

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

CNC stroje používané při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku

Bakalářská práce

Autor: Milan Šimek

Vedoucí práce: Ing. Jan Bomba, Ph.D.

2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma CNC stroje používané při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku vypracoval samostatně pod vedení Ing. Jana Bomby, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č.111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

Podpis autora

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Šimek

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

CNC stroje používané při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku

Název anglicky

CNC machines used in the production of building joinery products and furniture

Cíle práce

Cílem práce je rozbor problematiky CNC strojů. Dílčími cíly je rozdělení podle technologických parametrů, způsobu obrábění a použití. Zmapování sortimentu CNC strojů na trhu v ČR včetně jejich výroby v ČR.

Metodika

Zmapování výrobních závodů v ČR.

Zmapování trhu s CNC technologiemi v ČR.

Porovnávání vlastností, technických parametrů a rozsahu použití podle různých faktorů.

Věnovat se novým trendům a tomu jak se bude toto odvětví rozvíjet.

Stanovení závěrů.

Doporučený rozsah práce

Text 30 – 40 str., přílohy 10 – 20 str.

Klíčová slova

CNC technologie, počet os, výroba, Česká republika

Doporučené zdroje informací

CNC obráběcí centra dodávaná firmou Epimex

Firemní literatura firmy Houfek a.s.

Firemní literatura firmy Pilart

Informace o strojích – firma Volter

JOSTEN, E. – REICHE, T. – WITTCHEN, B. *Dřevo a jeho obrábění*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2961-9.

Obráběcí centra firem HG GRIMME, Panas, Felder

PAVAS, K. *Truhlářské práce II : [moderní postupy při zpracování dřeva]*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0309-2.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Bomba, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Konzultant

Ing. Jiří Procházka

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2016

doc. Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zpracována na téma „CNC stroje používané při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku“. Na úvod je práce zaměřena na jejich historii a charakteristiku. Další část práce zahrnuje rozdělení a konstrukci CNC strojů, kde jsou stručně popsány jejich jednotlivé části, jako jsou rámy, vodící plochy, upínání obrobku a upínání nástrojů. Práce se dále zabývá programovacími softwary, základy řídicí a regulační techniky dřevoobráběcích CNC strojů a jejich využitím ve výrobě. V poslední části bakalářské práce jsou popisovány řezné nástroje, které se používají pro obráběcí centra.

Klíčová slova: CNC obráběcí stroje, CNC program, CAD/CAM systém, CNC technologie, počet os

ABSTRACT

Bachelor thesis focuses on "CNC machine tools which are used at the production of construction woodworks and furniture." Bachelor thesis is focused on CNC tools history and characteristics. The next part of the work includes the division and constructions of CNC machines, where its individual parts are described. Further bachelor's work deals with programming, basic division and the use of CNC machines. In the last part of the thesis characteristics of cutting tools that are used for machining centers is described.

Keywords: CNC machine tools, CNC software, CAD / CAM system, CNC technology, the number of axes

Obsah

1	Seznam obrázků	4
2	Úvod	5
3	Cíl práce	6
4	Historie CNC strojů	7
5	Základy teorie obrábění	8
5.1	Základní pojmy	8
5.2	Tříska	9
5.3	Sousledné obrábění a nesousledné obrábění.....	9
5.3.1	Sousledné obrábění:	9
5.3.2	Nesousledné obrábění:.....	10
6	Charakteristika CNC strojů.....	11
6.1	Výhody a nevýhody CNC strojů	12
6.2	Konstrukce CNC obráběcích strojů.....	13
6.3	Rámy CNC strojů.....	14
6.3.1	Vodící plochy	14
6.3.2	Kluzná vedení.....	14
6.3.3	Valivá vedení.....	14
6.3.4	Hydrostatická vedení	14
6.4	Servomotory a selsyny	14
6.5	Odměřování dráhy na CNC stroji.....	15
6.5.1	Přímé odměřování	15
6.5.2	Nepřímé odměřování	15
6.6	Upínání obrobku	16
6.6.1	Jednookruhové upínání	16
6.6.2	Dvouokruhové upínání.....	17
6.6.3	Konzolový systém upínání.....	17
6.7	Upínací pouzdra CNC stroje	19
6.7.1	Upínání ISO.....	19
6.7.2	Upínání HSK	20
6.7.3	Upínací kleština	21
6.8	Výměna nástrojů.....	22
6.8.1	Systém s nosnými zásobníky:.....	22
6.8.2	Systém se skladovacími zásobníky:	23
6.9	Zásobníky nástrojů	23

6.10	Základní rozdělení CNC obráběcích strojů	24
6.11	Rozdělení a charakteristika CNC strojů používaných v nábytkářském průmyslu	25
6.11.1	CNC horní frézky	25
6.11.2	CNC obráběcí centra	25
6.11.3	CNC formátovací pily	25
6.11.4	CNC kolíkovací vrtačky	25
6.11.5	CNC stroje na kontinuální obrábění	26
6.11.6	Tvarové CNC olepovačky	26
6.12	Obráběcí nástroj	26
6.12.1	Historický vývoj řezných nástrojů	26
6.12.2	Nástrojové a rychlořezné oceli	27
6.12.3	Slinuté karbidy (tvrdokovy)	27
6.12.4	Diamantové nástroje	28
6.12.5	Řezné nástroje	29
6.12.6	Požadavky kladené na řezné materiály	30
6.12.7	Korekce nástrojů	30
6.12.8	Rozdělení fréz	31
7	Základy řídicí a regulační techniky	32
7.1	Simulace obrábění	32
7.2	Pohyb nástroje (suportů) podle instrukcí programu	33
7.2.1	Řezná rychlost a omezující otáčky	33
7.2.2	Mezní systémy ACC	33
7.3	Souřadnice (řídící osy)	34
7.4	Pracovní rozhraní CNC obráběcích strojů	36
7.5	CAD/CAM systém	37
7.5.1	Využití interpolace typu spline	37
7.5.2	Parametry obrábění pro CAM systémy	38
7.6	3D tiskárny	39
7.6.1	Univerzální CNC křížový stůl	40
8	Průmyslová revoluce 4.0	41
9	České firmy vyrábějící CNC stroje	42
9.1	Společnost Houfek a.s.	42
9.2	Jeřábek s.r.o.	42
10	Firmy dodávající CNC stroje	43
10.1	Firma Pilart s.r.o.	43

10.2	Epimex.....	43
10.3	Panas.....	44
10.4	Italcomma	44
11	Metodika	45
12	Závěr	45
13	Bibliografie	46

1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývojové stupně CNC obráběcích strojů	8
Obrázek 2 Základní řezné pojmy	9
Obrázek 3 Způsoby frézování	10
Obrázek 4 CNC obráběcí centrum ACCORD 30 FX	12
Obrázek 5 Blokové schéma CNC obráběcího stroje	13
Obrázek 6 Přímé a nepřímé odměřování	16
Obrázek 7 Plošné vakuové zařízení.....	17
Obrázek 8 Vakuové upnutí	18
Obrázek 9 Redukční pouzdro a kleštinový upínač s ISO kuželem	19
Obrázek 10 Nevýhody upínání strmým ISO kuželem	20
Obrázek 11 Kleštinový upínač a redukční pouzdro s HSK stopkou	20
Obrázek 12 Upnutí HSK - stav před upnutím (nalevo), stav po upnutí (napravo)	21
Obrázek 13 Druhy HSK upínačů.....	21
Obrázek 14 Upínání nástrojů s válcovou stopkou pomocí kleštinových upínačů	22
Obrázek 15 Zásobník nástrojů obráběcího centra.....	23
Obrázek 16 Drážkovací fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami.....	28
Obrázek 17 Diamantová fréza	29
Obrázek 18 Diamantová fréza – stopková	31
Obrázek 19 Simulace obrábění.....	33
Obrázek 20 Pravidlo pravé ruky.....	34
Obrázek 21 Směry obrábění frézovacího automatu	35
Obrázek 22 Pravoúhlý systém souřadnic s otočnými a posuvnými osami.....	35
Obrázek 23 Imitace pивní sklenice vytištěná z materiálu Buzzed.....	39
Obrázek 24 Cutter speedy	40
Obrázek 25 Frézování 3D modelu robotem	41

2 Úvod

Jako téma ke zpracování své bakalářské práce jsem si zvolil CNC stroje používané při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku. Zkratka CNC vznikla z anglických slov Computer Numerical Control. Touto zkratkou se označují počítačem řízené stroje. Podnětem k jejich vývoji byl požadavek na ulehčení práce při výrobě jak jednoduchých, tak i složitých výrobků a dosažení vysoké přesnosti, jakosti povrchu a požadovaného tvaru v nejvyšší kvalitě za co nejkratší dobu a to při minimálních nákladech. Technologie obrábění je jedním z nejrozšířenějších způsobů zpracování materiálů na bázi dřeva. Od počátku výroby obráběcích strojů, až po současnost dosáhl jejich vývoj výrazných změn. Nejdříve se používaly ruční nástroje na opracování materiálu, poté konvenční obráběcí stroje (frézky, dlabačky, vrtačky, soustruhy atd.) a v dnešní době nejmodernější číslicově řízené obráběcí stroje (CNC).

Vysoké nároky na přesnost jsou důležitým aspektem výroby na CNC strojích. Na nástroje používané pro CNC stroje jsou kladeny vysoké požadavky a to především při plném využití rychlosti a přesnosti CNC strojů při obrábění materiálu. Mezi požadavky patří např. větší odolnost proti opotřebení, možnost obrábění při vysokých posuvných rychlostech, snadná výměna řezných nástrojů aj. Řezné materiály se s vývojem technologie obrábění dřeva zdokonalovaly a vyvíjely se alternativy a materiály na jejich zhotovení až do dnešní doby. Nejprve byly používány nástrojové oceli, následovaly rychlořezné oceli a v poslední řadě materiály pro výrobu vyměnitelných břitových destiček (např. slinuté karbidy).

V bakalářské práci je kladen důraz na CNC obráběcí stroje, které s ohledem na zvyšující se nároky na technologii obrábění a složitostí výrobků postupně nahrazují tradiční (konvenční) obráběcí stroje, umožňují dřevozpracujícím podnikům uspokojit náročné požadavky odběratelů a tržně uspět mezi konkurenčními podniky.

Další vývoj CNC techniky se ubírá směrem k čím dál větší produktivitě práce a zvýšením řezných výkonů. Proto se dnes začíná používat pojem HPC (High Performance Cutting), při kterém se využívá vysokých řezných rychlostí s velkou hodnotou posuvu a hloubky třísky.

(Fitzpatrick, 2014)

3 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je popis a rozdělení počítačem řízených obráběcích strojů (CNC), s důrazem na využití jejich předností ve výrobě, charakteristika pojmu CNC obráběcí stroj a technologie CNC obrábění. Charakterizovat CNC obrábění a řízení strojů, věnovat se druhům programovacích softwarů a nastavení CNC strojů pro jejich použití při výrobě stavebně truhlářských výrobků. Toto jsou důležité aspekty práce na obráběcích centrech, mezi které patří i simulace obrábění a korekce nástrojů.

Dílčím cílem této práce je popis obráběcích nástrojů používaných pro CNC stroje a vliv opotřebení nástrojů na přesnost výroby. V neposlední řadě jsou zmíněny i vybrané české firmy, které se zabývají výrobou CNC strojů. Dále si kladu za cíl popsání vybraných dodavatelských firem, které dováží své produkty do České republiky.

4 Historie CNC strojů

Vznik a vývoj CNC obráběcích strojů začal rozvojem automatizace, která byla nutná k zefektivnění sériové a hromadné výroby. První automatizované stroje vznikly koncem 19. století. Byly řízeny pomocí vačkových kotoučů, hydraulického a elektrického ovládacího panelu. Později se začalo využívat koncových spínačů, které kopírovaly tvar daného modelu.

K velkému rozvoji automatizace přispěl značnou měrou letecký průmysl. Ve 40. letech 20. století bylo v USA bezpodmínečně nutné docílit zjednodušení a zrychlení výroby různých druhů tvarově složitých dílců.

