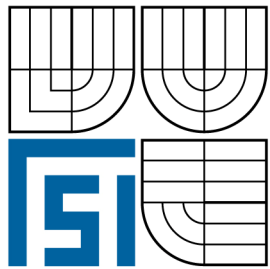




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ NA CNC OBRÁBĚCÍCH CENTRECH

TECHNOLOGY CUTTING ON CNC MACHINING CENTRES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK MARTIŇÁK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

DOC.ING.JAROSLAV PROKOP ,CSC.

BRNO 2008

ZADÁNÍ

LICENČNÍ SMLOUVA

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo prokázat zvládnutí základních pravidel zpracování technologických podkladů pro CNC obráběcí centrum CW 800. Po prostudování odborné literatury a získání praktických zkušeností z práce na daném zařízení byla vypracována technologická charakteristika obráběcích center, včetně technologických parametrů zmíněného CW 800. Na příkladu konkrétního výrobku byl pak zpracován návrh technologického postupu obrábění dané součásti, včetně samotného programu. Tento návrh může sloužit jako modelový příklad pro obecně platné zpracování technologických podkladů rovněž u jiných součástí, a to na základě předložené výkresové dokumentace.

Klíčová slova

CNC obráběcí centrum, technologický postup, technologie obrábění, technologické parametry, výkresová dokumentace, program obrobení

ABSTRACT

Description

The aim of this bachelor's thesis is to prove the mastery of the fundamental principles of technological background processing for CNC machining center CW 800. After studying specialized literature and gaining practical experience while working on the machinery in question, a technological characteristics of machining centres has been compiled, including the technological parameters of the above mentioned CW 800. Based on the sample of a concrete product, a machining technological process of the given part has been designed, including the programme itself. This design can serve as a model sample for generally applicable processing of technological background with other parts as well, on the basis of the submitted drawing documentation.

Key words

CNC machining center, technological process, machining technology, technological parameters, drawing documentation, finishing programme

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MARTIŇÁK, M. Technologie obrábění na CNC obráběcích centrech. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 28 s., 3 přílohy. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Prokop

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Technologie obrábění na CNC obráběcích centrech vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 4. 5. 2008

.....
Marek Martiňák

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu práce Doc. Ing. Jaroslavu Prokopovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	4
Prohlášení	5
Poděkování	6
Obsah	7
Úvod	8
1 TECHNOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A UPLATNĚNÍ OBRÁBĚCÍCH CENTER	9
1.1 CNC obráběcí stroje	9
1.1.1 <i>Definice CNC obráběcích strojů</i>	9
1.1.2 <i>Výhody CNC obráběcích strojů</i>	9
1.2 CNC obráběcí centra	9
1.2.1 <i>Charakteristika obráběcích center</i>	9
1.2.2 <i>Uplatnění CNC obráběcích center</i>	10
1.2.3 <i>Charakteristické znaky obráběcích center</i>	10
1.2.4 <i>Dělení obráběcích center</i>	11
1.2.5 <i>Přesnost obráběcích center</i>	13
2 TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY OBRÁBĚCÍHO CENTRA CW 800	14
2.1 Popis stroje	14
2.2 Technologické parametry obráběcího centra CW800	15
2.2.1 <i>Nosič obrobku /paleta/</i>	15
2.2.2 <i>Automatická výměna obrobku</i>	15
2.2.3 <i>Dráhy přesunu (rozjezdy os)</i>	16
2.2.4 <i>Hlavní vřeteno</i>	16
2.2.5 <i>Zásobník nástrojů</i>	16
2.2.6 <i>Posuvy na ose X, Y, Z</i>	16
2.2.7 <i>Údaje o přesnosti</i>	16
2.2.8 <i>Údaje k elektronickému vybavení</i>	17
2.2.9 <i>Hmotnost</i>	17
2.3 Příslušenství	18
2.3.1 <i>Pojmová definice</i>	18
2.3.2 <i>Normální příslušenství</i>	18
2.3.3 <i>Zvláštní příslušenství – rozšířená varianta</i>	18
2.4 Rozměry stroje	18
2.5 Řídicí systém	18
2.6 Název stroje, výrobce	18
3 NÁVRH TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ ZADANÉ SOUČÁSTI NA OBRÁBĚCÍM CENTRU CW 800	19
3.1 Identifikace zadané součásti	19
3.2 Technologický postup zadané součásti	21
- uveden v příloze č. 2	21
3.3 Nástrojové vybavení CW 800	21
3.4 Program pro výrobu součásti	22
Závěr	23
Seznam použitých zdrojů	24
Seznam použitých zkratk a symbolů	25
Seznam příloh	26

