

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

DESKRIPCE SYSTÉMŮ AUTOMATICKÉ VÝMĚNY NÁSTROJŮ U OBRÁBĚCÍCH CENTER

DESCRIPTION OF AUTOMATIC TOOL CHANGE SYSTEMS IN MACHINING CENTERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUKÁŠ JIRÁSEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lukáš Jirásek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Deskripce systémů automatické výměny nástrojů u obráběcích center

v anglickém jazyce:

Description of automatic tool change systems in machining centers

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše a popis systémů automatické výměny nástrojů používaných u obráběcích strojů.

Cíle bakalářské práce:

Provést rešerši systémů automatické výměny nástrojů používaných u velkých obráběcích strojů.

Provést popis systémů automatické výměny nástrojů používaných u velkých obráběcích strojů.

Seznam odborné literatury:

Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

Borský, V.; Obráběcí stroje, ISBN 80-214-0470-1

Borský, V.; Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 14.11.2008

L.S.

Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ANOTACE – ANNOTATION

Cílem této bakalářské práce je zpracovat na základě rozsáhlé rešerše současného stavu vědy a techniky v oblasti systému automatické výměny nástrojů deskriptci těchto systémů používaných u velkých obráběcích center.

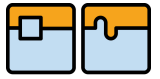
Aim of this bachelor's thesis is elaborate description of automatic tool change systems on large machining centres on basis of extensive literature search present state of science and techniques in the area of automatic tool change systems.

KLÍČOVÁ SLOVA – KEY WORDS

Automatic tool change system
Machine tool
Machining centre

Automatická výměna nástrojů
Obráběcí stroj
Obráběcí centrum

JIRÁSEK, L. *Deskripce systémů automatické výměny nástrojů u obráběcích center*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 26 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha, Ph.D.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci tvořil sám bez cizí pomoci. Podkladem mi byly konzultace s vedoucím práce, odborná literatura a internetové stránky uvedené v seznamu použitých příloh.

V Brně dne 26. 5. 2009

Lukáš Jirásek

.....

Za pomoc při vypracování mé práce bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Blechovi, Ph.D., dále rodině, svým přátelům a všem, co mě podporovali a podporují po celou dobu studia.

BSAH

Titulní list	1
Zadání bakalářské práce	2
Anotace a klíčová slova v českém a anglickém jazyce	3
Bibliografická citace dle ČSN ISO 690	4
Prohlášení autora o původnosti práce, poděkování	5
Obsah	6
Úvod	7
Co je automatická výměna nástrojů	8
Rozdělení	9
1. Systémy s nosnými zásobníky	10
1.1 Systémy s otočnou (revolverovou) hlavou	10
1.2 Systémy s výměnou celých vřeten nebo vřeteníků	11
2. Systémy se skladovacími zásobníky	14
2.1 Maloobjemové zásobníky	15
2.2 Velkoobjemové zásobníky	17
3. Systémy kombinované	19
4. Rozdělení automatické výměny nástrojů podle cesty nástroje	20
4.1 Systém „zásobník - vřeteno“	20
4.2 Systém „zásobník – manipulátor - vřeteno“	20
4.3 Systém „zásobník – průmyslový robot - vřeteno“	22
Závěr	25
Seznam použitých zdrojů	26

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ÚVOD

Třískové obrábění v současnosti charakterizují vlastnosti jako vysoké výkony a krátké výrobní časy. Tyto charakteristiky můžeme brát i jako hlavní požadavky kladené na stroj. Mají je nejnovější výrobní zařízení, které běžně pracují s otáčkami až 40 000 ot/min. Výrobci těchto obráběcích center se neustále snaží zkracovat strojní časy na minimum a tím zvýšit produktivitu práce. Z časového hlediska jsou však nejnáročnější ty činnosti, které výrobní zařízení vykonává mimo samotný řezný proces. Do této skupiny můžeme zařadit **automatickou výměnu nástrojů**, která hraje u obráběcích center významnou roli. Protože tyto stroje mají vysokou pořizovací cenu, náklady se musí kompenzovat maximální využitelností stroje. Významné hledisko, které využitelnost stroje ovlivňuje, je jeho nástrojové vybavení a schopnost rychlé automatizované výměny nástroje.

Modernizace a automatizace ve výrobním procesu je ovlivňována jeho požadavky, tlakem na snížení nákladů a flexibilní změnu výrobního programu. Tuto flexibilitu dosáhneme rychlou výměnou nástrojů a to použitím nožových a revolverových hlav nebo užitím systému s automatizovanou výměnou nástroje. Těmito prostředky dosáhneme požadovaných vlastností pro snížení pracnosti a snížení strojních časů, zvýšení produktivity výrobního procesu a zvýšení jakosti obrobku.

C O ZNAMENÁ AUTOMATIKÁ VÝMĚNA NÁSTROJŮ?

Jedná se o mechanické zařízení na stroji, jehož úkolem je odebrat nástroj, který ukončil svou pracovní úlohu a nahradit jej novým nástrojem pro následující operaci ve výrobním procesu, tato výměna je řízena programem. Dovolí stroji, aby vykonával více operací za sebou, bez nutnosti zásahu lidského faktoru.

Zařízení pro automatickou výměnu obsahuje základní dvě podskupiny, a to zásobník nástrojů a výměník nástrojů.