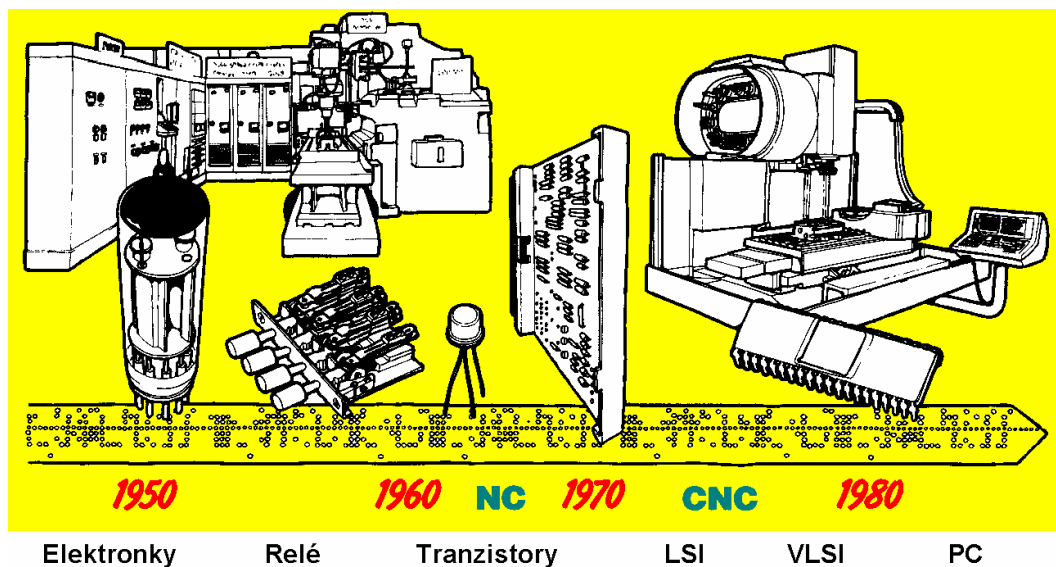
Do modernizace technologie výroby zasáhl rozhodujícím způsobem mechanik John Parsons, který použil k řízení stroje děrné štítky. Tento vynález je základ pro číslicové řízení strojů NC (Numerical Control). (Jaroš, 2000) (Kříž, 2011)

Další velký pokrok v tomto odvětví přišel s vývojem servomotorů, což jsou pohony s velkým regulačním rozsahem. S jejich rozvojem se začaly vyrábět první NC stroje. To odstartovalo velký rozvoj a rozšíření NC techniky v USA a v Evropě. Příkazy k řídicímu panelu byly uloženy na již zmiňované děrné štítky, pásky anebo na magnetické pásce.

V následujícím vývoji automatizace bylo nutné vyřešit automatickou výměnu obráběcích nástrojů. Stroje měly zásobníky se škálou nástrojů, pomocí dvojitého uchopování bylo možné do zásobníku použitý nástroj vrátit a uchopit jiný podle identifikačních kódovacích kroužků, které byly umístěny na držácích.

Pro použití ve dřevozpracujícím průmyslu se poprvé začala testovat obráběcí centra v 80. letech 20. století. Velký rozmach nastal však až ve 21. století. Do té doby vlastnily CNC stroje jenom středně velké a velké firmy, důvodem byla vysoká pořizovací cena. V dnešní době je již mohou vzhledem k cenové dostupnosti využívat i malé firmy a to především za účelem různorodosti a zefektivnění výrobních operací. (Marek, a další, 2010)

V dnešní době jsou CNC stroje řízené mikropočítačem, který se realizuje sjednocením HW a SW (Hardware, Software). Vývoj pokročil k integrování CAD/CAM systému a dále se zvyšuje kompatibilita s externími počítačovými zařízeními. Velkou předností CNC strojů je snadný přechod mezi vyráběným druhem jednoho typu výrobku na jiný. Univerzálnost výrobního procesu je podnícena automatickým chodem a regulací jeho chodu, dále ovládním všech funkcí (nastavení pohybových rychlostí, otáček nástroje, automatická výměna nástroje). (Šimek, 2012)



Obrázek 1 Vývojové stupně CNC obráběcích strojů

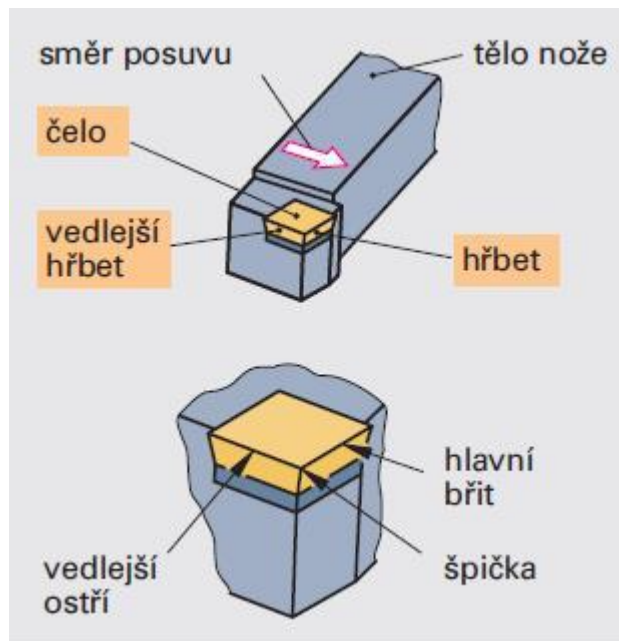
(Koňář, 2007)

5 Základy teorie obrábění

Obrábění je technologický proces, kterým se vytváří povrchy požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti oddělováním částic nebo částí materiálu mechanickými, elektrickými, chemickými aj. pochody. Oddělování částic nebo částí materiálu ve tvaru třísky mechanickými pochody břítem obráběcího nástroje označujeme jako řezání.

5.1 Základní pojmy

- Obrobek – je obráběný předmět
- Obráběná plocha – je část povrchu odstraňovaného obráběním
- Obrobená plocha – je plocha obrobku vznikající při obrábění
- Plocha řezu – je plocha vznikající těsně za břítem nástroje, tvoří přechod mezi obráběnou a obrobenou plochou
- Řezný pohyb – je relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem, vytvářející proces obrábění
- Hlavní pohyb – je složkou řezného pohybu a uskutečňuje se základním pohybem stroje
- Posuv – je pohyb nástroje nebo obrobku, který současně s hlavním pohybem umožňuje postupné oddělování třísek
- Řezná rychlost - je dána rychlostí řezného pohybu (m/min^{-1})
- Hloubka řezu - je dána vzdáleností mezi obrobenou a obráběnou plochou a měří se kolmo na obrobenou plochu



Obrázek 2 Základní řezné pojmy

http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2835

20.2.2017

5.2 Tříska

Charakter řezného procesu a tím i vytváření třísky závisí hlavně na fyzikálních vlastnostech obráběného materiálu a na řezných podmínkách. U nekystalických látek (dřevo, plastické hmoty apod.) se odděluje tříska křehkým lomem nebo štěpením, není plasticky deformována – je netvářená. (Vlach, 1986)

5.3 Sousledné obrábění a nesousledné obrábění

Při tvorbě obráběcího cyklu, zejména při frézování kontury (vnější a vnitřní) musí programátor rozhodnout, kterým směrem se bude odebírat materiál – teda jak frézovat, jestli sousledně nebo nesousledně.

5.3.1 Sousledné obrábění:

Směr posuvu a směr řezného pohybu zubu (rotace frézy) mají stejný směr.

Výhody: Břit zubu zabírá výhodněji na maximální tloušťce třísky, která se zmenšuje do nulové hodnoty na konci řezu – působí zde především řezné síly, které vtahují frézu do řezu a tím obrobek přidržují z hlediska jeho způsobu upnutí. Náráz zubu frézy do obráběného materiálu lze částečně eliminovat postupným záběrem. Sousledné frézování má pozitivní vliv na vyšší trvanlivost břitu a nejsou zde vůle mezi maticí a šroubem u ložiska vedení.

Nevýhody: Toto technologické řešení je nevýhodné u univerzálních strojů s vodícím trapézovým šroubem, kde tento způsob obrábění způsobuje trhavý pohyb stolu (případný nechtěný pohyb obráběného materiálu).

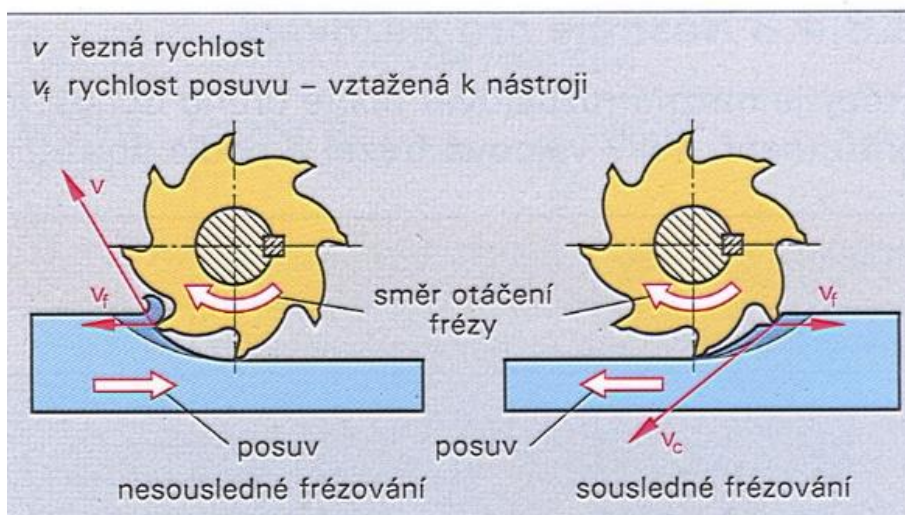
5.3.2 Nesousledné obrábění:

ostří zabírá zdola nahoru, směr posuvu působí proti řeznému pohybu zubu nástroje (proti rotaci frézy).

Výhody: Síly posuvu a řezu působí proti sobě, tím se zmenšuje vůle zejména šroubu a matice ložisek. Tento způsob obrábění se využívá hlavně u univerzálních strojů s vodícím trapézovým šroubem (asi z 90%).

Nevýhody: Břit zubu zabírá na nulové tloušťce třísky, tedy dře (prokluzuje) a posléze odebírá třísku (ostří se rychleji otupí). Tříska se odebírá od nuly do tloušťky na konci řezu – obrobek je frézou nadzvedáván.

(Štulpa, 2015)



Obrázek 3 Způsoby frézování

<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1824>

20.2.2017

6 Charakteristika CNC strojů

Číslicově řízený obráběcí stroj je obráběcí stroj, který má průběh pracovního procesu řízen číslicově svými informacemi o **směru, dráze a pohybu pracovních prvků, řezných podmínkách a pomocných funkcí.**

Tato zdrojová data jsou zaznamenávána ve formě čísel a písmen, zakódovány a postupně předávány řídicímu systému stroje nosičem informací (**NC** obráběcí stroje) nebo prostřednictvím počítače (**CNC** obráběcí stroje). NC (Numerical Control) obráběcí stroje používají děrné štítky a pásy, magnetické pásy, CNC (Computer Numerical Control) obráběcí stroje používají pevné disky (harddisky), pro přenos po pevné datové lince, (popřípadě diskety).

Číslicově řízený obráběcí stroj je konstrukčně upravený obráběcí stroj doplněný o číslicový řídicí systém, který umožňuje:

1. **řídí dráhu nástroje vůči obrobku** (tzv. geometrie obrábění)
2. **nastavit správné technologické podmínky obrábění** – (rychlost posuvu, otáčky, druh nástroje, hloubku řezu, chlazení, start-stop včetně atd.) (Řezníček L., 2001)

CNC obráběcí stroje– v opracování dřeva se obvykle skládají ze zařízení pro upnutí obrobku, obráběcích agregátů a řídicího pultu. Obrobek je uložen vodorovně, případně se vodorovně pohybuje. Existují vrtací, frézovací, řezací agregáty, pevné nebo pohyblivé.

Použití nástroje a pracovní pohyby jednotlivých agregátů jsou řízeny počítačem a postup je zadáván prostřednictvím řídicího pultu. Průběh programu může být sledován na obrazovce mimo pracovní místo a může být kdykoliv zastaven nebo korigován.