ÚVOD

V dnešní době, poznamenané velkým rozvojem malých podnikatelských subjektů i v oblasti strojírenské výroby a kovoobrábění, není vzácností vybavování těchto malých firem CNC obráběcími stroji. Tyto firmy často využívají nutnou obnovu strojního parku u velkých firem a za nižší ceny si od nich pořizují jednotlivé kusy, ale i celá centra CNC strojů. Zatímco ve velkých firmách existují celé týmy, které se zabývají problematikou technologického zabezpečení výroby, přípravou programů, technologických postupů, u malých firem je situace trochu odlišná. Vystává nutnost disponovat alespoň jedním odborně připraveným pracovníkem, který je schopen na základě výkresové dokumentace zpracovat celý technologický postup přípravy výrobku, včetně samotného programu v daném řídicím centru. K tomu je potřebné, aby firmy vlastnily a byly schopny pracovníkovi poskytnout určitá obecná základní pravidla pro zpracování technologických podkladů pro obrábění daného výrobku na konkrétním CNC obráběcím stroji.

1 TECHNOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A UPLATNĚNÍ OBRÁBĚCÍCH CENTER

1.1 CNC obráběcí stroje

1.1.1 Definice CNC obráběcích strojů

Číslicově řízené obráběcí stroje (CNC – Computer numerical Control) jsou charakteristické tím, že ovládání pracovních funkcí stroje je prováděno řídicím systémem pomocí vytvořeného programu. Informace o požadovaných činnostech jsou zapsány v programu pomocí znaků. Vlastní program je dán posloupností oddělených skupin znaků, které se nazývají bloky nebo věty. Program je určen pro řízení silových prvků stroje a zaručuje, aby proběhla požadovaná výroba součástí.(7) Stroje jsou „pružné“, lze je rychle přizpůsobit jiné výrobě a pracují v automatizovaném cyklu, který je zajištěn číslicovým řízením. Stroje CNC se uplatňují ve všech oblastech strojírenské výroby. (7)

1.1.2 Výhody CNC obráběcích strojů

CNC 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. CNC stroje daleko překračují funkce jednoho stroje umožňují návaznost na ostatní prvky celých obráběcích systémů. S velkou výhodou využívají všech předností a možností výpočetní techniky, která zasahuje do struktury a organizace výroby v nejširším slova smyslu. (5)

1.2 CNC obráběcí centra

1.2.1 Charakteristika obráběcích center

Obráběcí centrum představuje další vývojový stupeň rozvoje obráběcích strojů, který začal v 60. letech 20. století, ale byl podmíněn tím, že se začaly používat kuličkové šrouby. Použitím těchto prvků se zvýšila přesnost strojů, také i tuhost a bylo možné začít pracovat s vyššími reznými rychlostmi. Zvýšil se i posuv, a tím i výkon obrábění. Následujícím vývojovým stupněm bylo sdružování obráběcích operací do jednoho stroje a využívání automatizačních prvků.(3)

Obráběcí centra byla vyvíjena s cílem zefektivnit malou a středně sériovou výrobu. Důvodem byly také rostoucí požadavky na sortiment výrobků, který sehodně měnil, snižování výrobních dávek, stupňující nároky na jakost výrobků a snižování výrobních nákladů.(3)

