 Y-107.58 Z100
N840 ; 4.OTVOR
N845 G0 X197.43 Y-106.58
N850 G0 X197.43 Y-106.58 Z1
N855 G1 Z-9.9
N860 G1 G41 Y-112.58
N865 G1 X198.43
N870 G3 X203.43 Y-107.58 I+198.43 J-107.58
N875 G3 X203.43 Y-107.58 I+197.43 J-107.58
N880 G1 G40 X197.43
N885 G1 Y-106.58
N890 G1 Z-9.95
N895 G1 G41 Y-112.58
N900 G1 X198.43
N905 G3 X203.43 Y-107.58 I+198.43 J-107.58
N910 G3 X203.43 Y-107.58 I+197.43 J-107.58
N915 G1 G40 X197.43
N920 G0 X197.43 Y-107.58 Z100
N925 ; 5.OTVOR
N930 G0 X218.64 Y-85.36
N935 G0 X218.64 Y-85.36 Z1
N940 G1 Z-9.9
N945 G1 G41 Y-91.36
N950 G1 X219.64
N955 G3 X224.64 Y-86.36 I+219.64 J-86.36
N960 G3 X224.64 Y-86.36 I+218.64 J-86.36
N965 G1 G40 X218.64
N970 G1 Y-85.36
N975 G1 Z-9.95
N980 G1 G41 Y-91.36
N985 G1 X219.64
N990 G3 X224.64 Y-86.36 I+219.64 J-86.36
N995 G3 X224.64 Y-86.36 I+218.64 J-86.36
N1000 G1 G40 X218.64
N1005 G0 X218.64 Y-86.36 Z100
N1010 ; 6.OTVOR

N1015 G0 X243.39 Y-60.62
N1020 G0 X243.39 Y-60.62 Z1
N1025 G1 Z-9.9
N1030 G1 G41 Y-66.62
N1035 G1 X244.39
N1040 G3 X249.39 Y-61.62 I+244.39 J-61.62
N1045 G3 X249.39 Y-61.62 I+243.39 J-61.62
N1050 G1 G40 X243.39
N1055 G1 Y-60.62
N1060 G1 Z-9.95
N1065 G1 G41 Y-66.62
N1070 G1 X244.39
N1075 G3 X249.39 Y-61.62 I+244.39 J-61.62
N1080 G3 X249.39 Y-61.62 I+243.39 J-61.62
N1085 G1 G40 X243.39
N1090 G0 X243.39 Y-61.62 Z100
N1095 ; 7.OTVOR
N1100 G0 X356.61 Y-60.62
N1105 G0 X356.61 Y-60.62 Z1
N1110 G1 Z-9.9
N1115 G1 G41 Y-66.62
N1120 G1 X357.61
N1125 G3 X362.61 Y-61.62 I+357.61 J-61.62
N1130 G3 X362.61 Y-61.62 I+356.61 J-61.62
N1135 G1 G40 X356.61
N1140 G1 Y-60.62
N1145 G1 Z-9.95
N1150 G1 G41 Y-66.62
N1155 G1 X357.61
N1160 G3 X362.61 Y-61.62 I+357.61 J-61.62
N1165 G3 X362.61 Y-61.62 I+356.61 J-61.62
N1170 G1 G40 X356.61
N1175 G0 X356.61 Y-61.62 Z100
N1180 ; 8.OTVOR
N1185 G0 X381.36 Y-85.36
N1190 G0 X381.36 Y-85.36 Z1
N1195 G1 Z-9.9
N1200 G1 G41 Y-91.36
N1205 G1 X382.36
N1210 G3 X387.36 Y-86.36 I+382.36 J-86.36
N1215 G3 X387.36 Y-86.36 I+381.36 J-86.36
N1220 G1 G40 X381.36
N1225 G1 Y-85.36
N1230 G1 Z-9.95
N1235 G1 G41 Y-91.36
N1240 G1 X382.36
N1245 G3 X387.36 Y-86.36 I+382.36 J-86.36
N1250 G3 X387.36 Y-86.36 I+381.36 J-86.36
N1255 G1 G40 X381.36