Novější stroje mají rovněž samostatnou správu nástrojů. Nevyužívané nástrojové hlavy jsou umístěny v zásobníku a jsou připraveny k použití. Jestliže to vyžaduje průběh programu, jsou nástroje vyhledány počítačem řízenou upínací hlavou, upnuty a následně dopraveny do pracovní polohy.

Průběh práce:

- Obrobky jsou vakuově upnuty nebo transportovány elektrickými dopravníky
- Nástroje jsou podle systému upínání mechanicky nebo vakuově upínány
- Otáčky včetně jsou upravovány měniči frekvence
- Pracovní pohyby včetně probíhají pneumaticky nebo elektricky
- Piliny jsou odsávány přímo na místě vzniku flexibilními hadicemi z umělé hmoty

(Elmar Josten, 2010)

6.1 Výhody a nevýhody CNC strojů

Výhody

- zrychlení procesu opracování
- zvýšená přesnost a kvalita opracování
- zvýšení efektivity práce
- automatizace výrobního procesu
- snížení počtu zaměstnanců potřebných k výrobě
- nepřetržitý provoz
- urychlení všech technologických operací
- větší rozsah sortimentu
- možnost zapojení stroje do výrobní linky
- pružnost výroby a přizpůsobení se novému výrobnímu plánu
- snížení technologických přestávek nutných k nastavení stroje a nástroje

Nevýhody

- nutnost odborné obsluhy
- vysoké pořizovací náklady a provoz
- nižší rychlost obrábění v porovnání s velkosériovou výrobou na specializovaných strojích
- velké nároky na pomocné strojní vybavení (kompresor, odsávání, vývěva)

(Novotný, 2015)



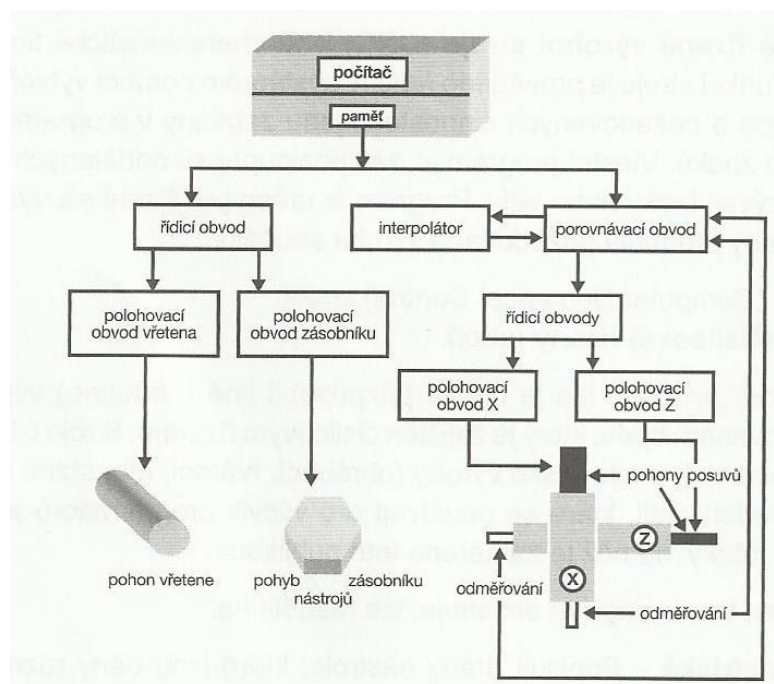
Obrázek 4 CNC obráběcí centrum ACCORD 30 FX

<http://www.panas.cz/katalog/cnc-obrabeci-centra>

6.2 Konstrukce CNC obráběcích strojů

Konstrukce těchto strojů se především vyznačuje vysokou tuhostí a přesností provedení, jsou navrženy tak, aby nedocházelo k oteplování jednotlivých uzlů stroje (tzv. stabilizace teploty). Z důvodu optimálně hospodárného režimního režimu se užívají pohony s velkým regulačním rozsahem (servopohony), a to hlavně pro pohon vřeten, tak i pro pohon posuvů. Vysoká odolnost vůči opotřebení je dosažena užitím valivých prvků ve vedení případně hydrostatickým vedením. Pro zajištění možnosti obrobení z více stran při jednom upnutí bývají u CNC strojů užívány otočné a naklápěcí pracovní stoly. Pro omezení vedlejšího času mají CNC stroje systémy automatické výměny obrobků. Stroj je uzpůsoben pro automatický odvod dřevěných třísek. (Marek, 2006)

Uspořádání konstrukčních prvků má každý výrobce svoje, ale vždy je pracovní prostor chráněn bezpečnostním rámem nebo zakrytý bezpečnostními dveřmi (víkem), hlavně z důvodu bezpečnosti obsluhy se musí při otevření dveří pracovního prostoru okamžitě zastavit jakékoli pohyby vřeten a suportů. U svislých frézek stůl koná posuvy ve dvou směrech (X, Y) a vřeteník koná přísun (Z). U soustružení je obvyklé, že lože je vykloněné od horizontální roviny a nástroj obrábí za osou vřetena. (Koňář, 2007), (Pabla, a další, 2005)



Obrázek 5 Blokové schéma CNC obráběcího stroje

(Štulpa, 2015)

6.3 Rámy CNC strojů

Lože i stojany, popřípadě příčnick, sloupy a konzole jsou základní části rámu CNC obráběcího stroje. Na jejich tuhosti, dynamické stabilitě, odolnosti proti opotřebením vodících ploch a stálosti tvaru závisí přesnost obrábění. Jako konstrukční materiály rámu lze použít různé materiály, nejčastěji šedou litinu, ocel a ocelolitinu, ale v dnešní době se stále častěji používají i neželezné materiály.

6.3.1 Vodící plochy

Důležitá část obráběcího stroje, ovlivňuje přímo důležité parametry, jako je tuhost, přesnost a životnost. Podle druhu tření vzájemně pohybuujících se ploch lze vedení rozdělit:

6.3.2 Kluzná vedení

Používají se především u strojů menších velikostí a tam, kde je potřeba vyšší tlumicí schopnosti proti vzniku samobuzeného chvění při obrábění. Nevýhodou je vyšší součinitel tření ($f=0,1$) a především větší třecí síly za klidu a za pochodu stroje, což se nepříznivě projevuje zvýšenou necitlivostí najíždění.

6.3.3 Valivá vedení

Použití především u strojů s vysokými nároky na citlivost přestavení větších hmot. Velkou předností je malý a konstantní součinitel tření ($f=0,01$), malé nároky na mazání a trvalá přesnost. Nevýhodou je menší tlumivá schopnost, menší tuhost, vysoké nároky na přesnost výroby a na čistotu vodících ploch. Pro kratší zdvihy se používají válečky, uložené v plechové kleci. Pro delší zdvihy je nutné použít valivých hnízd s obíhajícími válečky.

6.3.4 Hydrostatická vedení

Používají se u středních a velkých strojů s vysokými nároky na přesnost. Vyznačují se velmi malým a konstantním součinitelem tření ($f=0,0002$) a minimálním opotřebením. Nevýhodou je drahý hydraulický agregát s potřebnou stabilizací teploty a potíže se zpětným odvodem oleje z vodících ploch. (Jan Karlíček, 1983)

6.4 Servomotory a selsyny

Překážkou pro kompletní automatizaci byla požadovaná tolerance během procesu obrábění, která je běžně v řádech tisícín palce. Klíčový vývoj v této oblasti bylo zavedení servomechanismu, které vytváří velmi přesné informace o měření. Nasazením dvou servomechanismů spolu vznikl **selsyn**, kde pohybu vzdáleného serva odpovídá jiný. Pomocí mechanických či elektrických systémů mohou být selsyny čteny a pomoci tak zajistit řádný pohyb (tvoří tak zvanou uzavřenou smyčku řídicího systému).

(Marek, 2006), (Žák, 2015)

6.5 Odměrování dráhy na CNC stroji

Pro odměrování polohy nástroje vzhledem k nulovému bodu obrobku (stroje) používáme snímače polohy. Tato zařízení patří k nejdůležitějším částem číslicově řízených strojů, jelikož se podílejí na celkové kvalitě obrábění a přesnosti CNC strojů – a tím i na výsledné přesnosti obrobku.

Délka pohybu je dána množstvím pulzů do motoru suportu. Jeden pulz=jeden inkrement. Charakteristický parametr odměrovacích systémů je základní inkrement, což je nejmenší rozlišitelná délková míra (jednotka). Inkrement by mělo být v ideálním případě celé číslo, ale moderní CNC systémy umí zpracovávat i obecnou velikost inkrementu.

Lineární odměrovací polohy:

Podle druhu odměrovacího signálu:

- Fotoelektrické
- Induktivní
- Magnetické
- Laserové

Podle způsobu:

- Přímé
- Nepřímé

Podle druhu získané informace:

- Inkrementální
- Absolutní

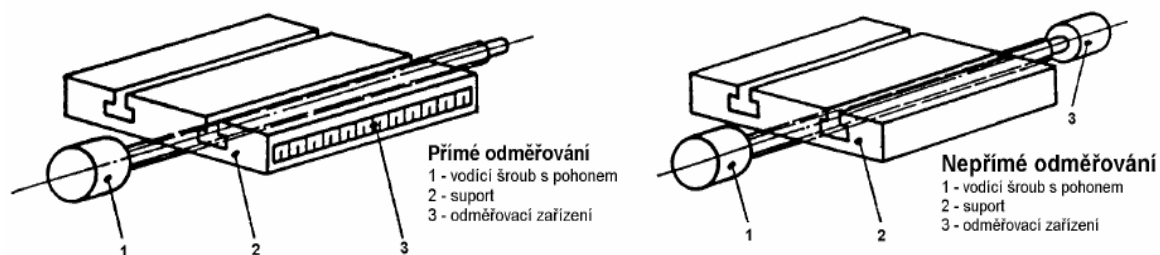
6.5.1 Přímé odměrování

Snímač snímá skutečnou polohu stolu CNC obráběcího stroje inkrementálně, nebo v absolutních hodnotách. Pohybující se část posuvné souřadnice je spojena s jezdcem pravítka. Využívá lineární odměrovací systém, který je vybaven měřítkem s fotoelektrickým snímáním jako ztělesněním míry tzv. uzavřená vazba. Velkou výhodou je dlouhodobá stabilita a přesnost.

6.5.2 Nepřímé odměrování

U nepřímého odměrování se neodměřuje poloha pohybuující se částí obráběcího stroje, ale jenom poloha pohybového mechanismu. Snímač je napojený na konec kuličkového šroubu - používá se buď rotačního odměrování polohy, nebo signálu z odměrování vestavěného do AC servomotoru. Tento způsob se používá u strojů s menšími zdvihy. Nevýhodou je, že přesnost polohy je ovlivněna zejména teplotními dilatacemi. Výhodou je jednodušší konstrukční řešení a nižší pořizovací cena.

(Štulpa, 2015)



Obrázek 6 Přímé a nepřímé odměřování

(Řezníček L., 2001)

6.6 Upínání obrobku

Upnutí obrobku musí na CNC stroji zajistit pro každou obráběnou součást v dávce stejnou polohu. Musí rovněž vykazovat dostatečnou pevnost, aniž by docházelo k nežádoucím deformacím obrobků. (Vlach, 1982)

Základní jednotky a vztahy mezi nimi

Běžně používané jednotky tlaku jsou Pascal a bar.

$$>100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$$

$$>1 \text{ hPa} = 1 \text{ mbar}$$

$$>1 \text{ mbar} = 0,001 \text{ bar}$$

Vakuové upínací systémy

Slouží především pro obrábění dřeva, umělohmotného a nekovového materiálu na CNC strojích. Využívá se zde přednosti vakuového systému s manipulační jednoduchostí. Zvyšuje se tím produktivita a hospodárnost a navíc nevzniká ani minimální poškození při upínání obrobku, další předností je plynulejší a rychlejší přizpůsobení na jiný rozměr následujícího obrobku. Tento systém upínání umožňuje rychlou a jednoduchou manipulaci u různých dimenzí a rozměrů obrobku – zkracuje přípravný čas.

6.6.1 Jednookruhové upínání

Vakuové bloky jsou předem upevněny na konzolách prostřednictvím vodících lišt a zajištěny proti pohybu během instalace. Jeden okruh v praxi znamená, že se vakuové upínky nastaví na předem zvolená místa a teprve poté se spustí odsávací systém, do té doby se dá s upínkami pohybovat po konzoli. Tento způsob má přednosti hlavně ve velkých upínacích silách a velké absorpci smykových sil.