Zásobník nástrojů

Zajišťuje nám bezpečné uložení a zajištění nástrojových držáků s nástroji v blízkosti pracovního prostoru a následnou dopravu požadované nástrojové jednotky k místu výměny.



obr. 1: kruhový zásobník

[zdroj: www.tgs.cz]



Výměník nástrojů

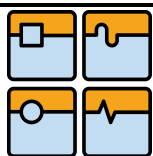
Jeho práce spočívá v rychlém a bezpečném upnutí nového nástroje v přesně definovaném pracovním místě.

obr. 2: horizontální dopravní manipulátor CUT 41
firmy COLOMBO FILLIPPETTI

[zdroj: www.cofit.it]

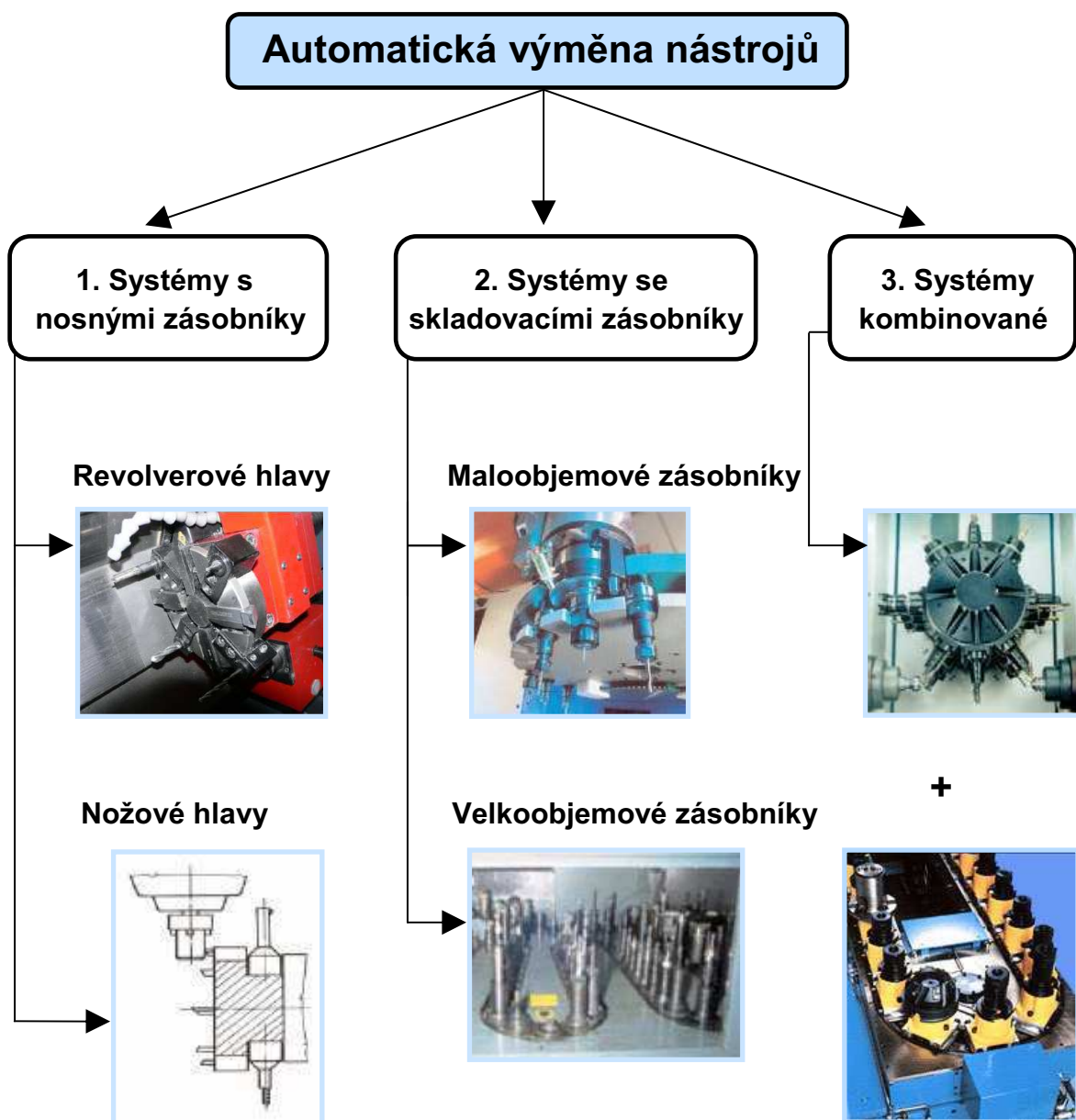
Hlavní požadavky:

- čas výměny nástroje z řezu do řezu, tzv. chip-to-chip, musí být co nejkratší
- zásobník nástrojů musí mít dostatečnou kapacitu nástrojů, optimální pro danou oblast využití
- upnutí nástroje musí být jednoduché, snadné a přesné
- uzel, který nese nástroj při obrábění, musí mít vysokou tuhost
- musí mít co nejvyšší funkční spolehlivost a životnost s ohledem na četnost výměny a vysokou cenu stroje
- systém výměny nástroje nesmí omezovat pracovní prostor stroje a zároveň nemá být náročný na prostor nebo půdorysnou plochu
- odolnost proti vlivům znečištění (třísky, prach)
- minimalizace speciálního nářadí
- pokud je to možné, tak seřizování nástrojů provádět mimo pracovní stroj



ROZDĚLENÍ

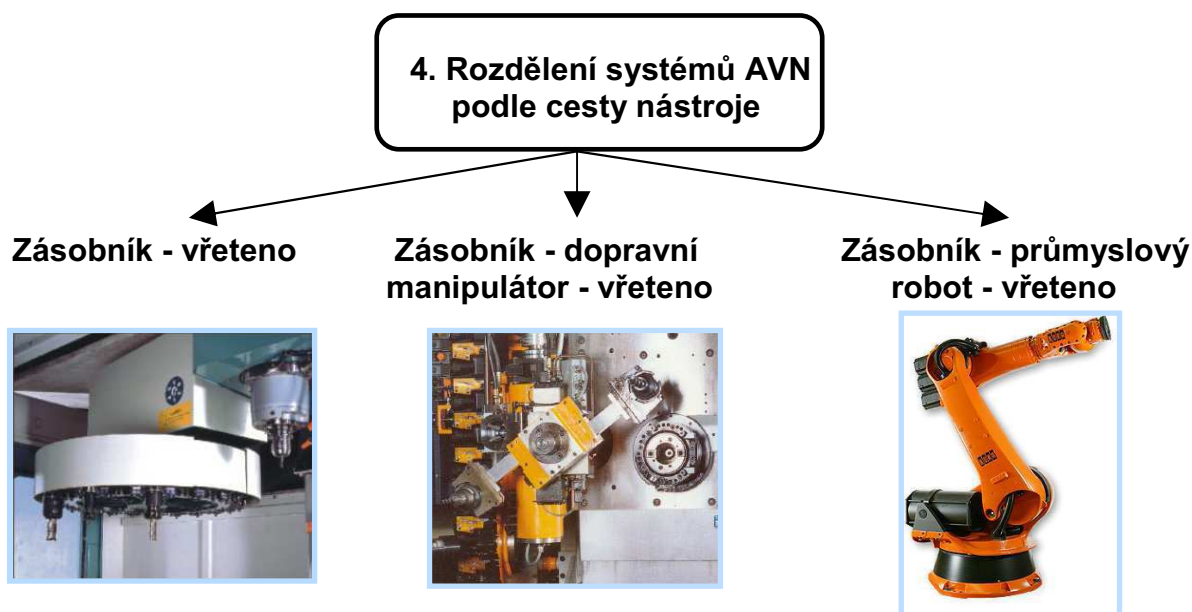
Systémy automatické výměny nástrojů se na obráběcích strojích vyskytují v celé řadě variant a provedení, některé můžeme navíc i mezi sebou kombinovat. **Podle konstrukce** systémy automatické výměny nástrojů můžeme rozdělit do tří základních skupin, viz obr. 3:



obr. 3: rozdělení automatické výměny nástrojů

[zdroje: www.demmmeler.com, www.spinner.de, www.mmspektrum.com,
Tyc, O.: Automatická výměna nástrojů na obráběcích strojích]

Další způsob, jakým můžeme systémy automatické výměny nástrojů rozdělit, je **podle cesty**, kterou nástroj vykoná během výměny, viz obr. 4:



obr. 4: rozdělení automatické výměny nástrojů podle cesty

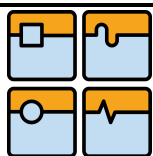
[zdroje: www.feeler.com, www.mmspektrum.com, www.kuka-robotics.cz]

1. Systémy s nosnými zásobníky

1.1 Systémy s otočnou (revolverovou) hlavou

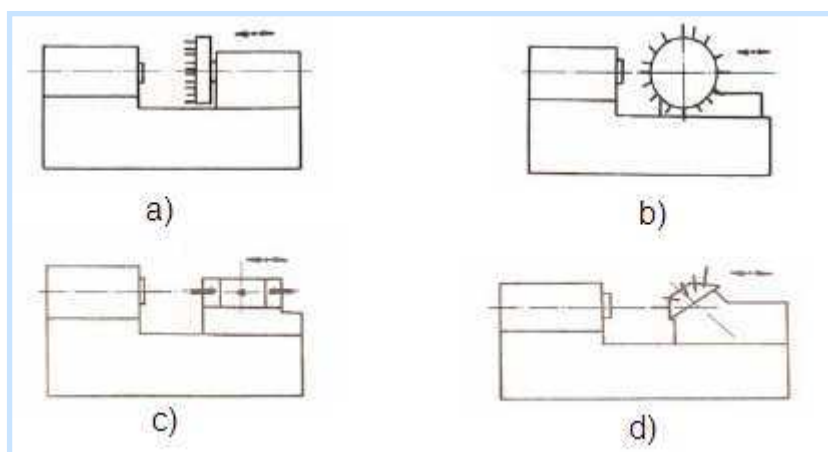
U strojů s nosnými zásobníky se nejčastěji používají se systémem s výměnou jednotlivých nástrojů pevně upnutých v zásobníku, tzv. **revolverové hlavy**, nebo **nožové hlavy**.

- hlavní část je n-boký hranol – zásobník (počet stran je určen počtem nástrojů), který přenáší řezné síly
- charakterizuje je menší počet nástrojových míst (maximálně 20 míst)
- mají menší rozměry, proto jsou umísťovány přímo na stroji
- nezvětšují půdorysnou plochu stroje
- nástroje konají jen vedlejší pohyby, hlavní řezný pohyb vykonává obrobek
- nástroje jsou upínány přímo, nebo pomocí universálních držáků, ve kterých jsou už nástroje seřízeny
- při sestavování programu musíme brát ohled na to, abychom s nepracujícím nástrojem nenarazili do stroje nebo obrobku.



Vyskytují se ve více provedeních, můžeme je rozdělit podle polohy osy hlavy vzhledem k rovině posuvu saní suportu, viz obr. 5:

- a) osa je rovnoběžná s příčnými saněmi suportu pohybujícím se podélně
- b) osa je rovnoběžná s příčnými saněmi suportu pohybujícím se příčně
- c) osa je kolmá k saním suportu
- d) osa je šikmá k saním suportu



obr. 5: rozdělení podle polohy osy hlavy k rovině posuvu saní

[zdroj: Tyc, O.: Automatická výměna nástrojů na obráběcích strojích]

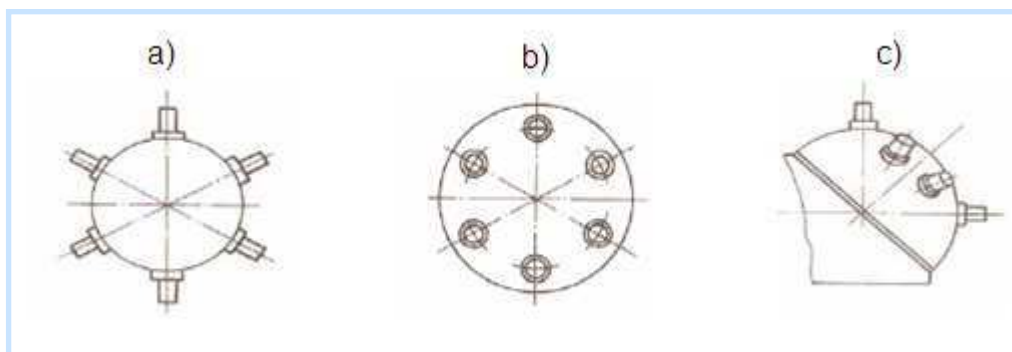
1.2 Systémy s výměnou celých vřeten nebo vřeteníků

Výměnu provádíme třemi způsoby:

- výměnou vřetenové revolverové hlavy
- výměnou vřeten nebo vřeteníků, které jsou rozmístěny v kruhu
- výměnou vřeten nebo vřeteníků, které jsou umístěny v přímce