N1260 G0 X381.36 Y-86.36 Z100
N1265 ; 9.OTVOR
N1270 G0 X402.57 Y-106.58
N1275 G0 X402.57 Y-106.58 Z1
N1280 G1 Z-9.9
N1285 G1 G41 Y-112.58
N1290 G1 X403.57
N1295 G3 X408.57 Y-107.58 I+403.57 J-107.58
N1300 G3 X408.57 Y-107.58 I+402.57 J-107.58
N1305 G1 G40 X402.57
N1310 G1 Y-106.58
N1315 G1 Z-9.95
N1320 G1 G41 Y-112.58
N1325 G1 X403.57
N1330 G3 X408.57 Y-107.58 I+403.57 J-107.58
N1335 G3 X408.57 Y-107.58 I+402.57 J-107.58
N1340 G1 G40 X402.57
N1345 G0 X402.57 Y-107.58 Z100
N1350 ; 10.OTVOR

N1355 G0 X487.43 Y-106.58
N1360 G0 X487.43 Y-106.58 Z1
N1365 G1 Z-9.9
N1370 G1 G41 Y-112.58
N1375 G1 X488.43
N1380 G3 X493.43 Y-107.58 I+488.43 J-107.58
N1385 G3 X493.43 Y-107.58 I+487.43 J-107.58
N1390 G1 G40 X487.43
N1395 G1 Y-106.58
N1400 G1 Z-9.95
N1405 G1 G41 Y-112.58
N1410 G1 X488.43
N1415 G3 X493.43 Y-107.58 I+488.43 J-107.58
N1420 G3 X493.43 Y-107.58 I+487.43 J-107.58
N1425 G1 G40 X487.43
N1430 G0 X487.43 Y-107.58 Z100
N1435 ; 11.OTVOR
N1440 G0 X508.64 Y-85.36
N1445 G0 X508.64 Y-85.36 Z1
N1450 G1 Z-9.9
N1455 G1 G41 Y-91.36
N1460 G1 X509.64
N1465 G3 X514.64 Y-86.36 I+509.64 J-86.36
N1470 G3 X514.64 Y-86.36 I+508.64 J-86.36
N1475 G1 G40 X508.64
N1480 G1 Y-85.36
N1485 G1 Z-9.95
N1490 G1 G41 Y-91.36
N1495 G1 X509.64
N1500 G3 X514.64 Y-86.36 I+509.64 J-86.36
N1505 G3 X514.64 Y-86.36 I+508.64 J-86.36
N1510 G1 G40 X508.64
N1515 G0 X508.64 Y-86.36 Z100
N1520 ; 12.OTVOR
N1525 G0 X533.39 Y-60.62
N1530 G0 X533.39 Y-60.62 Z1
N1535 G1 Z-9.9
N1540 G1 G41 Y-66.62
N1545 G1 X534.39
N1550 G3 X539.39 Y-61.62 I+534.39 J-61.62
N1555 G3 X539.39 Y-61.62 I+533.39 J-61.62
N1560 G1 G40 X533.39
N1565 G1 Y-60.62
N1570 G1 Z-9.95
N1575 G1 G41 Y-66.62
N1580 G1 X534.39
N1585 G3 X539.39 Y-61.62 I+534.39 J-61.62
N1590 G3 X539.39 Y-61.62 I+533.39 J-61.62
N1595 G1 G40 X533.39
N1600 G0 X533.39 Y-61.62 Z100
N1605 ; 13.OTVOR
N1610 G0 X646.61 Y-60.62
N1615 G0 X646.61 Y-60.62 Z1
N1620 G1 Z-9.9
N1625 G1 G41 Y-66.62
N1630 G1 X647.61
N1635 G3 X652.61 Y-61.62 I+647.61 J-61.62
N1640 G3 X652.61 Y-61.62 I+646.61 J-61.62
N1645 G1 G40 X646.61
N1650 G1 Y-60.62
N1655 G1 Z-9.95
N1660 G1 G41 Y-66.62
N1665 G1 X647.61
N1670 G3 X652.61 Y-61.62 I+647.61 J-61.62