6.6.2 Dvouokruhové upínání

Pro kvalitní upnutí obrobku je důležitá přesná instalace upínek na konzole. Proto se vyvinul systém dvou okruhů. První okruh slouží k upevnění upínek na konzoli a druhý okruh na upínání samotného obrobku. Tento způsob vyniká vysokou přesností ve výrobním procesu a snížením času při instalaci upnutí.

Nejmodernější upínací systémy jsou vybaveny automatickým pojezdem upínek, který mění umístění upínek podle výkresové dokumentace. Toto řešení je vhodné do automatizovaných linek, protože nepotřebuje zásah obsluhy.

(www.schmalz.com, 2017)



Obrázek 7 Plošné vakuové zařízení

www.schmalz.com

21.2.2017

6.6.3 Konzolový systém upínání

Jedná se o podtlakové upínací jednotky. Vkládají se do rámu pracovního pole CNC stroje. Dají se použít jak na rovné, tak i na obloukové dílce. Většinou se jedná o mechanické upínání dílců pro výrobu oken a dveří. Na jedno upnutí je možné dosáhnout kompletního opracování dílce z jedné strany a obou čel, většinou se používá i tzv. předupínání, které umožní obrobit i poslední podélnou stranu. (Brlica, 2010), (Ampapa, 2016)

Pojem vakuové upínání

Při vakuovém upínání se vytváří podtlak pod upnutým obrobkem. Vzniká tak zvaný tlakový rozdíl mezi obrobkem a upínací deskou. Tím je obrobek přitlačován na vakuový stůl a ne jak je někdy nesprávně uvedeno – že je vysáván. Posuvná síla obrobku je přímo závislá na drsnosti povrchu obrobku, tlakovému rozdílu a odsávané ploše. Větší odsávaná plocha znamená výhodnější přídržnou sílu.

Vznik upínací síly ve vakuu

Na všechny plochy každého tělesa působí okolní atmosférický tlak cca. 1 bar (100 kPa). Za pomoci Venturiho trysky případně externího vakuového čerpadla je vzduch pod upínaným obrobkem odsáván a to vede ke snížení tlakového zatížení. Okolní tlak na zbytek obrobku působí stejně a přitlačuje obrobek na upínací desku v závislosti na tlaku vakua.

Podle pravidla 0,7 – 0,8 bar, tak vznikne např. vakuum cca 200 mbar (absolutní tlak). Tím vzniká tlakový rozdíl 800 mbar (cca 0,8 kPa/cm²), který působí na obrobek. Upínací síla je tedy přímo závislá na upínací ploše.

Vakuum je stav v prostoru, ve kterém nejsou žádné volné částice. V praxi se za vakuum považuje nižší tlak vzduchu, než je atmosférický tlak.

Výpočtové vzorce

>Síla = tlak x plocha

> $F(N) = \text{bar} \times A (\text{m}^2) \times 10^5$

>1 bar = 10 N / cm²

(Vakuum, 2010)



Obrázek 8 Vakuové upnutí

http://www.naros.cz/katalog/Prospekt_Vakuum_CZ.pdf

6.7 Upínací pouzdra CNC stroje

Spojení nástrojů nebo držáků nástrojů s vřetenem stroje, se provádí pomocí držáků, které mají stejný typ stopky jako má vřeteno stroje. Postupem času vlivem čím dál vyšší automatizace strojů se přechází na co nejspolehlivější a nejtěžší upínání nástrojů. Velkou měrou je ovlivněna koupě pořizovací cenou a ekologičností výroby. Proto mezi nejrozšířenější upínací systémy se řadí už zaběhlé rozhraní jako je systém ISO a HSK.

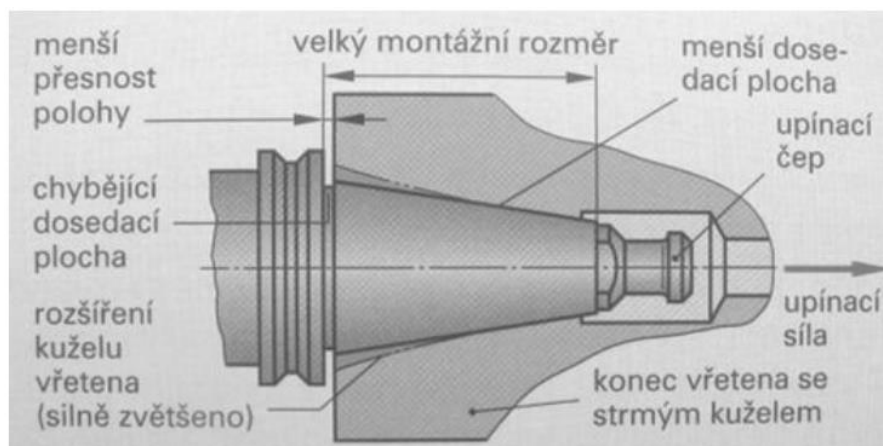
6.7.1 Upínání ISO

Hlavním znakem tzv. ISO upínání je metrický strmý kužel na upínacím trnu s určitým poměrem kuželovitosti. Krouticí moment přenáší kužel z vřetene stroje na trn. Přenos krouticí síly nepřenáší pouze kužel vřetene, ale také unášecí kameny umístěné na čele vřetene stroje. Ty přesně zapadají do vybrání na nákržku trnu. Hlavní výhodou je symetrická konstrukce a tím také i jednoduchá výroba. Snadné nasazování a uvolňování je možné díky velkému sklonu kuželovitosti (není samosvorný jako Morse kužel).



Obrázek 9 Redukční pouzdro a kleštinový upínač s ISO kuželem

Každé vřeteno má pro sebe pevně dané velikosti kužele, které nejdou podle potřeby měnit. Proto je nezbytné použít trn stejného rozměru. Je to určitá nevýhoda, protože v praxi není možno použít univerzální trn z jiného stroje s rozdílným rozměrem ISO kužele. Tento nedostatek mohou odstranit redukční pouzdra. Jejich použitím se však kužel jenom zmenší, nikoliv naopak. Největší nevýhodou je nejistá axiální síla a tuhost uložení. Stále se však jedná o nejrozšířenější upínací systém při obrábění a to hlavně kvůli nízké pořizovací ceně.



Obrázek 10 Nevýhody upínání strmým ISO kuželem

6.7.2 Upínání HSK

Upínací systém HSK funguje na principu kombinace axiální upínací síly a kuželové stopky. Funguje na podobném principu spojení s vřetenem jako u ISO upínání. Velký rozdíl je v dosednutí kuželové a čelní plochy držáku na vřeteno stroje, to zapříčiňuje tužší upnutí nástroje. Dosednutí čelní plochy má strmý kužel a oproti ISO systému menší rozměry a dovoluje mít vnitřní vybrání. Ke snazší manipulaci přispívá nižší hmotnost upínacího systému. U třískového obrábění je tento upínací systém velmi rozšířený, protože dovoluje spolehlivější upnutí než systém ISO.



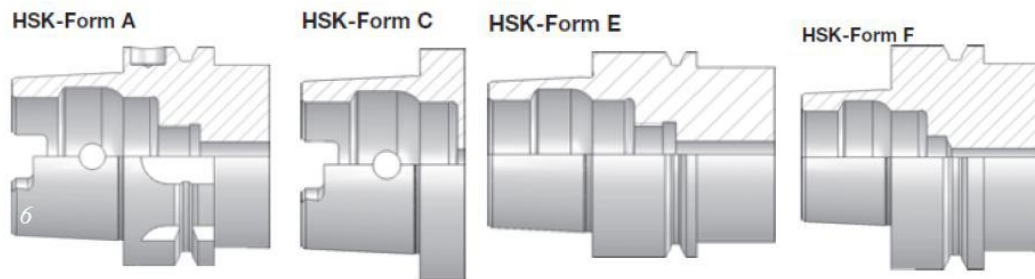
Obrázek 11 Kleštinový upínač a redukční pouzdro s HSK stopkou

Přenos kroutící síly je umožněn tvarovým stykem pomocí dvou stejně širokých a různě hlubokých upínacích drážek na koncové části stopky. Díky rovinnému dotyku se axiálně fixuje HSK upínač a ke zvýšení tuhosti při zatížení ohybem. K radiální fixaci upínače pomáhá dutá kuželová stopka. Jak už bylo řečeno HSK upínání je kombinace kuželové a čelní dose- dací plochy, proto jsou kladeny vysoké nároky na přesnost výroby. Výrobci musí používat speciální kontrolní a výrobní technologie a to má velký vliv na pořizovací cenu.



Obrázek 12 Upnutí HSK - stav před upnutím (nalevo), stav po upnutí (napravo)

HSK upínačů existuje celá řada a vyrábí se v několika modifikacích. Druh A je se používá u obráběcích center s automatickou výměnou nástrojů. Druh C preferovaný pro manuální upínání. Druh E je určený pro vysokorychlostní (HSC) obrábění, při kterém otáčky vřetene přesahují 25000 min^{-1} . Také druh F, který je určený pro precizní obrábění dřeva, kde otáčky vřetene přesahují 20000 min^{-1} .



Obrázek 13 Druhy HSK upínačů

(Komárek, 2011)

6.7.3 Upínací kleština

Touto metodou se upínají tyčové nástroje menších průměrů. Otvor v kleštině se tvarem přizpůsobí tvaru obrobku, který se do ní upíná za vnější válcovou plochu. Kleština má kuželový tvar a je vyrobena z kalené oceli. Čelisti se svírají zároveň tím upínají nástrojový materiál, pomocí tažného šroubu, kterým kleštinu vtáhne do kuželové dutiny tělesa hlavy. Aby nebylo potřeba velké posouvací síly, tak na sebe nedosedají celou plochou, ale jen okraji. Jednou z předností kleštin je, že nepoškozuje povrch obráběcího nástroje. Tento způsob upnutí nástroje zaručuje správnou souosost upnutého nástroje. Nevýhodou je menší rozsah jmenovitých průměrů kleštin.



Obrázek 14 Upínání nástrojů s válcovou stopkou pomocí kleštinových upínačů

<http://www.koran-rankov.cz/>

(21.2.2017)

(Kamenická, 2013)

6.8 Výměna nástrojů

Skupina uzlů pro polohování, manipulaci a upnutí nástrojových jednotek v pracovním prostoru obráběcího centra plní potřebu automatické výměny nástrojů.

Požadavky na konstrukční provedení:

- Minimální čas výměny nástroje
- Funkční spolehlivost s ohledem na počet výměn
- Kapacita zásobníku pro danou oblast využití
- Úsporné prostorové využití

Automatická výměna nástrojů ze zásobníku jsou různé konstrukce:

6.8.1 Systém s nosnými zásobníky:

(přenášejí řeznou sílu)

- revolverové nástrojové hlavy (osa otáčení může být různě orientovaná např. vodorovně, příčně, svisle, šikmo atd.)

- výměna vřeten s upnutými nástroji (popřípadě obrobky, nejčastěji vřeteno umístěné v otočném bubnu např. vícevřetenové CNC soustruhy)

6.8.2 Systém se skladovacími zásobníky:

(nepřenáší žádnou řeznou sílu)

- zásobník může být řešen jako **kotoučový** (kapacita do cca 150 nástrojů)
- součástí tohoto systému je manipulátor k výměně nástroje ze zásobníku do hlavního vřetene a naopak (čas na výměnu je obvykle 3 – 8 sekund)
- při výměně se provádí kódování nástrojů nebo nástrojových držáků

(Kříž, 2011)

6.9 Zásobníky nástrojů

Zásobníky nástrojů jsou podle typu výrobního zaměření stroje rozdílné konstrukce:

Frézky: mívají v závislosti na účelu své konstrukce různá řešení:

- Bubnové otočné nástrojové hlavy umístěné mimo hlavní vřeteno – nástroje se standardně vyměňují mezi vřetenem a zásobníkem, a to manipulátorem s dvěma rameny.
- Zásobníky: bývají v různém provedení:
 - Pásové: obvykle je natočením pásu s nástroji přichytán nástroj pro použití na stroji už v předstihu připraven. Manipulátor poté provede samotnou výměnu nástroji uvnitř vřetene.
 - Regálové: manipulátor před použitím připraví ze skladovaného místa nástroj do bližší polohy, pro připravovanou výměnu jiným manipulátorem do vřetene.