Obráběcí centra jsou schopna pokrýt prakticky celý sortiment obráběných součástí, a to z hlediska jejich rozměru a hmotnosti. Je celkem pochopitelné, že každý typ obráběcího centra má své náležitosti, které předurčují jeho uplatnění a využití. Větší uplatnění mají centra, která mají více pracovních pohybů nástrojů.(3)

Všechny funkce obráběcího centra jsou řízeny číslicově. Tím je vyloučena přítomnost obsluhy pro ovládání jak pracovních, tak i pomocných cyklů stroje.Číslicové řízení ovládá automatickou manipulaci s nástroji i obrobkem. CNC řízení těchto strojů umožňuje zavádění pružné automatizace nejen jednotlivých center, ale i celých výrobních soustav.(3)

1.2.2 Uplatnění CNC obráběcích center

V dnešní době existuje velice málo součástek, které jsou vyrobeny pouze jednou technologií. Ekonomika provozu vede k integraci několika způsobů technologie obrábění do jednoho obráběcího stroje (centra). Důvody jsou ve snížení (odstranění) vedlejších časů, např. upínání na dalším stroji, čekání na další operaci apod. Také se zvyšuje přesnost výroby. Toto tedy znamená pro ekonomiku:(7)

- Zkrácení průběžné doby
- Zvýšení přesnosti práce
- Snížení nákladů na výrobu
- Snížení nároků na velikost plochy pracovních prostor
- Možnost snadněji automatizovat výrobu (stavba pružných výrobních linek) (7)

1.2.3 Charakteristické znaky obráběcích center

Na obráběcích center se dají provádět operace vrtání, vyvrtávání, frézování, řezání závitů. Některá obráběcí centra mohou mít dvě vřetena. Jedno se používá pro běžné obrábění a druhé pro obrábění jemné, dokončovací. Vřetena těchto strojů mají velký rozsah otáček, a to buď ve stupních, nebo plynulý. Příkon těchto strojů se pohybuje v rozmezí 8-20 kW.(8)

Dalším charakteristickým znakem CNC obráběcích center je automatické mazání a chlazení, velice přesné odměřovací zařízení polohy, plynulá regulace otáček, posuvů, zpětné hlášení o případných chybách, automatický odvod třísek z pracovního prostoru a mezi jednu z nejhlavnějších výhod patří automatická výměna nástrojů ze zásobníku. Tento zásobník se liší jednak množstvím nástrojů, které jsou v zásobníku umístěny a jednak jeho umístěním v sestavě stroje. Podle tvaru zásobníku jsou zásobníky děleny na: revolverové,

bubnové, deskové, řetězové a další. Zásobníky jsou umístěny na pracovním vřeteníku, stojanu nebo stole stroje, případně mimo stroj. Výměna nástrojů ze zásobníku probíhá automaticky po správném naprogramování, kdy nástroj ve vřetení dokončí danou operaci, vřetení přejede do polohy výměny nástroje a speciální podávací mechanismus vyjme z vřetení již nepotřebný nástroj a nahradí ho jiným. Nepotřebný nástroj odloží do připraveného zásobníku na určité místo. Obráběcí centra mají velkokapacitní zásobníky na 20 až 100 nástrojů, ovšem každý výrobce má zásobníky pro určitý počet nástrojů.(8)

V současné době probíhá u obráběcích center rozsáhlá proměna, která se dá charakterizovat zaváděním strojů pro obrábění vysokými reznými rychlostmi. Toto řešení umožňují nové nástrojové materiály, které mohou pracovat za vyšších pracovních podmínek. Výsledkem těchto změn jsou nové požadavky především na konstrukci strojů, které se promítají do snížení hmotnosti pohybujících se částí, do zvýšení celkové tuhosti, používání vysokorychlostních kuličkových šroubů nebo jiných lineárních pohonů.(3) Z hlediska dalšího vývoje obráběcích center se to projevuje v následujících trendech:

- zavádění pěti a víceosých obráběcích center
- zlepšování vlastností uložení a zvyšování rozsahu posuvů a otáček vřetení
- zvyšování tuhosti celé soustavy a zlepšování pracovního prostředí centra
- rychlé zavádění nových CNC řídicích systémů
- zavádění nových nástrojových materiálů a nových konstrukcí nástroje (3)