N1675 G3 X652.61 Y-61.62 I+646.61 J-61.62
N1680 G1 G40 X646.61
N1685 G0 X646.61 Y-61.62 Z100
N1690 ; 14.OTVOR

N1695 G0 X671.36 Y-85.36
N1700 G0 X671.36 Y-85.36 Z1
N1705 G1 Z-9.9
N1710 G1 G41 Y-91.36
N1715 G1 X672.36
N1720 G3 X677.36 Y-86.36 I+672.36 J-86.36
N1725 G3 X677.36 Y-86.36 I+671.36 J-86.36
N1730 G1 G40 X671.36
N1735 G1 Y-85.36
N1740 G1 Z-9.95
N1745 G1 G41 Y-91.36
N1750 G1 X672.36
N1755 G3 X677.36 Y-86.36 I+672.36 J-86.36
N1760 G3 X677.36 Y-86.36 I+671.36 J-86.36
N1765 G1 G40 X671.36
N1770 G0 X671.36 Y-86.36 Z100
N1775 ; 15.OTVOR
N1780 G0 X692.57 Y-106.58
N1785 G0 X692.57 Y-106.58 Z1
N1790 G1 Z-9.9
N1795 G1 G41 Y-112.58
N1800 G1 X693.57
N1805 G3 X698.57 Y-107.58 I+693.57 J-107.58
N1810 G3 X698.57 Y-107.58 I+692.57 J-107.58
N1815 G1 G40 X692.57
N1820 G1 Y-106.58
N1825 G1 Z-9.95
N1830 G1 G41 Y-112.58
N1835 G1 X693.57
N1840 G3 X698.57 Y-107.58 I+693.57 J-107.58
N1845 G3 X698.57 Y-107.58 I+692.57 J-107.58
N1850 G1 G40 X692.57
N1855 G0 X692.57 Y-107.58 Z100
N1860 ; 16.OTVOR
N1865 G0 X777.43 Y-106.58
N1870 G0 X777.43 Y-106.58 Z1
N1875 G1 Z-9.9
N1880 G1 G41 Y-112.58
N1885 G1 X778.43
N1890 G3 X783.43 Y-107.58 I+778.43 J-107.58
N1895 G3 X783.43 Y-107.58 I+777.43 J-107.58
N1900 G1 G40 X777.43
N1905 G1 Y-106.58
N1910 G1 Z-9.95
N1915 G1 G41 Y-112.58
N1920 G1 X778.43
N1925 G3 X783.43 Y-107.58 I+778.43 J-107.58
N1930 G3 X783.43 Y-107.58 I+777.43 J-107.58
N1935 G1 G40 X777.43
N1940 G0 X777.43 Y-107.58 Z100
N1945 ; 17.OTVOR
N1950 G0 X798.64 Y-85.36
N1955 G0 X798.64 Y-85.36 Z1
N1960 G1 Z-9.9
N1965 G1 G41 Y-91.36
N1970 G1 X799.64
N1975 G3 X804.64 Y-86.36 I+799.64 J-86.36
N1980 G3 X804.64 Y-86.36 I+798.64 J-86.36
N1985 G1 G40 X798.64
N1990 G1 Y-85.36
N1995 G1 Z-9.95
N2000 G1 G41 Y-91.36
N2005 G1 X799.64
N2010 G3 X804.64 Y-86.36 I+799.64 J-86.36
N2015 G3 X804.64 Y-86.36 I+798.64 J-86.36
N2020 G1 G40 X798.64
N2025 G0 X798.64 Y-86.36 Z100
N2030 ; 18.OTVOR

N2035 G0 X823.39 Y-60.62
N2040 G0 X823.39 Y-60.62 Z1
N2045 G1 Z-9.9
N2050 G1 G41 Y-66.62
N2055 G1 X824.39
N2060 G3 X829.39 Y-61.62 I+824.39 J-61.62
N2065 G3 X829.39 Y-61.62 I+823.39 J-61.62
N2070 G1 G40 X823.39
N2075 G1 Y-60.62
N2080 G1 Z-9.95
N2085 G1 G41 Y-66.62