U těchto systémů se setkáme s polohou os vřeten vůči ose otáčení hlavy, viz obr. 6:

- a) osy vřeten leží v jedné rovině a jsou kolmé na osu hlavy
- b) osy vřeten jsou rovnoběžné s osou hlavy
- c) osy vřeten tvoří kolem osy hlavy kužel



obr. 6: rozdělení podle polohy os vřeten vůči ose otáčení hlavy
[zdroj: Tyc, O.: Automatická výměna nástrojů na obráběcích strojích]



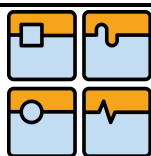
obr. 7: výměna vřetenových hlav na portálovém obráběcím centru s přestavitelným příčnickem FRPQ 300
[zdroj: www.mmspektrum.com]

Výhody a nevýhody systému s nosnými zásobníky:

- výměna nástrojů je rychlá
- docela jednoduchá konstrukce, z toho plynoucí menší poruchovost a snadnější obsluha
- nižší náklady

X

- omezená kapacita nástrojových míst
- nástroje si překázejí, větší pravděpodobnost kolize nástroje s obrobkem
- konstrukce zásobníku musí být přizpůsobena pro přenos sil – větší zatížení suportu



Příklady použití:



obr. 8



obr. 9

[zdroj: Havlík, R.: programování a řízení CNC strojů, katedra výrobních systémů – Technická univerzita v Liberci]



obr. 10: pracovní prostor CNC vertikálního obráběcího centra Brother TC-S2C-0

[zdroj: www.mmspektrum.com]



obr. 11



obr. 12

[zdroj: www.spinner.de]

Na obrázcích 11 a 12 je dvouvřetenový soustruh série TM firmy SPINNER s trojnásobnou revolverovou hlavou. Tuto revolverovou hlavu můžeme osadit 24 nástroji, z toho 18 nástrojů může být rotačních.

2. Systémy se skladovacími zásobníky

Systémy s výměnou jednotlivých nástrojů se používají u skříňových a prizmatických obrobků, ale i u soustružnických center. Vyznačují se tím, že nepřenášejí řezné síly, slouží pouze ke skladování nástrojů. Nástroj se musí přemístit do polohy, kde je schopen tuto sílu přenášet, a musí tam být spolehlivě a přesně upevněn. Tyto systémy jsou řešeny v celé řadě různých uspořádání s různou složitostí. Složitější typy těchto zařízení mají tyto hlavní části:

- skladovací zásobník nástrojů
- dopravní manipulátor sloužící k přenesení nástroje do místa výměny

nebo

- manipulátor pro výměnu nástrojů v pracovním místě

Výhody a nevýhody systémů se skladovacími zásobníky:

- můžeme říct, že kapacita nástrojových míst je neomezená
- lehká vřetena

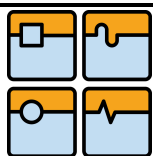
X

- potřeba přídavného zařízení pro výměnu nástrojů
- u většiny strojů potřeba kódování
- zvětšuje půdorysnou plochu stroje
- vyšší náklady

Skladovací systémy je možné rozdělit podle kapacity zásobníku na systémy s maloobjemovým zásobníkem a systémy s velkoobjemovým zásobníkem.

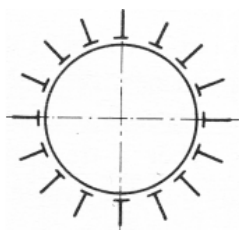


obr. 13: obráběcí centrum FV – 1500A s maloobjemovým bubnovým zásobníkem nástrojů s 24 nástrojovými místy [zdroj: www.feeler.com]

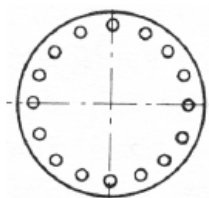


2.1 Maloobjemové typy zásobníků

Stroje, patřící do této skupiny, bývají obvykle jednodušší a menšího rozměru, mají jediný manipulátor, počet nástrojových míst je od 20 do 40. Tato skupina se dále dělí podle typu zásobníku, viz obr. 14:



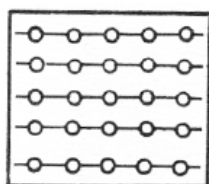
Kotoučový zásobník – nástroje jsou na kotouči upevněny radiálně k ose, nevýhodou jsou relativně velké rozměry vnějšího průměru kotouče, výhodou je naopak větší prostor pro čelisti výměnného mechanismu



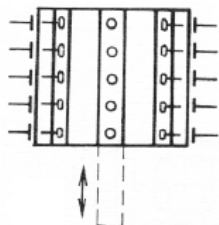
Kruhový (diskový, talířový) zásobník – nástroje jsou upevněny axiálně na konci kotouče, pro zjednodušení výměny jsou často řešeny s výklopnými nástrojovými držáky o úhel 90°. Pro další zkrácení času výměny nástrojů mohou kruhové zásobníky tvořit výměnné nástrojové palety, které jsou automaticky měněny při změně programu.



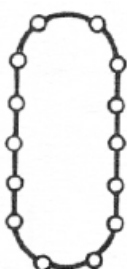
Sférický zásobník – nástroje jsou upevněny na polokouli nebo na její výseči



Deskový zásobník – nástroje jsou umístěny jako na paletě kolmo v křížovém rozložení



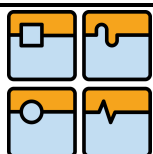
Bubnový zásobník – nástroje jsou umístěny radiálně jako u kotoučového zásobníku, v několika patrech nad sebou



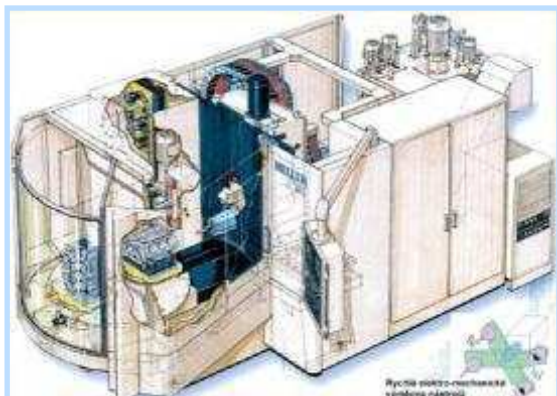
Řetězový zásobník – nástroje jsou umístěny v řetězové smyčce, která je složená z držáků

obr. 14: typy maloobjemových zásobníků

[zdroj: Borský, V.: Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno]