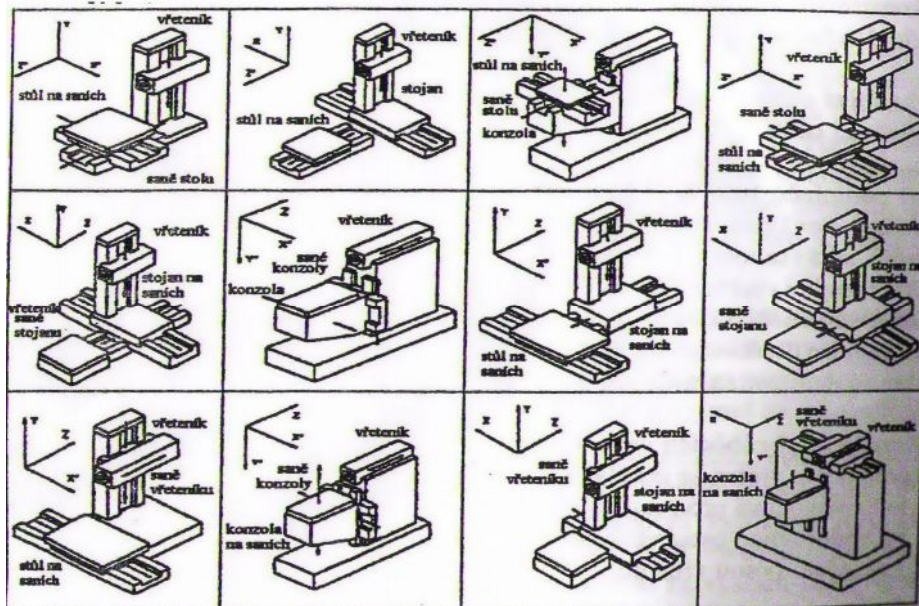
1.2.4 Dělení obráběcích center

Obráběcí centra se dělí do dvou skupin: centra se svislou osou vřetení a s vodorovnou osou vřetení. Centra se svislou osou vřetení se objevují na trhu častěji, protože nabízejí širší technologické možnosti. Jsou vybavena obvykle otočným stolem s příslušným polohováním, takže umožňují opracovat součásti z několika stran při jednom upnutí. Pracovní stůl se může také naklápět. Oba tyto pohyby jsou řízeny číslicově. Obráběcí centra s vodorovnou osou vřetení jsou konstruována hlavně pro obrábění skříňového tvaru ze všech stran.(8)

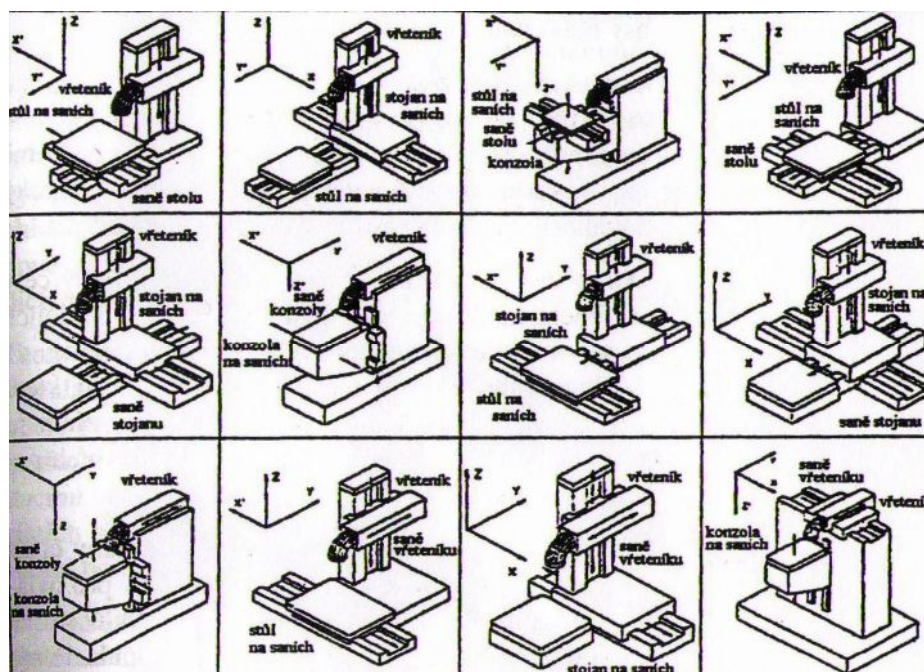
Rozdělení podle počtu vřeten dělíme obráběcí centra na:

- Jednovřetenová pro rotační součásti
 - s vodorovnou osou vřetení
 - se svislou osou vřetení
- Jednovřetenová pro nerotační součásti
 - s vodorovnou osou vřetení (obr. 1.1)
 - se svislou osou vřetení (obr. 1.2)

Vícevřetenová obráběcí centra – konstruuji se pro opracování nerotačních součástí výměnnými hlavami. Na těchto centrech je možné při jednom upnutí provést velký počet operací, a to ze všech stran součásti.(3)



Obr. 1.1 Schéma jednovřetenového frézovacího centra s vodorovnou osou vřeten (3)



Obr. 1.2 Schéma jednovřetenového frézovacího centra se svislou osou vřeten (3)

Třídění těchto center se provádí podle charakteru pracovního prostoru stroje. Nejčastěji ve tvaru otočného kruhového stolu a podle pracovního vřeteníku. Pracovní prostor stroje může být nehybný nebo konat pohyb přímočarý, kruhový nebo kombinovaný.

1.2.5 Přesnost obráběcích center

Pracovní přesnost výrobního zařízení lze chápat jako souhrnnou charakteristiku, která vyjadřuje vlivy geometrické přesnosti, přesnosti polohování, teplotní dilatace a deformace technologického systému při vlastním procesu obrábění. Pracovní přesnost je zjišťována kontrolou rozměrové přesnosti a přesnosti geometrické plochy zkušební vzorku při zadaných pracovních podmínkách. (3)

Zkoušky obráběcích center podle norem ISO 10791 určují podmínky pracovní přesnosti obráběcích center se 4 číslicově řízenými osami, z nichž 3 jsou lineární a jedna je otočná. U každé zkoušky je v normě popsán předmět měření, roviny měření, dovolené úchyly a tolerance měřených hodnot a použité měřicí zařízení, popis zkoušky uvádí i její schematické znázornění. Tolerance měřených hodnot se pohybuje v setinách a tisícinách milimetru. V současné době jsou kladeny stále vyšší požadavky na přesnost obráběcích strojů, protože tato přesnost se promítá v přesnosti obrobených součástí. (3)

Výrobci obráběcích strojů dosáhli toho, že dokážou eliminovat změny pracovních podmínek nástroje, změny pracovní teploty v určitém časovém intervalu, a tím zabezpečovat požadavky zákazníka na zvýšenou jakost výrobků. K tomu přispívá nejen konstrukce obráběcích center, ale i metody měření a kontroly jejich rozměrové, geometrické, tvarové a pracovní přesnosti. (3)

2 TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY OBRÁBĚCÍHO CENTRA CW 800

2.1 Popis stroje

Horizontální obráběcí centrum CW800 je koncipováno pro komplexní vrtací, vyvrtávací, závitovací a frézovací obrábění skříňových obrobků s délkou hrany do 800 mm (obr. 2.1).



Obr. 2.1 Obráběcí centrum CW 800

Mechanické a specificky řízené vybavení tohoto obráběcího centra zaručuje hospodárné nasazení při výrobě jednotlivých kusů, malých i středních sérií s vysokou produktivitou a přesností. Základní stavba výrobku spočívá na křížovém loži, přičemž křížové lože tvoří kompaktní spodní část s variantními možnostmi pro nasazení různých držáků obrobků. Obrobková strana, která je provedena odděleně od nástrojové strany je vybavena otočným stolem palet a automatickou paletovou výměnou s dvojitým otočným stolem.