(Štulpa, 2015)



Obrázek 15 Zásobník nástrojů obráběcího centra

<http://www.tekma.cz/rover-a/>

6.10 Základní rozdělení CNC obráběcích strojů

Podle specializace:

Jednoúčelové – při jednom upnutí obrobku lze vykonávat pouze jeden druh operace (soustruhy, frézky, vrtačky, brusky)

Víceúčelové – na obrobku se provádí více druhů operací při jednom upnutí

Podle druhu operace:

- vrtací
- formátovací
- soustružnická
- frézovací
- brousící
- olepovací

Hlavní pohyb (obrobek):

- soustruh
- bruska
- frézka

Podle způsobu řízení:

- NC (Numerical Control)
- CNC (Computer numerical Control)
- DNC (Direct Numerical Control)

Kinematika:

- sériová
- paralelní
- smíšená

Technologie odebrání třísek:

- vysokorychlostní (HSC)
- vysokovýkonné (HPC)

(Marek, 2006)

6.11 Rozdělení a charakteristika CNC strojů používaných v nábytkářském průmyslu

Rozdělení podle typu obrábění dělíme CNC obráběcí stroje na horní frézky, obráběcí centra, formátovací pily, vrtačky a stroje s kontinuálním obráběním.

6.11.1 CNC horní frézky

Jsou základním typem CNC obráběcích strojů vybavených pracovním stolem, na kterém se pevně upínají obrobky. Ty jsou následně obráběny pohybujiícím se vrtákem nebo frézou. Díky rozdílnému ovládní je vrtání nebo frézování prováděno přímočaře, výřezově nebo kruhově. CNC horní frézky bývají vybaveny jedním až třemi pracovními vřeteny a možností automatické výměny nástrojů. Ta výrazně zkrátí neproduktivní časy ve výrobě.

6.11.2 CNC obráběcí centra

Jsou to univerzální stroje, na kterých je možné provádět kompletní opracování obrobku. Veškeré pracovní operace se provádí na jedno upnutí, což značně zkracuje celý výrobní cyklus. CNC obráběcí centra jsou dnes velice oblíbené stroje, které využívají velké firmy, ale dnes se stává dostupným i pro menší podnikatele. K tomuto faktu přispívá i stavebnicový systém, který je dnes typický a díky němu je možné každé centrum osadit libovolnými nástroji a agregáty, a tím uzpůsobit potřebám jednotlivých firem. Centra je možné vybavit vrtacími nástroji, pilovými kotouči nebo frézami. Stroj lze také na přání zákazníka osadit brusnými agregáty, které brousí tvarově složitě obrobky hned po vyfrézování. Některé stroje tohoto druhu lze osadit i olepovačkou hran, která dokáže olepovat plošné tvarové dílce.

6.11.3 CNC formátovací pily

Jsou využívány k dělení velkoplošných formátů na požadované menší přířezy. Po předání informací řídicímu systému pily je nejdříve bezpodmínečně nutné vytvořit správný nářezový plán, který je optimalizovaný pro daný druh výroby. U CNC formátovacích pil je uložení agregátu provedeno horním nebo spodním způsobem. U horních neboli portálových pil je většinou otáčecí pilový agregát, který umožňuje podélné a příčné dělení materiálu bez otáčení obrobku. Moderní pily dokážou dělit více velkoplošných desek na jeden řez, což je vhodné do velkosériové výroby.

6.11.4 CNC kolíkovací vrtačky

Jsou stroje, které se využívají především k opracování plošných dílců. Jejich konstrukce je oproti frézám lehčí a jednodušší, a to díky menším pracovním silám. Jsou většinou vybaveny podavači dílů, které většinou umožňují z jedné strany dílec vkládat a z druhé strany vyjímat materiál. Další důležitou součástí CNC vrtaček jsou nosiče vrtacích agregátů, pomocí nichž je stroj zároveň schopný vyvrtat otvory do plochy, a i do hran obrobku. Každý vrtací agregát je vybaven požadovaným počtem vrtacích vřeten tak, aby bylo docíleno co největší efektivity práce s co nejmenšími nevyrobními časy. (Král, 2008)

6.11.5 CNC stroje na kontinuální obrábění

Obrábění se uskutečňuje při současném posuvu obrobku. Těchto typů strojů se využívá především k obrábění bočních ploch a hran. Stroj je osazen několika obráběcími agregáty, které při průchodu obrobku provedou operaci (formátování, olepení hran, začištění rádiusu hran). Každý agregát je nastaven podle parametrů obrobku automaticky. Využití těchto strojů zkracuje přípravné časy a používají se dnes i v menších firmách.

6.11.6 Tvarové CNC olepovačky

Tyto stroje jsou vhodné na olepování hran tvarově složitých dílců. Většinou tento stroj dokáže naformátovat, začistit a olepit dílec. CNC olepovačky jsou vybaveny olepovací hlavou, která umožňuje nalepování hrany. (tzv. technologie tenkého filmu). Tyto stroje jsou většinou kombinací dvou systémů olepování pro neviditelný spoj. Z procesu olepování většinou odpadá fáze ohřevu lepidlové směsi. Uvnitř stroje je odsávací pole, což přispívá k odsávání otvorů nad pracovními jednotkami. Podávací lamelový pás zaručuje vysokou stabilitu a přesnost olepovaného dílce. Rychlost posuvu je plynule regulovatelná od 10 do 24 m/m⁻¹. Tlak působící na dílec je vyvolán pružinami na spojovacích technopolymerných tyčích. Součástí stroje jsou začišťovací cidliny, oscilační kartáče, škrabka lepidla a jednotka broušení bočních ploch. (Dvořák, 2003)

(Novotný, 2015),

6.12 Obráběcí nástroj

Tyto nástroje musí mít zvýšenou životnost, kvůli flexibilnímu nasazení při obrábění různých druhů materiálů na bázi dřeva. Vlastní řezný proces je uskutečňován tak, že břit (tj. pracovní část nástroje) vniká do materiálu obráběného výrobku, z něhož jsou oddělovány částice ve tvaru třísky. Jsou proto osazovány buď HM, nebo diamantovými břity.

6.12.1 Historický vývoj řezných nástrojů

Už z dřívějších dob jsou známé látky, které mají vyšší tvrdost, než kalené oceli jako jsou např. korund a diamant, ale z důvodu své nízké houževnatosti nebyly vhodné pro standardní řezný nástroj. Velký vývojový skok tvrdých materiálů nastal až po využití elektrické obloukové pece (v roce 1897 Moissonem v Paříži).

Na počátku minulého století se zjistilo, že výborné řezné vlastnosti rychlořezných ocelí jsou zapříčiněny přítomností velmi tvrdých karbidových částic. Za významný milník lze považovat vývoj slinutých karbidů a jemnozrnných materiálů. (Humár, 2006)

Vysvětlení zkratk:

HM = Hartmetall (v Čechách se také nazývá SK plátky nebo tvrdokov)

HL = Vysoce legovaná ocel

HS = Rychlořezná ocel

PKD = Polykrystalický diamant (také označováno DP)

MKD = Monokrystalický diamant (také označován DM)

(Elmar Josten, 2010)

6.12.2 Nástrojové a rychlořezné oceli

Pro tyto nástroje se používá legovaná ocel (zkratka SP), která je vhodná pro méně náročné použití, protože dobře snáší dlouhodobé přehřátí nad 200°C. Má zvýšený podíl uhlíku, popřípadě je legovaná manganem nebo křemíkem. Vyrábí se z ní např. sukovníky. Ostří má obvykle nízkou životnost.

Vysoce legovaná nástrojová ocel (HL) má zvýšený obsah uhlíku a více než 5 % legujících prvků, mezi něž patří především chrom a někdy také vanad, molybden, popřípadě wolfram. Obvyklé použití je u celistvých fréz. Vysokolegovaná rychlořezná ocel (HS, dříve označovaná jako HSS) obsahuje více než 12 % legujících příměsí – wolfram, chrom, vanad, molybden a kobalt. Je to nejvhodnější materiál pro obrábění masivního dřeva.

6.12.3 Slinuté karbidy (tvrdokovy)

Slinuté karbidy se vyskytují ve dvou provedeních – nepovlakovaný slinutý karbid HW (dříve HM) a povlakovaný slinutý karbid HC, jehož povlak má zlatavou barvu a je vytvořen 3 až 8 µm (mikrometr) silnou vrstvou nitridu titanu nebo karbonitridu titanu. Stejně jako oceli jsou slinuté karbidy kombinací směsí karbidů a pojiva. Karbidů je podstatně o dost více než pojiva, přičemž u nástrojových ocelí je to naopak. Práškový karbid wolframu, titanu, niobu, tantalu a pojivo (kobalt) se rozemílají na jemný prach, míchají se a lisují do bloků za pomoci vysokého tlaku až 420 MPa. Z nich se poté nařezou a obrobí destičky, které se poté **slinují** tj. vystaví se teplotě až 1500°C.

Destičky se na tělo nástroje připevňují zejména pájením pomocí elektrického odporového nebo indukčního ohřevu. Destičky ze slinutých karbidů se používají hlavně na pilových kotoučích, frézách, vrtácích a nožích především proto, že mají vysokou tvrdost a odolnost. Oproti nástrojové oceli je trvanlivost až 100násobná.

Nevýhodou slinutých karbidů je jejich křehkost, která vyžaduje velmi opatrné zacházení. Břit nástrojů je nutné chránit před nárazem do kovu. Malá tepelná vodivost slinutých karbidů vyžaduje opatrné ostření. Při používání nástrojů se slinutými karbidy se kladou větší nároky na obsluhu, údržbu a vlastní práci na stroji.



Obrázek 16 Drážkovací fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami

www.igm.cz/igm-f044-drazkovaci-freza-se-zavrtavaci-ziletkou

6.12.4 Diamantové nástroje

Břity diamantových nástrojů tvoří tenká vrstva syntetických diamantových krystalů (PKD) ve velice hustě slisované podobě bez pojiva, která je napevno připojena k čelní ploše destičky slinutého karbidu (SK), která tvoří pouze nosnou část (nosič). PKD se vyrábí z grafitů při působení vysokého tlaku a teploty. Existuje několik druhů PKD, které se od sebe navzájem liší velikostí a hustotou zrn. Každý druh má své vlastnosti, pro něž je vhodný pro opracování konkrétních materiálů. PKD má díky svojí struktuře bez pojiva extrémně vysokou odolnost proti opotřebení, ale zároveň větší citlivost na rázové namáhání.

Diamantové břitové destičky mají menší úhel čela a větší úhel břitu než břitové destičky u SK nástrojů. To je také důvod, proč diamantové nástroje nejsou ideální pro obrábění masivního dřeva (především jehličnatého), který naopak potřebuje větší úhel čela a menší úhel ostří. Při řezání (obrábění) masivního dřeva vzniká větší tříska, tzn. že zuby nástroje jsou velmi namáhány na pružnost, což by také mohlo vést k poškození PKD vrstvy. Diamantové nástroje jsou určeny hlavně na obrábění povrchově upravovaných desek a homogenních aglomerovaných materiálů.

Nástroje jsou rozdílné cenou, ale především tím kolikrát se dají naostřit. Firma Leitz vyrábí diamantové nástroje v několika provedeních a nejvyšší třídu nástrojů lze 10 až 17krát nabrousit.

(Marek, 2003)



Obrázek 17 Diamantová fréza

www.igm.cz/igm-fachmann-diamantova-freza

(21.3. 2017)

6.12.5 Řezné nástroje

Při obrábění je snaha používat moderní vysoce odolné nástroje, které umožňují vysokou produktivitu práce. Upínání nástrojů do vřetena je závislé na upínací ploše držáků nástrojů, může být buď válcová nebo kuželová. V dnešní době se využívá upínání na kuželovou plochu, které je podmíněno větší čistotou kuželových ploch.