Příklady použití:



obr. 15

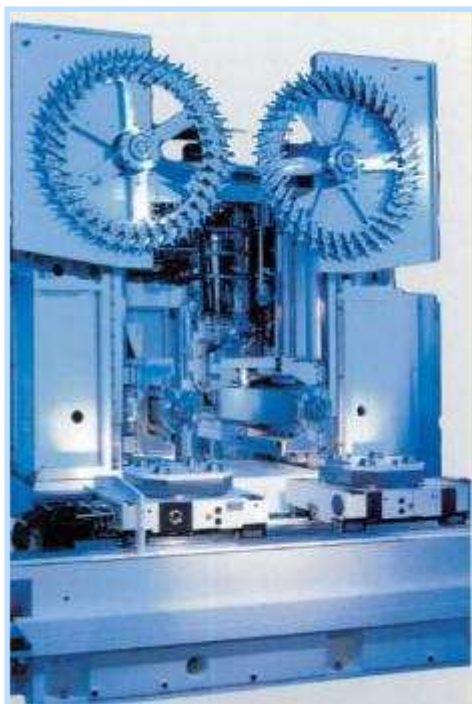
[zdroj: www.hellerindustries.com]

Firma HELLER na stroji MC16 používá řetězový zásobník s mechanickou rukou. Firma udává čas výměny nástroje z řezu do řezu 1,8 s, viz obr. 15.



obr. 16

Firma HANDTMAN na svých vertikálních strojích používá diskový zásobník bez manipulátoru, tzv. způsob "PICK-UP", viz obr. 16.

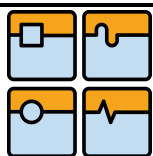


obr. 17

[zdroje: www.technik.ihned.cz,
www.alfing.com]

Podobný diskový zásobník používá firma ALFING u svého dvouvřetenového horizontálního obráběcího centra. Výměna nástroje u tohoto systému je rychlá, podle posuvové rychlosti stroje, viz obr. 17.

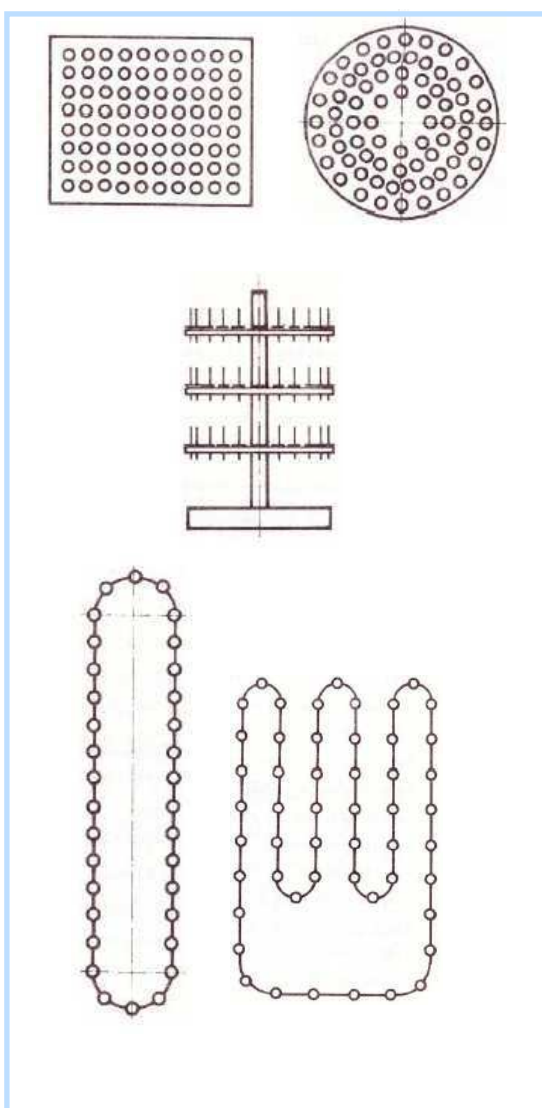
Nevýhodou obou výše popsaných systémů automatické výměny nástrojů je jejich malá nástrojová kapacita a tedy potřeba výměny nástrojů v zásobníku při změně vyráběné součásti.



2.2 Velkoobjemové typy zásobníků

Mají více než 40 nástrojových pozic, v současné době se kapacita zásobníku může zvětšit i na několik stovek nástrojů (až 500). Jedná se o plošné či regálové zásobníky s plným využitím jejich plochy. Docílíme tím vysoké kapacity nástrojů na relativně malém prostoru. Používá se u větších obráběcích center, kvůli své hmotnosti a rozměrům se umisťují mimo obráběcí stroj, tím zvětšuje půdorysná plocha stroje

Schematické zobrazení typů zásobníků je obdobné jako u malokapacitních zásobníků, viz obr. 18.