N2090 G1 X824.39
N2095 G3 X829.39 Y-61.62 I+824.39 J-61.62
N2100 G3 X829.39 Y-61.62 I+823.39 J-61.62
N2105 G1 G40 X823.39
N2110 G0 X823.39 Y-61.62 Z100
N2115 ; 19.OTVOR
N2120 G0 X936.61 Y-60.62
N2125 G0 X936.61 Y-60.62 Z1
N2130 G1 Z-9.9
N2135 G1 G41 Y-66.62
N2140 G1 X937.61
N2145 G3 X942.61 Y-61.62 I+937.61 J-61.62
N2150 G3 X942.61 Y-61.62 I+936.61 J-61.62
N2155 G1 G40 X936.61
N2160 G1 Y-60.62
N2165 G1 Z-9.95
N2170 G1 G41 Y-66.62
N2175 G1 X937.61
N2180 G3 X942.61 Y-61.62 I+937.61 J-61.62
N2185 G3 X942.61 Y-61.62 I+936.61 J-61.62
N2190 G1 G40 X936.61
N2195 G0 X936.61 Y-61.62 Z100
N2200 ; 20.OTVOR
N2205 G0 X961.36 Y-85.36
N2210 G0 X961.36 Y-85.36 Z1
N2215 G1 Z-9.9
N2220 G1 G41 Y-91.36
N2225 G1 X962.36
N2230 G3 X967.36 Y-86.36 I+962.36 J-86.36
N2235 G3 X967.36 Y-86.36 I+961.36 J-86.36
N2240 G1 G40 X961.36
N2245 G1 Y-85.36
N2250 G1 Z-9.95
N2255 G1 G41 Y-91.36
N2260 G1 X962.36
N2265 G3 X967.36 Y-86.36 I+962.36 J-86.36
N2270 G3 X967.36 Y-86.36 I+961.36 J-86.36
N2275 G1 G40 X961.36
N2280 G0 X961.36 Y-86.36 Z100
N2285 ; 21.OTVOR
N2290 G0 X982.57 Y-106.58
N2295 G0 X982.57 Y-106.58 Z1
N2300 G1 Z-9.9
N2305 G1 G41 Y-112.58
N2310 G1 X983.57
N2315 G3 X988.57 Y-107.58 I+983.57 J-107.58
N2320 G3 X988.57 Y-107.58 I+982.57 J-107.58
N2325 G1 G40 X982.57
N2330 G1 Y-106.58
N2335 G1 Z-9.95
N2340 G1 G41 Y-112.58
N2345 G1 X983.57
N2350 G3 X988.57 Y-107.58 I+983.57 J-107.58
N2355 G3 X988.57 Y-107.58 I+982.57 J-107.58
N2360 G1 G40 X982.57
N2365 G0 X982.57 Y-107.58 Z100
N2370 ; 22.OTVOR

N2375 G0 X1067.43 Y-106.58
 N2380 G0 X1067.43 Y-106.58 Z1
 N2385 G1 Z-9.9
 N2390 G1 G41 Y-112.58
 N2395 G1 X1068.43
 N2400 G3 X1073.43 Y-107.58 I+1068.43 J-107.58
 N2405 G3 X1073.43 Y-107.58 I+1067.43 J-107.58
 N2410 G1 G40 X1067.43
 N2415 G1 Y-106.58
 N2420 G1 Z-9.95
 N2425 G1 G41 Y-112.58
 N2430 G1 X1068.43
 N2435 G3 X1073.43 Y-107.58 I+1068.43 J-107.58
 N2440 G3 X1073.43 Y-107.58 I+1067.43 J-107.58
 N2445 G1 G40 X1067.43
 N2450 G0 X1067.43 Y-107.58 Z100
 N2455 ; 23.OTVOR
 N2460 G0 X1088.64 Y-85.36
 N2465 G0 X1088.64 Y-85.36 Z1
 N2470 G1 Z-9.9
 N2475 G1 G41 Y-91.36
 N2480 G1 X1089.64
 N2485 G3 X1094.64 Y-86.36 I+1089.64 J-86.36