Obráběcí nástroj se skládá z následujících částí:

- **Řezná část** – funkční část nástroje – je složena z ostří, čela a hřbetu, tj. prvků tvořících třísku. Je-li nástroj vícebřitý (vícezubý), svou řeznou část pak má každý břit (zub)
- **Břit** – klínovitá část nástroje – prvek řezné části nástroje ohraničený hřbetem a čelem
- **Upínací část (stopka)** – část sloužící k upínání nástroje
- **Utvařec třísky** – část čelní plochy určená k lámání nebo svinování třísky. Může být vylisován nebo přiložen na čelo nástroje.

(Sadílek, a další, 2007)

Geometrie řezného nástroje má velký vliv na velikost síly řezání a její rozložení do jednotlivých složek, na utváření a odvod třísky, drsnost, přesnost a kvalitu obrobenej plochy, hospodárnost obráběcího procesu a trvanlivost břitu.

Řezné materiály (materiál břitu) rozhodujícím způsobem ovlivňují produktivitu, kvalitu výroby a výrobní náklady. Jejich význam je charakterizován náročnými požadavky, ve kterých břit nástroje pracuje. Při obrábění bývají vystaveny intenzivnímu mechanickému a tepelnému namáhání. Namáhání vede k otupování břitu, případně k jeho destrukci. Řezný materiál musí mít proto větší tvrdost než materiál obráběný, aby mohl řezný klín vniknout do obráběného materiálu a odřezávat třísku.

6.12.6 Požadavky kladené na řezné materiály

- vysoká řezivost
- odolnost proti vzniku trhlin a pevnost vazby vnitřních fází
- chemická stálost a chemicky neutrální chování vůči obráběným materiálům
- odolnost proti otěru (adheze, difuze, nárůstky...)
- pevnost za tepla a odolnost proti teplotním rázům
- pevnost a tvrdost v tlaku

Nástroje lze dělit podle konstrukce na:

- celistvé – těleso i řezná část, tvořící jeden celek, jsou vyrobeny z oceli, a to nástrojové nebo rychlořezné
- s pájenými břitovými destičkami – destička z řezného materiálu je připájena tvrdou pájkou na těleso nože, respektive do jeho lůžka; těleso nože je z konstrukční oceli
- s vyměnitelnými břitovými destičkami (VBD) – břitová destička se upíná mechanicky do nožového držáku z konstrukční oceli dle systému upínání ISO (Kříž, 2011)
-

6.12.7 Korekce nástrojů

Korekce nástrojů umožňuje vytvořit obecný partprogram, který je použitelný pro různé průměry a délky nástrojů (soustruhů, fréz, vrtáků apod.) Při výměně nástroje s jinými rozměry se upraví pouze příslušná korekce a partprogram zůstane beze změny. Délky nástrojů jsou udávány v souřadnicích os kartézského systému. Velikost nástroje je vztažná k nulovému bodu výměny nástrojů (nástrojů s držáky). Korekce na poloměr nástroje (rádiusových) se uvádí zaoblení (rádius) špičky nástroje (u soustružnických nožů a rádius fréz daného průměru spolu se stanovením polohy nástroje k obráběcí ploše). Při této korekci se používají výpočty ekvidistanty dráhy nástroje. Výsledná korekce je superpozicí a je dána pohybem výměny obráběcích nástrojů.

Korekce nástrojů jsou dvojího druhu:

- **Korekce na poloměr nástroje:** je označena G-funkcí ze 3. skupin (G41, G42 a G40)
- **Korekce délkové:** jsou určeny vzdáleností mezi vztažnými body nástroje a koncem frézy ve směru osy Z.

(Štulpa, 2015)

6.12.8 Rozdělení fréz

- **Podle ploch, na kterých jsou vytvořené zuby:**
 - válcové zuby na válcové ploše
 - kuželové zuby na kuželové ploše
 - čelní – čelní válcové - zuby jsou na čele i na válcové ploše
 - tvarové – zuby na tvarové ploše
 - **Podle poměru počtu zubů:**
 - jemnozubé
 - hrubozubé
 - **Podle druhu upínací hlavy:**
 - HSK
 - ISO
- Méně používané:**

- Morbidelli a SCM
- MK
- MK2

(Šimek, 2012)



Obrázek 18 Diamantová fréza – stopková

<https://www.pilart-drevoobrabeci-nastroje.cz>

20.3.2017

7 Základy řídicí a regulační techniky

V technice přejímají řídicí a regulační zařízení důležité úlohy v uplatnění strojů a produkčních sestav. Umožňují automatický průběh předem zvolených postupů (např. upínání, pohyb nástroje, regulace teploty a tlaku až po komplexní řízení procesů na výrobních linkách).

Řízení umožňuje provádět určité funkce plánovaným postupem. Pro příklad řídicí prvek automaticky vypne lis, pokud je dosažen předvolený lisovací tlak. Při řízení ovlivňuje řídicí prvek (vypínač, ventil) v řídicím členu (motoru, hydraulickém čerpadle) účinek na řízenou oblast (lisovací tlak lisu). Jelikož odchylky a poruchy nejsou korigovány a dosažené hodnoty nemají žádný zpětný účinek při obrábění, mluvíme o otevřeném řídicím řetězci.

Řízení může probíhat podle programu (programové řízení), podle časového rozpisu (řízení časovým plánem), podle posloupnosti průběhu operací (průběhové čili sekvenční řízení) nebo podle dosažených bodů postupu při obrábění (řízení podle bodů).

Pod pojmem řízení (nebo ovládání) rozumíme automatický průběh plánovaného procesu bez zpětného působení na zadané hodnoty (řídicí veličiny).

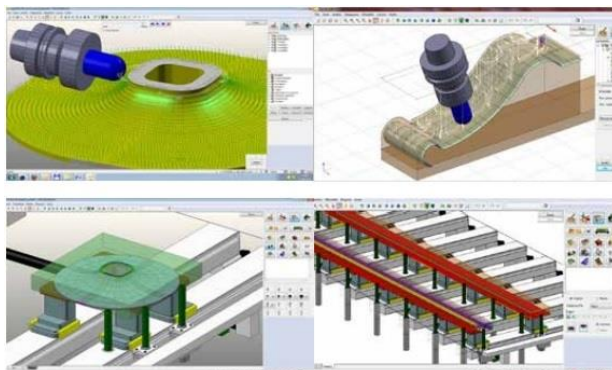
Regulaci jsou zadávané veličiny systému automaticky upravovány. Přitom jsou neustále sledovány (měřeny) skutečně dosahované hodnoty a ty jsou porovnávány s hodnotami požadovanými. Regulační odstraňuje odchylky pomocí signálů vysílaných do řídicího panelu. Tímto zpětným působením je vytvořen *uzavřený regulační obvod*.

(Elmar Josten, 2010)

7.1 Simulace obrábění

Simulace (verifikace) slouží k ověření správnosti vytvořeného programu pohybem nástroje při obrábění. Simulace programů je možné zkoušet i mimo stroj, na počítači s příslušným softwarem (při tvorbě programovaných příkazů), nebo přímo na CNC stroji. Dále se dají testovat ekonomické aspekty obrábění, bere se v úvahu výkon stroje, možnosti stroje, výrobní čas a také samotná technologie obrábění, tedy teoretická znalost pracovníka spojená s jeho zkušenostmi.

Vykreslení drah nástrojů na řídicím počítači, slouží k předběžnému vyhodnocení správnosti způsobu obrábění a k vyhodnocení operačních úseků (drah jednotlivých nástrojů).



- * MASTWERWORK - grafický programovací CAD/CAM systém
- * MASTERAT - 3D prostředí pro precizní nastavení pracovního stolu
- * MASTERWINDOW - balík software pro výrobu oken
- * MASTERDOOR - balík software pro výrobu dveří
- * MASTERNEST - optimalizace hromadné výroby z jednoho dílce
- * MASTER 3D - kompletní 3D řešení pro návrhy, simulaci a výrobu

Obrázek 19 Simulace obrábění

<http://www.drevoobrabecistroje.cz>

21.2.2017

7.2 Pohyb nástroje (suportů) podle instrukcí programu

Řídící systém CNC stroje čte celý blok najednou. Když stroj provádí instrukce uvedené v bloku, načte se další blok atd. V bloku dochází ke zrychlení od nuly až k požadované rychlosti nástroje a poté ke zpětnému zpomalení až na nulu. Pozdější pohyb je už v jiném směru, setrvačností pohybu suportů (brzdění, zrychlení) stroje vznikne na přechodech mezi jednotlivými bloky.

7.2.1 Řezná rychlost a omezující otáčky

Řídící systémy CNC strojů (soustruhů) zadávají do programu nejen otáčky, ale i řeznou rychlost, která je stanovena podle výrobních parametrů výrobce. Omezující otáčky jsou především dány případnými nevyvažky upnutého materiálu a technickému stavu stroje tak, aby nedocházelo k případnému chvění celé obráběcí soustavy a tím ke zhoršení kvality obráběného povrchu, k rychlejšímu opotřebení nástroje a nadměrnému opotřebení (zatížení) stroje. (Štulpa, 2015)

7.2.2 Mezní systémy ACC

Tyto systémy přizpůsobují tak zvané akční veličiny – nejčastěji velikost hloubky řezu a posuvu – předvoleným mezním hodnotám velikosti řezné síly, kroučícího momentu, výkonu apod. Přestože nezaručují obrábění v úplně optimálních podmínkách, patří mezi nejčastěji používané ochranné systémy. Je to zapříčiněno jejich jednoduchostí. Za akční veličinu se předpokládá posuv, za poruchovou veličinu hloubka řezu. Řezná rychlost se považuje za konstantní. (Smid, 2010), (Mattson, 2010)

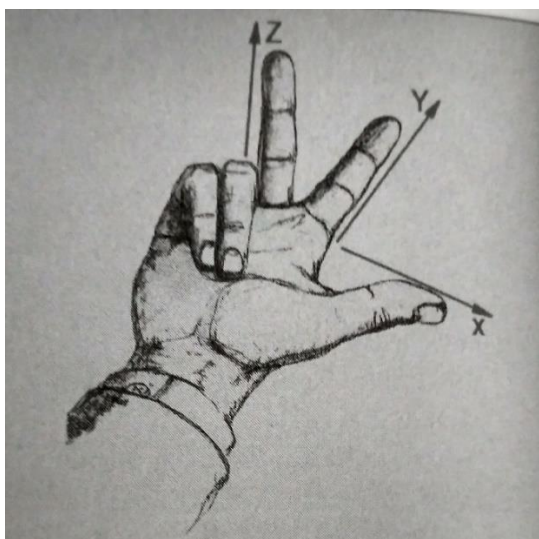
7.3 Souřadnice (řídící osy)

Při obrábění musí být v trojrozměrném pracovním prostoru stroje každý bod přesně a nezaměnitelně určen a označen. Toto určení se provádí pomocí tří os pravouhlého systému souřadnic, které jsou stejné s pohybovými osami stroje. Bod, ve kterém se hlavní osy X, Y, Z setkávají, je nulovým souřadnicovým bodem. Pokud umístíme obrobek do tohoto souřadnicového systému, mohou být body obrábění a pojezdové dráhy jednoznačně popsány a řízeny programem (**Obr. 21 Směry obrábění frézovacího automatu**)

Uspořádání souřadnic. K označení a uspořádání souřadnic si můžeme pomoci nataženými prsty pravé ruky (**Obr. č. 20 Pravidlo pravé ruky**)

Při programování vycházíme z toho, že se pohybuje nástroj, zatímco obrobek je ve statické poloze. Pohyby v kladném směru se označují shodně se směrem souřadnic jako +X, +Y a +Z.