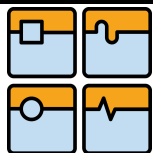
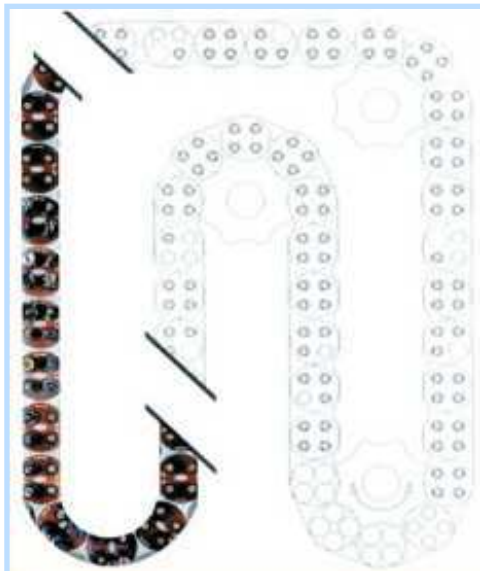


Obdélníkový a kruhový plošný zásobník – nástroje jsou umístěny jako na paletě kolmo v křížovém rozložení

Velkoobjemový regálový diskový zásobník – kapacitu zásobníku je možno zvyšovat kladením jednotlivých pater nad sebe

Jednořadý a velkoobjemový řetězový plošný zásobník – hlavní výhodou je úspora místa

obr. 18: typy velkoobjemových zásobníků
[zdroj: Borský, V.: Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno]

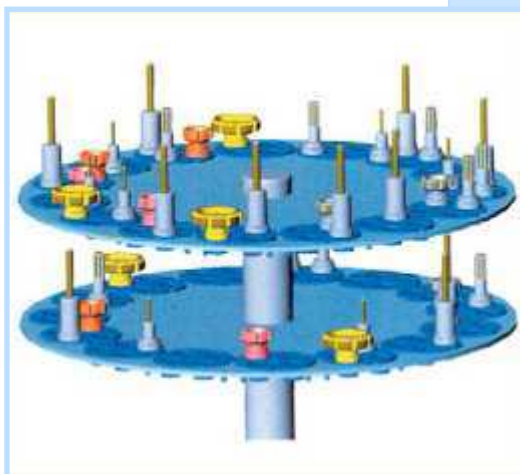
**Příklady použití:**

obr. 19 [zdroj: www.demmeler.com]

Velkoobjemový řetězový zásobník firmy DEMMELER je na obr. 19, na obr. 20 je detailní pohled na dva prvky řetězového zásobníku. Výhodou řetězového zásobníku nástrojů je úspora prostoru. Může pojmout dvojnásobný počet nástrojů při téže délce, jakou má jednořadý řetězový zásobník, umožňuje umístění až 250 nástrojů do zásobníku.



obr. 20

Velkoobjemový regálový diskový zásobník

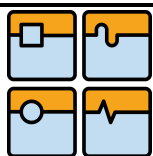
obr. 21

[zdroj: www.demmeler.com]

obr. 22

Na obr. 21 a 22. je velkoobjemový regálový diskový zásobník firmy DEMMELER s plastovými držáky na nástroje. Samosvornost držáku zajišťuje pružnost plastu.





Další typ velkoobjemového zásobníku je **regálový zásobník** na obr. 23, také od firmy DEMMELER. Byl použit na stroji MULTI-TEC firmy WALDRICH COBURG, využívající pro výměnu nástrojů průmyslový robot. Do regálového zásobníku je možno umístit až 500 nástrojů, které mohou mít velké rozměry (průměr do 500 mm a délku až 1200 mm) a velkou hmotnost (do 350 kg).

obr. 23 [zdroj: www.demmeler.com]

obr. 24: jednořadý řetězový zásobník na obráběcím centru TC 2.6

[zdroj: Havlík, R.: Programování a řízení CNC strojů, katedra výrobních systémů, Technická univerzita v Liberci]



obr. 25: vysokokapacitní diskový zásobník v pojetí firmy HERMLE

[zdroj: www.hermle.de]

3. Systémy kombinované

Jsou vytvořeny jako kombinace dvou předcházejících typů systémů. Zpravidla mají jeden nebo více zásobníků různých druhů se skladovací funkcí a jednu nebo více nástrojových či vřetenových hlav. Používají se u složitějších obráběcích center.

4. Systémy AVN podle cesty nástroje

U tohoto rozdělení si všímáme cesty nástroje, která začíná v nástrojovém držáku a končí uložením do pracovní polohy na vřetenu.

4.1 Systém „zásobník – vřeteno“ (pick-up system)

V současné době se výrobci obráběcích strojů snaží, aby automatická výměna nástrojů byla co nejjednodušší a tím zároveň levnější a čas výměny nástroje z řezu do řezu byl co nejkratší. Proto se upouští od dopravního manipulátoru a v některých případech i od manipulátoru pro výměnu nástrojů.

Tento systém je velmi jednoduchý a přesný, s poměrně krátkým časem výměny. Vřeteno nejprve odloží stávající nástroj do přistaveného zásobníku a otočením zásobníku se do osy vřetena dostane nový nástroj, který se upne vlastními posuvnými a upínacími mechanismy. Používá se u menších a jednodušších obráběcích center.



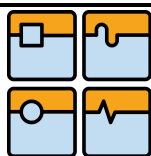
obr. 26: diskový zásobník MAG od firmy FADAL
[zdroj: www.fadal.com]

4.2 Systém „zásobník – manipulátor – vřeteno“ (výměna nástroje pomocí mechanické ruky)

Mechanická ruka je strojově nezávislé zařízení na výměnu dvou nástrojů. Tento způsob je užíván od počátku automatických výměn nástrojů a je nejrozšířenější. Cílem je přesnost, rychlost a hladké pohyby, nízké chvění a tichá operace, všestrannost je v aplikacích a minimálních celkových rozměrech.

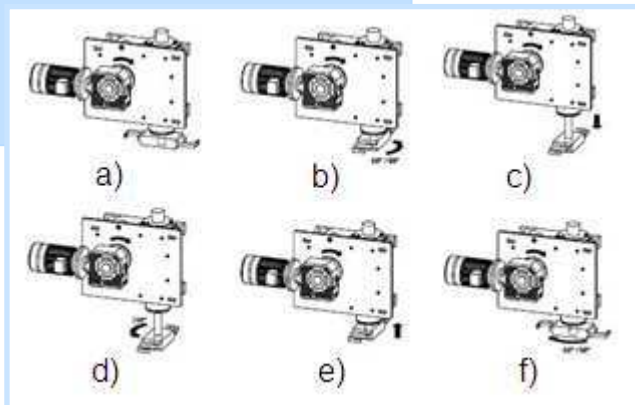


obr. 27, obr. 28: CUT system MIKSCH
[zdroj: www.miksch.de]