 N2490 G3 X1094.64 Y-86.36 I+1088.64 J-86.36
 N2495 G1 G40 X1088.64
 N2500 G1 Y-85.36
 N2505 G1 Z-9.95
 N2510 G1 G41 Y-91.36
 N2515 G1 X1089.64
 N2520 G3 X1094.64 Y-86.36 I+1089.64 J-86.36
 N2525 G3 X1094.64 Y-86.36 I+1088.64 J-86.36
 N2530 G1 G40 X1088.64
 N2535 G0 X1088.64 Y-86.36 Z100
 N2540 ; 24.OTVOR
 N2545 G0 X1113.39 Y-60.62
 N2550 G0 X1113.39 Y-60.62 Z1
 N2555 G1 Z-9.9
 N2560 G1 G41 Y-66.62
 N2565 G1 X1114.39
 N2570 G3 X1119.39 Y-61.62 I+1114.39 J-61.62
 N2575 G3 X1119.39 Y-61.62 I+1113.39 J-61.62
 N2580 G1 G40 X1113.39
 N2585 G1 Y-60.62
 N2590 G1 Z-9.95
 N2595 G1 G41 Y-66.62
 N2600 G1 X1114.39
 N2605 G3 X1119.39 Y-61.62 I+1114.39 J-61.62
 N2610 G3 X1119.39 Y-61.62 I+1113.39 J-61.62
 N2615 G1 G40 X1113.39
 N2620 G0 X1113.39 Y-61.62 Z100
 N2625 G0 Z200 M5
 N2630 M1
 :2635 ; -----
 N2640 (MSG, T10 - ZAVITNIK M6 TGS)
 N2645 ; -----
 :2650 T10 M6
 N2655 G0 G40 G90 S370 M3 M8
 N2660 ; ZAVITY M6 24x
 N2665 G0 X66.61 Y-61.62
 N2670 G84 R-10 Z-13 W100 F370
 N2675 (CLS,"103")
 N2680 G0 Z200 M5
 N2685 M1
 N2690 G98 Y600 M2
 N2695 ; -----KONEC PROGRAMU-----
 N2700 ; -----
 N2705 (DFS,"101")
 N2710 X30 Y-195 W100

```
N2715 X30 Y-230 w100
N2720 X1150 Y-230 w100
N2725 X1150 Y-195 w100
N2730 X1150 Y-70 w100
N2735 G0 G90
N2740 (ENS)
N2745 ; -----
N2750 (DFS,"102")
N2755 X880 Y-50 w100
N2760 X880 Y-250 w100
N2765 X735 Y-150 w100
N2770 X445 Y-150 w100
N2775 X300 Y-50 w100
N2780 X300 Y-250 w100
N2785 X155 Y-150 w100
N2790 G0 G90
N2795 (ENS)
N2800 ; -----
N2805 (DFS,"103")
N2810 X91.36 Y-86.36 w100
N2815 X112.57 Y-107.58 w100
N2820 X197.43 Y-107.58 w100
N2825 X218.64 Y-86.36 w100
N2830 X243.39 Y-61.62 w100
N2835 X356.61 Y-61.62 w100
N2840 X381.36 Y-86.36 w100
N2845 X402.57 Y-107.58 w100
N2850 X487.43 Y-107.58 w100
N2855 X508.64 Y-86.36 w100
N2860 X533.39 Y-61.62 w100
N2865 X646.61 Y-61.62 w100
N2870 X671.36 Y-86.36 w100
N2875 X692.57 Y-107.58 w100
N2880 X777.43 Y-107.58 w100
N2885 X798.64 Y-86.36 w100
N2890 X823.39 Y-61.62 w100
N2895 X936.61 Y-61.62 w100
N2900 X961.36 Y-86.36 w100
N2905 X982.57 Y-107.58 w100
N2910 X1067.43 Y-107.58 w100
N2915 X1088.64 Y-86.36 w100
N2920 X1113.39 Y-61.62 w100
N2925 G0 G90
N2930 (ENS)
```