Obráběcí centrum se vyznačuje vysokou produktivitou, které se dosáhne díky:

- velkému rozsahu otáček a posuvu s vysokými hraničními hodnotami
- nasazení vysoce výkonných nástrojů s progresivními řeznými hodnotami
- optimálně krátkým časům polohování prostřednictvím specifických elektrických plynule nastavitelných pohonů posuvů
- automatické výměně obrobků prostřednictvím rychlé výměny nosiče obrobků
- nasazení CNC – řízení k optimální realizaci opracování libovolných obrobkových kontur.

Vysoké přesnosti obrábění na centru CW800 je dosaženo následujícími prvky:

- staticky a dynamicky pevné, optimalizované stavební skupiny, jako rámový stojan,
- křížové sáně a lože stojanu v provedení svařované oceli
- předepjaté valivé, šroubové hnací ústrojí ve všech osách
- vysoká přesnost dílů ve všech variantách otočného stolu, ve všech polohách úhlů, použitím vysoce přesného čelního ozubení
- staticky a dynamicky pevné pohony posuvů, včetně převodů a ložisek
- nasazení přímých odměřovacích systémů ve všech hlavních osách.

Různá zařízení zaručují rychlé určení poruchy u důležitých funkcí stroje a řízení. Automatické centrální mazání, resp. mazání s dlouhou dobou životnosti pro všechny vodící, valivé a ložiskové elementy zvyšují vodící vlastnosti (vlastnosti běhu) a tím trvalou přesnost centra. Vodící dráhy osy x a osy y jsou chráněny teleskopickými kryty. Vhodné podmínky pro pozorování obráběcího procesu přes velké okna v krytu pracovního prostoru, koncentrace všech obslužných a kontrolních prvků pro automatický a obslužný proces na centrálním řídicím panelu CNC skříně.

2.2 Technologické parametry obráběcího centra CW800

2.2.1 Nosič obrobku /paleta/

Upínací plocha (šíře x délka)	800x800	mm
Upínací drážky (počet T-drážek)	8	
T-drážky (odstup)	100	mm
Maximální zatížení palety obrobků	20000	N
Maximální zatížení palety obrobků při aut. výměně	15000	N
Maximální přípustný moment klopení palety obrobků na středových osách	2000	Nm
Výše upínací plochy obrobku nad podlahou	1150	mm

2.2.2 Automatická výměna obrobku

Počet vyměnitelných palet	2	
Maximální čas výměny palety	20	s
Maximální rozměry obrobku (délka x šířka x výška)	800x800x800	mm

2.2.3 Dráhy přesunu (rozjezdy os)

Osa - X (podélné přestavení stojanu)	1050	mm
Osa - Y (suport. kolmý přesun)	850	mm
Osa - Z (příčný posun stojanu)	790	mm

2.2.4 Hlavní vřeteno

Upínání nástroje -	hlava vřetene	50 TGL 7836	
Velikost -	strmý kužel	ISO 50	
Počet otáček na hlavním vřeteni		20 – 4500	min ⁻¹
Maximální přípustný točivý moment		1000	Nm
Průměr předního hlavního ložiska vřetene při:			
- (20 - 4200 min ⁻¹)		110	mm
- (20 - 4500 min ⁻¹)		120	mm
Maximální průměr nástroje		270	mm
Maximální průměr hlavy nože		200	mm
Maximální výsuvná délka nástroje		400	mm
Maximální hmotnost nástroje		25	kg
Maximální klopný moment (na úchytném místě)		50	Nm

2.2.5 Zásobník nástrojů

Maximální počet uložených nástrojů	60	
Střední čas upínání	20	s

2.2.6 Posuvy na ose X, Y, Z

Nastavitelné	1-5000	mm.min ⁻¹
Rychloposuv	15	m.min ⁻¹
Trvalá síla posuvu	20000	N

2.2.7 Údaje o přesnosti

Polohovací nejistota na osách X, Y, Z	0.015	mm
Maximální šíře rozptylu na osách X, Y, Z	0.01	mm
Dílčí přesnost paletového stolu (dělený stůl)	3'	