Sekvence pohybů

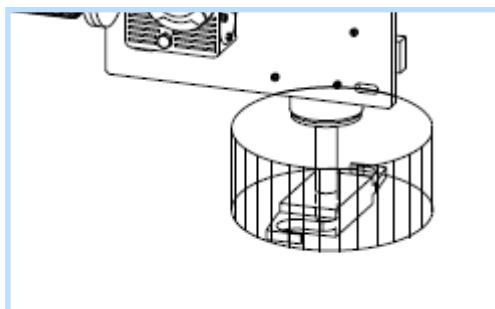
obr. 29



[zdroj: www.cofit.it]

- a) Počáteční poloha
- b) Uchycení vyměňovaných nástrojů (otočení ruky o $+30^\circ$ z počáteční polohy)
- c) Vyjmutí držáků s nástroji z jejich pozic (lineární pohyb dolů)
- d) Výměna pozic nástrojů (otočení ruky o $+180^\circ$)
- e) Vložení vyměněných nástrojových držáků do pracovní pozice (lineární pohyb nahoru)
- f) Uvolnění držáků s nástroji a návrat ruky do počáteční pozice (otočení o -30°)

Pracovní prostor ruky

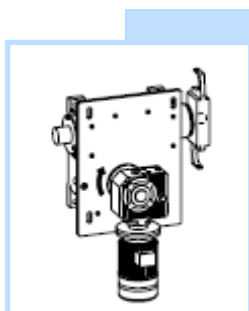


obr. 30

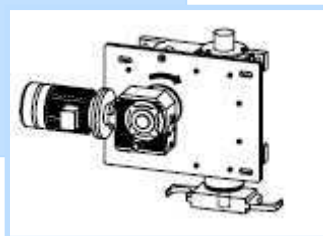
[zdroj: www.cofit.it]

Pracovním prostorem mechanické ruky rozumíme místo, uvnitř kterého probíhají pracovní pohyby při výměně nástroje (válec). Při zaseknutí či jiné poruše je zakázáno vstupovat do tohoto akčního rádiusu měniče, hrozí nebezpečí úrazu.

Dále můžeme rozlišovat 2 typy mechanické ruky, a to s horizontální (vodorovnou) na obr. 31, a nebo s vertikální (svislou) osou hřídele měniče, viz obr. 32.

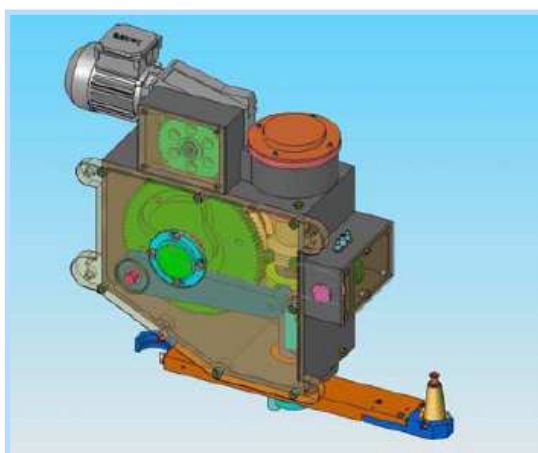


obr. 31: horizontální manipulátor



obr. 32: vertikální manipulátor

[zdroj: www.cofit.it]



obr. 33: pohled na vačkový systém

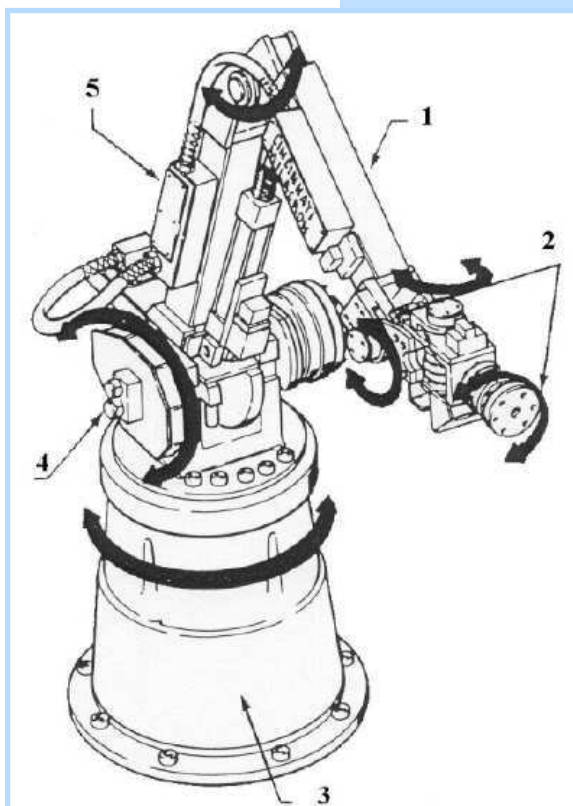
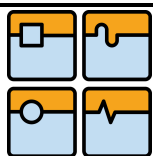
Princip sekvence přesných pohybů:
Přes vačku je dodáván výkon z motorku v sériích stop-and-go na hřídel, na který je připevněna ruka zachycovače. Synchronní kombinace pohybu mechanické ruky vytváří cyklus pro výměnu nástrojů, který je charakteristickým pro tento druh výměny.

[zdroj: Bublík, O.: Konstrukční řešení kinematiky výměníku nástrojů pro vertikální obráběcí centrum řady MCV]

4.3 Systém „zásobník – průmyslový robot – vřeteno“

Jako dopravní manipulátor si můžeme představit více či méně složitý robotický systém – **průmyslový robot**.

Tímto termínem označujeme technický systém, který je schopný napodobovat nebo úplně nahradit mechanické a intelektuální funkce člověka při výrobním procesu. Je to technické zařízení pro vykonávání technologických operací, které lze naprogramovat. Na koncovém členu robotu je umístěn efektor, který slouží pro umožnění spojení robotu s jeho okolím. V našem případě, kdy se bavíme o výměně nástroje na obráběcím centru, jde o úchopnou hlavici. Pomocí technologické hlavice může vykonávat další technologické operace (svařování, stříkání atd.).