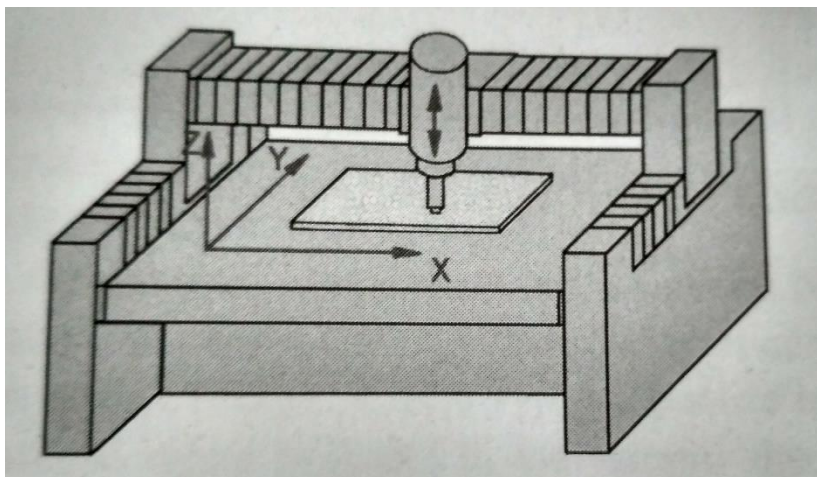
(Král, 2008)



Obrázek 20 Pravidlo pravé ruky

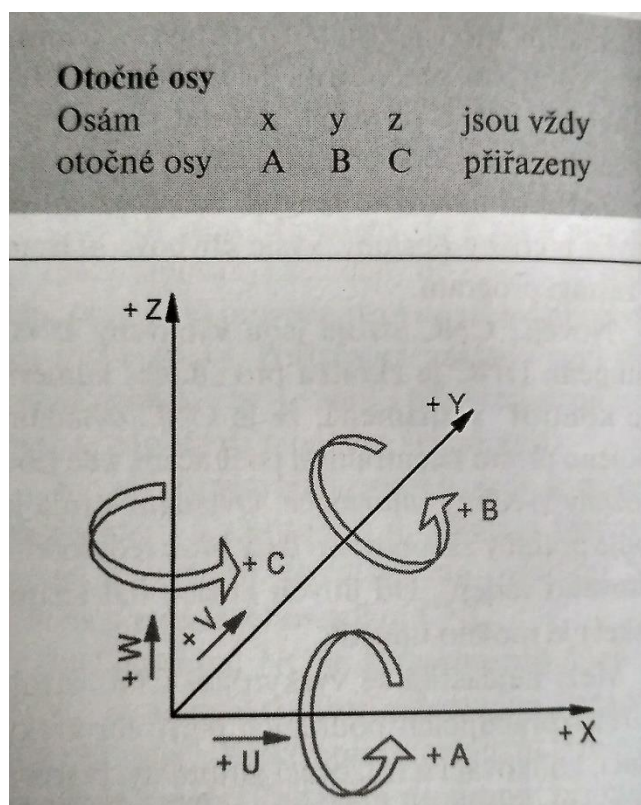
Z toho vyplývá následující uspořádání:

- osa **x** (směr palce) probíhá rovnoběžně s upínací plochou a přední hranou stolu tedy horizontálně;
- osa **y** (směr ukazováčku) probíhá horizontálně kolmo k ose x;
- osa **z** . (směr prostředníčku) je kolmá na rovinu upínání, shodně s hlavním pracovním vřetenem stroje.



Obrázek 21 Směry obrábění frézovacího automatu

Přídavné (doplňkové) osy. Pro zvláštní obráběcí operace s posuvnými a výkyvnými pohyby se CNC stroje vybavují doplňkovými posuvnými a otočnými osami. Jsou důležité při zhotovování komplikovaných dílů na strojích s více než 3 osami.



Obrázek 22 Pravoúhlý systém souřadnic s hlavními, otočnými a posuvnými osami

(Elmar Josten, 2010), (Hwan, a další, 2008)

7.4 Pracovní rozhraní CNC obráběcích strojů

Pro pracovní prostor jsou určeny základní vztažné body, které je důležité znát i pro vlastní programování. Jsou to:

Referenční bod R: je s přesností určen výrobcem a jeho aktivace je důležitá pro sjednocení mechanické a výpočetní techniky stroje. Slouží k detailnímu nastavení odměřovacího systému po uvedení stroje do chodu. Je realizován mechanickým způsobem, tzv. pomocí koncových spínačů.

Nulový bod M: je další pevný bod v systému a je také stanovený výrobcem. Je to výchozí bod pro všechny další souřadnicové systémy a vztažné body na stroji. V celé řadě případů výrobce řídicích systémů používají variantu, kdy spojnice nulového bodu M a referenčního bodu stroje R je úhlopříčkou pracovního prostoru stroje. Vzdálenosti těchto bodů jsou výrobcem přesně odměřeny a vloženy do paměti řídicího systému.

Nulový bod obrobku W: lze nastavit pomocí speciální funkce řídicího systému v jakémkoli místě pracovní plochy stroje – tzn., že si tuto polohu určuje obsluha stroje (programátor sám). Nulový bod obrobku W se výhodně umísťuje do takového místa, aby se zjednodušil výpočet přechodových míst jednotlivých konstrukčních technologických prvků. (například: do těch míst na obrobku, od kterých začíná kótování na výkrese) a to umožňuje zjednodušit práci při navrhování (nemusí se dopočítávat kóty a rozměry obrobku).

(Jan Karlíček, 1983), (Šimek, 2012)

7.5 CAD/CAM systém

Pokud chce v současné době firma konkurovat na trhu, je nutné, aby v co nejkratším čase za co nejmenší cenu maximálně využila své strojní zařízení. Řešení spočívá v tom, že s automatizací výrobních operací musí být počítačová podpora použita přímo ve výrobě.

V moderních CNC systémech, které zahrnují princip konec-konec, je design komponentů vysoce automatizovaný s využitím Computer-Aided Design (CAD) a Computer-Aided Manufacturing (CAM) programů. Tyto programy produkují počítačový soubor, který je interpretován k výpisu příkazů potřebných k provozu konkrétního stroje pomocí postprocesoru, který je následně nahrán do CNC stroje pro samotnou výrobu. Protože jakýkoliv konkrétní komponent může vyžadovat použití mnoha různých obráběcích nástrojů – pily, atd. – moderní stroje často kombinují více nástrojů do jediné „buňky“. V ostatních případech je použit větší počet různých strojů s externím řízením a lidské či robotické obsluhy, které přemísťují obrobky mezi stroji.

Je tedy vhodné, aby byl model počítačově integrován do systému. Programy pro počítačovou podporu tvorby geometrie nebo modelu obrobku – CAD programy – (např. Autodesk AutoCAD, Autodesk Inventor, ProEngineer, 3DsMax). Pomocí systému pro podporu návrhu drah nástrojů – CAM – (např. alphaCAM, edgeCAM, SolidWorks) je možné (po doplnění technologickými informacemi) zpracovat program pro CNC stroj, mezioperační dopravu materiálu, náradí, obrobků, výrobků a materiálu.

(Kříž, 2011)

7.5.1 Využití interpolace typu spline

Výrobky se zaoblením, s plynulými přechody lze na CNC obráběcích strojích již běžně vyrábět. V současné době lze jejich systémy umožnit obrábění po křivkových drahách, které jsou definovány předem stanovenými body – nazývají se **spline**. Systémy CAD/CAM podporují výstup informací (dat) interpolací do typu spline a mohou tak nahradit velké množství bloků lineární interpolace (křivku rozloženou na krátké úsečky a na bloky). Tím dochází k významnému zmenšení objemu zpracovaných dat řídicím systémem, pohyb nástroje je plynulejší a také rychlejší. Dráha pracovního nástroje obrábí požadovaný tvar obrobku často s větší přesností, než by tomu bylo v případě drah poskládaných z krátkých úseček.

(Štulpa, 2015)

7.5.2 Parametry obrábění pro CAM systémy

Pro správný chod stroje je nezbytné převést počítačový kód na souřadnice obrábění. Programy využívají algoritmy, které tento přesun informací ulehčují. Jsou důležité tyto parametry:

- **Posuv:** je uveden v délkových jednotkách na otáčku (milimetr na otáčku, mm/ot.) s ohledem na počet zubů frézy. Jedná se o relativní rychlost, při které je řezný nástroj přiváděn k obrobku.
- **Úběr:** Podíl průměru frézy, který se zapojí do frézování v rovinách XY. Úběr může být měřen jako procento průměru nástroje nebo podle hodnoty v milimetrech.
- **Stepdown:** Definuje axiální hloubku řezu v ose Z. Často je určena počtem úrovní v ose Z (svislé průchody), nebo na základě aritmetické hodnoty v mm.
- **Allowance:** Určuje bezpečnostní vzdálenost mezi opracovávaným obrobkem a komponenty samotného CNC stroje. Tento parametr má hodnoty „ON“ nebo „OFF“.
(Optimizing CNC wood milling operations with the use of genetic algorithms on CAM software, 2014)

7.6 3D tiskárny

3D tiskárny nejsou přímo cílem této práce, jejich princip je velmi podobný. Nejnovější 3D tiskárny dokážou metodou 3D tisku vyrábět produkty, jejichž vlastnosti jsou podobné skutečnému dřevu. V dnešní době jsou tyto projekty v konečných fázích vývoje. Výzkumníkům z fakulty architektury univerzity v Berkeley, kteří experimentují s alternativními materiály pro 3D tisk z přírodních zdrojů. Pokusy se solí a cementem používají taky dřevěné piliny z javoru, borovice a pekanového ořechu. Výrobek vzniká nanášením tenkých vrstev dřevěných pilin s příměsí látky, která po nanesení vodního aerosolu vrstvu zpevní. Tímto způsobem lze vyrábět tvarově složité výrobky, které se dají stejně jako běžné dřevo dále obrábět a opracovat. (<http://www.3d-tisk.cz>, 2014)



Obrázek 23 Imitace pивní sklenice vytištěná z materiálu Buzzed

<http://www.3d-tisk.cz>

7.6.1 Univerzální CNC křížový stůl

Tyto stroje začínají být čím dál oblíbenější kvůli nízké pořizovací ceně a jednoduchosti konstrukce, bez nutnosti vysoké kvalifikace obsluhy. Jedná se o portálový křížový stůl s lineárními osami X, Y a Z a ty jsou uloženy v precizních ložiskách. Na všech osách jsou použity plnohodnotné digitální servomotory s absolutním odměřováním. Svislý suport je vybaven univerzálním upínacím systémem, do kterého lze rychle a snadně měnit jednotlivé technologie (frézovací vřeteno, vektorová hlava pro natáčení řezacích nožů, popisovací hlava, sondy atd.). Rychlostí řezu se mohou rovnat velkým CNC obráběcím centrum, ale i menšími úběry materiálu.

(3D, 2016)



Obrázek 24 Cutter speedy

<https://www.3dsolid.cz/>

8 Průmyslová revoluce 4.0

Tuto revoluci představuje nástup kybernetických systémů, díky kterým vznikají tzv. „chytré továrny“. Inteligentní zařízení přebírají činnosti, které doposud vykonávali lidé např. vkládání prokladů do hrání, manipulace s materiálem od jednoho stroje k druhému, manipulací s dřevním odpadem nebo samotným obráběním dřeva. Tyto nové technologie počítají s autokonfigurací, strojovým vnímáním, autodiagnostikou a počítačové propojení strojního zařízení a materiálů potřebných k výrobě. Základy tzv. čtvrté průmyslové revoluce se objevily v roce 2011, kdy se začaly integrovat do dřevozpracujících výrobních závodů. Roboti převzou jednoduché opakující se činnosti, na které bylo doposud potřeba lidské práce.

To v nejbližší době ovlivní pracovní trh, kde bude ohrožena nezaměstnanost lidí s nízkou kvalifikací. Na druhou stranu budou vznikat nová pracovní místa, která však budou vyžadovat vyšší kvalifikaci zaměstnanců, především co se týče obsluhy a nastavení automatických linek. Hlavní výhodou těchto linek je soběstačnost. Automatizovaný systém fungující pomocí strojového vnímání, autokonfigurace (sebenastavení parametrů strojů s minimálními zásahy do chodu obsluhou) a v poslední řadě nepřetržitý provoz.

(Červený, 2016)



Obrázek 25 Frézování 3D modelu robotem

<http://www.octopuz.cz/aktuality/frezovani-pomoci-programu-octopuz-a-robotu>

21.2.2017

9 České firmy vyrábějící CNC stroje

9.1 Společnost Houfek a.s.



Byla založena v roce 1991. Na začátku vyráběla jednoduché dřevoobráběcí stroje především pásové brusky, které vyráběl zakladatel firmy Ing. Jaroslav Houfek se svým otcem. Postupem času přibývaly i složitější stroje např. širokopásové brusky, dlabačky, frézy a od roku 2007 i CNC obráběcí centra.