2.2.8 Údaje k elektronickému vybavení

➤ **Silnoproudá část**

Výkon hlavního vřetena	17	kW
Provozní napětí	380 ~	V
Frekvence	50	Hz
Řídící napětí	24 =	V
	220 ~	V
Odběr proudu	110	A

➤ **CNC připojení**

Provozní napětí CNC	220 ~	V
Frekvence	48-62	Hz
Jmenovitý příkon (připojovací hodnota)	800	VA

➤ **Chladicí zařízení**

Čerpadlo 1.	0.4 / kW/	100	l.min ⁻¹
Čerpadlo 2	2.2 / kW/	30	l.min ⁻¹

➤ **Mazací zařízení**

Čerpací agregát s ozubenými koly	0.12	kW
Zpětné čerpadlo	0.12	kW

2.2.9 Hmotnost

Celková hmotnost	13500	kg
Jednotka výměny nástrojů s upínacím místem a otočným měničem	4100	kg

2.3 Příslušenství

2.3.1 Pojmová definice

Normální příslušenství:

- Dodává se s každým strojem, patří k základní výbavě

Zvláštní příslušenství:

- Dodává se na přání zákazníka (cena za stroj se nevztahuje na zvláštní příslušenství).
- Patří sem rozšiřovací varianty stroje apod.

2.3.2 Normální příslušenství

Patří sem :

- Stavěcí klíny FHS 50165 30 kusů
- Klíč pro kotvové šrouby
- Náhradní tlakové hadice (od průměru 20mm po průměr 40mm)

2.3.3 Zvláštní příslušenství – rozšířená varianta

Upevnění nástrojů	sada
Otočný stůl	1 ks
Upínací deska	1 ks
Dvojitý otočný stůl	1 ks

2.4 Rozměry stroje

Stavební výška	4200 / mm/
Montážní výška	4500 / mm/
Délka	7800 / mm/
Šířka	4100 / mm/

2.5 Řídicí systém

CNC 600-3

2.6 Název stroje, výrobce

Horizontální obráběcí centrum CW 800, výrobce německá firma Heckert

(Jako podklad k vypracování této kapitoly byl použit překlad manuálu ke stroji CW 800. Autor ani název díla nebyl uveden.)

3 NÁVRH TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ ZADANÉ SOUČÁSTI NA OBRÁBĚCÍM CENTRU CW 800

3.1 Identifikace zadané součásti

V rámci této bakalářské práce bylo mým úkolem navrhnout a vytvořit technologické řešení pro zadanou součást na základě fotografické a výkresové dokumentace. Tato součást slouží jako příruba rozvodného potrubí pro zpracování biopaliv.



Obr. 3.1 Neobrobená součást – sání

Výkresová dokumentace zadané součásti – uvedena v příloze č. 1



Obr. 3.2 Obrobená součást – sání

OZNAČENÍ MATERIÁLU ZADANÉ SOUČÁSTI A JEHO VLASTNOSTI

Odlitek : název našeho výrobku: SÁNÍ
 Označení : dle DIN 1691 GG - 25
 dle EN GJL - 250

Tab. 3.1 Tabulka mechanických hodnot

	ŠEDÁ LITINA	
	DIN 1691 : GG - 25	
	EN: GJL - 250	Jednotky
Mez pevnosti v tahu	250	N/mm ²
Tvrdost podle Brinella	HB 30	
Modul pružnosti	105 - 120	N/mm ²
Mez pevnosti v tlaku	700 - 1000	N/mm ²
Pevnost v ohybu	350 - 490	N/mm ²
Mez pevnosti v ohybu	110	N/mm ²
Rázová houževnatost v ohybu	4	J/cm ²
Tepelná vodivost	51	W/mk
Tepelná roztažnost	13	10 ⁻⁶ /K