Hlavní části:

1. předloktí
2. zápěstí
3. podstavec
4. rameno
5. paže

obr. 34

[zdroj: www.vutbr.cz]

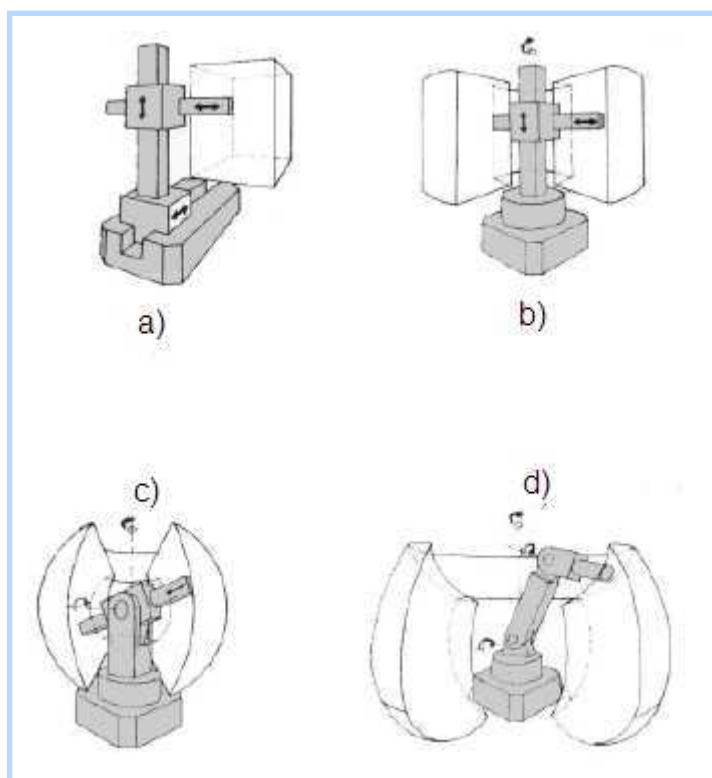
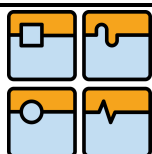
Rozdělení robotů podle typů kinematických dvojic:

- a) tři translační dvojice
- b) dvě translační dvojice a jedna rotační
- c) jedna translační dvojice a dvě rotační
- d) tři rotační dvojice

Tyto kinematické dvojice pak při vykonávání pracovního cyklu robotu tvoří kinematické řetězce, které nám dále určují souřadnicové systémy a pracovní prostor robotu, viz obr 35.

Souřadnicové systémy robota:

- a) kartézský (pravoúhlý) systém
- b) cylindrický (válcový) systém
- c) sférický systém
- d) angulární systém



obr. 35: souřadnicové systémy robotu

[zdroj: www.vutbr.cz]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 25
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ZÁVĚR

V ekonomice každého průmyslově vyspělého státu hraje strojírenství velmi důležitou roli. Rozvoj ostatních odvětví hospodářství těchto zemí závisí právě na vývoji strojírenství. Na každé věci, která se kolem nás nachází, nalezneme stopu po činnosti obráběcího stroje – automobil, lednice, Váš nový DVD přehrávač apod. Vývoj obráběcích center povede ke strojům, které budou schopny na obrobku provést co nejvíce obráběcích i kontrolních operací. Bude snaha o zvýšení výkonu a přesnosti obrábění. Stroje budou navrhovány jako stavebnice s vysokým počtem standardizovaných uzlů a dílů pro co největší variabilitu obráběcího centra. Toto musí vzít v úvahu výrobci a snažit se svým sortimentem co nejvíce přizpůsobit požadavkům spotřebitelů a hledat kompromisy mezi cenovou dostupností a kvalitou a inovací svých multifunkčních obráběcích center.

U systémů automatické výměny nástrojů je viditelný trend zvyšování počtu nástrojů v zásobnících, zkracování času, kdy stroj neobrábí a maximalizace spolehlivosti zařízení. Časy výměny nástroje z řezu do řezu u nejrychlejších systémů se pohybují na hranici jedné sekundy. Čím kratší je čas výměny, tím více roste efektivita a produktivita obráběcího centra. Vysoké pohybové rychlosti jsou však limitovány velkými nárůsty zatížení v pohonných jednotkách a rázy v mechanismech.

Dnes systémy automatizované výměny nástrojů tvoří neodmyslitelnou součást nejnovějších zařízení operujících v rámci technologií obrábění. Avšak pořád je co vymýšlet, což dokazuje velké množství nově patentovaných postupů při výměně nástroje. Tento pokrok jde opět ruku v ruce s vývojem nových technologií.

S EZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BEDŘICH, R., HOUŠA, J., KRATOCHVÍL, J., KRATOCHVÍLOVÁ, H.
Konstrukce číslicověřízených výrobních strojů. Praha: ČVUT, 1977.
- [2] Borský, V.: *Jednouúčelové a víceúčelové obráběcí stroje II.díl*, ISBN 80-214-0175-3
- [3] Borský, V.: *Základy stavby obráběcích strojů*, VUT Brno
- [4] Bublík, O.: *Konstrukční řešení kinematiky výměníku nástrojů pro vertikální obráběcí centro řady MCV*
- [5] Havlík, R.: *Programování a řízení CNC strojů*, katedra výrobních systémů - Technická univerzita v Liberci
- [6] Marek, J.: *Konstrukce CNC obráběcích strojů*, ISSN 1212-2572
- [7] Tyc, O.: *Automatika výměna na CNC obráběcích strojích*
- [8] ZVOLENSKÝ, R.: *Systém automatizované výměny nástrojů*
- [9] <<http://www.alfing.com>>
- [10] <<http://www.cofit.it>>
- [11] <<http://www.demmeler.com>>
- [12] <<http://www.fadal.com>>
- [13] <<http://www.feeler.com>>
- [14] <<http://www.intos.cz>>
- [15] <<http://www.kuka-robotics.cz>>
- [16] <<http://www.miksch.de>>
- [17] <<http://www.mmspektrum.com>>
- [18] <<http://www.spinner.de>>
- [19] <<http://www.technikbay.com>>
- [20] <<http://www.technik.ihned.cz>>
- [21] <<http://www.vutbr.cz>>