V dnešní době má firma v portfoliu 9 druhů CNC strojů. Od jednodušších 3-osých, které jsou především určeny na výrobu nábytkových dílců a okenní rámu. 5ti-osá obráběcí centra jsou osazena dvouosou hlavou s kapalinou chlazeným vřetenem vlastní konstrukce, která jsou určena na výrobu složitých nábytkářských dílů. Tyto stroje vynikají vysokou tuhostí jejich konstrukce. Určeny jsou pro obrábění masivního dřeva, kovu a kompozitních materiálů. Firma vyrábí CNC stroje na přání zákazníka, lze stroj vybavit konzolovým, rastrovým nebo hladkým stolem. (Ledr, 2017)

9.2 Jeřábek s.r.o.



Společnost vznikla v roce 1993. Od roku 1998 byla zahájena výroba kmenových pásových pil. Na začátku roku 2001 se firma začala soustředit na dřevoobráběcí stroje. Postupem času se firma zaměřovala na složitější dřevoobráběcí stroje. Firma vyrábí CNC stroje vlastní konstrukce, které lze vybavit speciálními agregáty na objednání. (Jeřábek, 2010)

10 Firmy dodávající CNC stroje

10.1 Firma Pilart s.r.o.



Společnost Pilart je výhradní zástupce značky HOLZ-HER a zabývá se vývojem a výrobou stacionárních dřevoobráběcích strojů. Výrobce se zastoupením v několika zemích. Jsou to především CNC formátovací pily (i nářezové centrum), CNC olepovačky a CNC obráběcí centra. Sídlo společnosti je Nürtingenu.



HOLZHER

Společnost Pilart je tradiční obchodní partner s více jak desetiletou praxí v oblasti dřevoobráběcích strojů a nástrojů. Firma Holzher vyrábí formátovací pily, vertikální pily, srovnávací frézky, dlabačky, olepovačky hran, CNC obráběcí centra a vybavení celé provozovny. (Havíř, 2013)

10.2 Epimex



Firma Homag, která vede po celém světě trh se stroji s technologiemi souvisejícími s CNC. Homag group má dnes zastoupení ve více než 60 zemích po celém světě a zastává výrobu dřevoobráběcích strojů na globálním trhu z 28 %.

Dodavatelská firma Epimex společnosti Homag group, která má pod sebou dceřiné firmy WEEKE, WEINMANN a dalších. V České republice od roku 1993 vyrobila přes 5000 strojů pro zákazníky. Společnost má provozovny v Klášterci nad Ohří a Blučině u Brna. (Fritz, 2017)

10.3 Panas

scm e group

Společnost Panas zastupuje předního světového výrobce, který vyvíjí a vyrábí CNC obráběcí centra, čtyřstranné frézky, spodní frézky, širokopásové brusky, vrtačky, olepovačky a velkoplošná formátovací centra. Společnost má svoje sídlo v Itálii a to konkrétně v Rimini. Několik větších poboček má taktéž v Německu a z toho je ta největší ve městě Nürtingenu.

10.4 Italcomma



Firma Italcomma dodává výrobky společnosti Biesse. Zabývá se výrobou a vývojem strojů pro nábytkovou výrobu a interiérový design. Dnes nabízí řešení pro celý výrobní systém nábytkové výroby, ale i zpracování dřeva, dřevěných i nedřevěných kompozitů a skla. Hlavní sídlo firmy je jako u předešlé také v Itálii a to konkrétně ve městě Pesaro, které se nachází v oblasti Toskánska. Biesse group je dnes seskupením několika dceřiných firem a každá z nich má své vlastní zaměření, specializuje se na vývoj a následnou výrobu daného typu stroje.

11 Metodika

Tato práce je zpracována na základě rostoucího zájmu o nové technologie a trendy v oblasti zpracování dřeva. Informace byly čerpány z odborných článků, odborné literatury a internetových zdrojů. Praktické zkušenosti byly získávány z práce ve školní dílně, kde se naskytla příležitost na CNC stroji pracovat. Dále byly kontaktovány dodavatelské firmy, které dodávají do České republiky špičkové CNC stroje. Jako zdroj informací posloužila i osobní návštěva v jedné z největších českých firem vyrábějící nábytek, ve firmě Techo. Návštěva byla spojena s prohlídkou výrobní linky a s možností shlédnutí celého výrobního procesu výroby nábytku s využitím osmi různých CNC strojů.

12 Závěr

Jelikož téma práce je využití CNC obráběcích strojů při výrobě stavebně truhlářských výrobků a nábytku, bylo nutné definovat pojmy s jejich následným popisem. Charakterizovat pojem CNC technologie při výrobě dřevěných dílců. Dále základní rozdělení CNC obráběcích strojů se základním popisem operací, které vykonávají.

Prvním nosným cílem práce bylo věnovat se historickému vývoji číslicově řízených obráběcích strojů, poté automatizaci výrobního procesu. Dále se věnovat a analyzovat CNC stroje používané při obrábění dřeva, jejich rozdělení a konstrukční řešení s popisem jednotlivých částí, které dnešní CNC obráběcí stroje mají, jako jsou: rámy, vodící plochy, servomotory.

Dalším cílem bylo věnovat se problematice rezných nástrojů. Od historického vývoje, kterým prošly nástrojové materiály. Věnovat se jejich rozdělení podle způsobu použití a opotřebení při používání. Stručně popsat výhody a nevýhody nástrojových materiálů. Dále z teoretického hlediska popsat uspořádání souřadnic a směry obrábění na CNC strojích. Zabývat se základy řízení a regulační techniky se zaměřením na souřadnicové řídicí osy v závislosti na pracovní rozhraní sse stručným popisem jednotlivých vztažných bodů. Tyto poznatky jsou mimo jiné popsány v kapitole CAD/CAM. Tyto programy značně zjednodušují zpracování informací pro číslicově řízené obráběcí stroje.

V praktické části byla věnována pozornost 3D tiskárnám a novým trendům v oblasti automatizace nábytkářské výroby, jako je tzv. průmyslová revoluce 4.0, o které se mluví v souvislosti chytrých továren, které jsou řízeny inteligentními počítačovými programy. Dále byla věnována pozornost vybraným českým firmám, které se zabývají výrobou nebo dodáváním špičkových CNC obráběcích strojů.

13 Bibliografie

Knižní zdroje

Ampapa, Libor. 2016. *Upínání obrobků u třískového obrábění.* Brno : Bakalářská práce, 2016.

Brlica, Vlastimil. 2010. *Technologické aspekty nástrojů pro obrábění dřeva.* Brno :2010.

Elmar Josten, Thomas Reiche, Bernd Wittchen. 2010. *Dřevo a jeho obrábění.* Wiesbaden : Vieweg Tauber, 2010.

Fitzpatrick, Michael. 2014. *Machining and CNC technology.* New York: McGraw-Hill, c2014. ISBN 978-1-259-06053-3.

Hwan, Suk, Kyoon, Seong a Hyuk, Dae. 2008. *Theory and Design of CNC Systems.* London : 2008.

Jaroš, Jaroslav. 2000. *Vývojové trendy v oblasti zpracování dřeva.* České Budějovice , 2000.

Kamenická, Pavlína. 2013. *Způsoby upínání nástrojů a obrobků.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, Bakalářská práce, 2013.

Karlíček Jan, Němec Jan. 1983. *Číslicově řízené obráběcí stroje 2.* Praha :, 1983.

Komárek, Miroslav. 2011. *Rotační upínací elementy nástrojů jako příslušenství obráběcích strojů.* Brno , 2011.

AA. Krimpenis, NA Fountas, T. Mantziouras. 2014. *Optimizing CNC wood milling operations with the use of genetic algorithms on CAM software..* 2014.

Koňář, Václav. 2007. *Programování CNC strojů.* 2007.

Král, Pavel a Jan Šrajer. 2008. *CNC obráběcí centra.* Brno , 2008.

Kříž, Petr. 2011. *Využití a rozdělení CNC obráběcích strojů.* Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2011.

Marek, J. a Učeň, O. 2010. *CNC obráběcí stroje.* Ostrava , 2010.

Mattson, Mike. 2010. *CNC Programming Principles and Applications.* Delmar , 2010.

Novotný, Lukáš. 2015. *Analýza nábytkových CNC obráběcích center v návaznosti na vlastní návrh a výrobu prototypu nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC.* Brno , 2015.

Pabla, B. a Adithan, M. 2005. *CNC machines.* New Delhi , 2005.

Řezníček L., Knap Z. 2001. *Základy obrábění na číslicově řízených obráběcích strojích.* Trutnov , 2001.

Sadílek, M. a R., Čep, Brychta J. Petříkovská L. 2007. *Simulace nástrojů a držáků nástrojů pro frézku EMC PC MILL 155.* Žilinská univerzita v Žilině , 2007.

Smid, Peter. 2010. *CNC Programming Techniques.* New York , 2010.

Šimek, Jaroslav. 2012. *Vývoj technologií zpracování dřeva.* České budějovice , 2012.

Štulpa, Miloslav. 2015. *CNC programování obráběcích strojů.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2015.

Vlach, Bohumil. 1986. *Technologie obrábění.* Praha , 1986.

Žák, Petr. 2015. *Konstrukce CNC frézky.* Brno , 2015.

Internetové zdroje

3D, solid. 2016. <https://www.3dsolid.cz/>. <https://www.3dsolid.cz/>. [Online] 3D solid s.r.o., 2016. [Citace: 20. Březen 2017.]

Červený, Karel. 2016. Průmyslová revoluce 4.0, 5.0, 6.0 nebo 7.0? http://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/prumyslova-revoluce-4-0-5-0-6-0-nebo-7-0_35493.html. [Online] 27. Duben 2016. [Citace: 25. Únor 2017.]

Vybavení CNC obráběcích center. 2003.
<http://www.mmspektrum.com/clanek/vybaveni-cnc-obrabecich-center-drevoobrabecimi-nastroji.html>. <http://www.mmspektrum.com/>. [Online] 8. Říjen 2003. [Citace: 22. Březen 2017.]

Dvořák, Roman .2003. www.mmspektrum.com.
<http://www.mmspektrum.com/clanek/originalni-stavebnicova-cnc-olepovacka-hran-nabytkovych-dilcu.html>. [Online] 21. Květen 2003. [Citace: 20. Březen 2017.]

Fritz, Karol. 2017. <http://www.homag.com/en/products/cnc-technology/>.
<http://www.homag.com>. [Online] Homag Group, 2. Březen 2017. [Citace: 12. Duben 2017.]

Havíř, Jan. 2013. <http://www.pilart.cz/produkty/CNC-obrabeci-centra-1/>.
<http://www.pilart.cz>. [Online] Pilart s.r.o., 12. Březen 2013. [Citace: 2. Duben 2017.]

<http://www.3d-tisk.cz>. 2014. <http://www.3d-tisk.cz/drevo/>. <http://www.3d-tisk.cz>. [Online] Vydavatelství Nová média, s. r. o. — 3D-tisk.cz., 2014. [Citace: 5. Březen 2017.] <http://www.3d-tisk.cz/drevo/>.

<http://www.epimex.cz/nase-produkty/kategorie/31-cnc-obrabeci-centra/>.
<http://www.epimex.cz/>. [Online] Epimex s.r.o.

Humár, Anton. 2006. http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/mat_pro_rez_nastroje/materialy_pro_rezne_nastroje_v2.pdf.
<http://ust.fme.vutbr.cz>. [Online] 2006. [Citace: 5. Březen 2017.]

Jeřábek, Karel. 2010. <http://www.jerabek-stroje.cz/o-firme/>. www.jerabek-stroje.c. [Online] Jeřábek s.r.o., 12. Březen 2010. [Citace: 2. Duben 2017.]

Ledr, Jan. 2017. <http://www.houfek.com/>. [http://www.houfek.com/cnc-obrabeci-centra\[1\]](http://www.houfek.com/cnc-obrabeci-centra[1]). [Online] HOUFEK a.s., 12. Březen 2017. [Citace: 3. Duben 2017.]

Vakuum,Prospekt.2010. http://www.naros.cz/katalog/Prospekt_Vakuum_CZ.pdf. www.naros.cz. [Online] 2010. [Citace: 4. Únor 2017.]

www.schmalz.com. 2017. www.schmalz.com. www.schmalz.com. [Online] 2017. [Citace: 12. Březen 2017.]