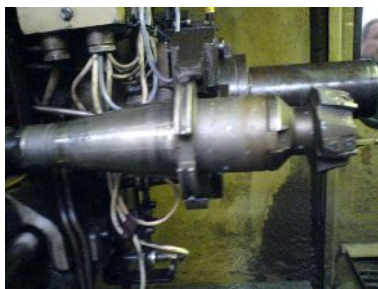
3.2 Technologický postup zadané součásti

- uveden v příloze č. 2

3.3 Nástrojové vybavení CW 800

- Fréza $\varnothing 63\text{mm}$, s vyměnitelnou břitovou destičkou – obr. 3.3

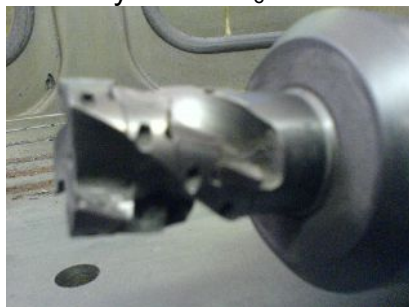
Doporučené řezné podmínky: $v_c = 63 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $n = 320 \text{ ot}/\text{min}$



Obr. 3.3 Fréza $\varnothing 63 \text{ mm}$

- Fréza $\varnothing 33 \text{ mm}$, s vyměnitelnou břitovou destičkou – obr. 3.4

Doporučené řezné podmínky: $v_c = 62 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $n = 600 \text{ ot}/\text{min}$



Obr. 3.4 Fréza $\varnothing 33 \text{ mm}$

- Navrtávák $\varnothing 16 \text{ mm}$,

Doporučené řezné podmínky: $v_c = 40 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$
 $n = 800 \text{ ot}/\text{min}$

- Vrták $\varnothing 12,8 \text{ mm}$,

Doporučené řezné podmínky: $v_c = 24 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$
 $n = 600 \text{ ot}/\text{min}$

- Vrták $\varnothing 9 \text{ mm}$,

Doporučené řezné podmínky: $v_c = 27 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$
 $n = 950 \text{ ot}/\text{min}$

- Závitník M16,

3.4 Program pro výrobu součásti

Program pro výrobu zadané součásti se skládá ze tří dílčích programů a to z důvodu trojího upínání součásti. Tyto programy jsou uvedeny v příloze č.3

ZÁVĚR

Bakalářská práce v souladu se zadáním řeší problematiku CNC obráběcích center a zejména konkrétního typu CW 800. Zabývá se tvorbou technologických podkladů pro výrobu dané součásti na základě výkresové dokumentace. Výsledkem práce je stanovený technologický postup a program pro obrobení součástky sestavený příkazy řídicího systému stroje. Přínos práce lze spatřovat v určitém metodickém návodu, jak řešit problematiku technologické přípravy výroby v případě malých firem vybavených těmito obráběcími centry.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 226 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. HUMÁR, Anton. Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění. 1. vyd. Brno: CCB, 1995. 265 s. ISBN 80- 85825-10-4.
3. KOČMAN, Karel, NĚMEČEK, Petr. Aktuální příručka pro technický úsek.16. aktualizované vyd. Praha: Verlag Dashöfer 2001. 4250 s. ISBN 80-902247-2-
4. KOČMAN, Karel. Speciální technologie. Obrábění. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 228 s. ISBN 80-214-2562-8.
5. KOČMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. Technologie obrábění. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
6. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P. Strojírenská příručka 7.svazek. 1.vyd. Praha: Scientia, spol. s r.o. 1996. 212 s. ISBN 80-7183-024-0.
7. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. Praha: BEN – technická literatura, 2006. 126 s. ISBN 80-7300-207-8.
8. VLACH, B. Technologie obrábění a montáží. 1.vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1990. 472 s. ISBN 80-03-00143-9.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
CNC		Computer Numerical Control– číslicově řízené počítačem
n	min ⁻¹	otáčky
v _c	m. min ⁻¹	řezná rychlost

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkresová dokumentace zadané součásti (1 list)
Příloha 2 Technologický postup (1 list)
Příloha 3 Program pro výrobu součásti (7 listů)