



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

TRENDY SOUČASNÉHO VÝVOJE AUTOMATICKÉ VÝMĚNY NÁSTROJŮ U FRÉZOVACÍCH CENTER

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AUTOMATIC TOOL CHANGE AT MILLING
MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL KREJČÍ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PAVLÍK

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavel Krejčí

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:

Trendy současného vývoje automatické výměny nástrojů u frézovacích center

v anglickém jazyce:

Current trends in the development of automatic tool change at milling machines

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na vytvoření rešerše a uceleného roztřídění v současnosti používaných zařízení pro automatickou výměny nástrojů u frézovacích center.

Cíle bakalářské práce:

Analýza současného stavu v oblasti automatické výměny nástroj u frézovacích center.

Vytvoření uceleného třídění používaných manipulátorů a zásobníků.

Seznam odborné literatury:

www.atcgifu.com

www.pragati-automation.com

www.aeny.com.tw

www.deta.com.tw

www.miksch.de

webové stránky výrobců obráběcích strojů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Pavlík

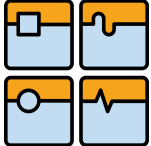
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 3
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je odborná rešerše zabývající se rozříděním v současnosti používaných zařízení pro automatickou výměnu nástrojů u frézovacích center, jejich popis a zhodnocení.

Klíčová slova

Automatická výměna nástroje, nosný zásobník, skladovací zásobník, manipulátor

Abstract

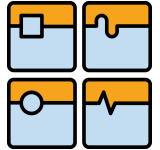
The aim of this bachelor's thesis is to do the research expertise mapping and sorting currently used equipment for the automatic tool change at milling machines, description and evaluation of this equipment.

Keywords

Automatic tool change, carrier tool magazine, storage tool magazine, manipulator

Bibliografická citace:

KREJČÍ, P. Trendy současného vývoje automatické výměny nástrojů u frézovacích center. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 24 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pavlík.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 4
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Janu Pavlíkovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Trendy současného vývoje automatické výměny nástroje u frézovacích center vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně:

.....
Pavel Krejčí

Obsah

Abstrakt	3
Obsah	5
1. Úvod	6
1.1. Požadavky kladené na systémy AVN	6
1.2. Morfologie AVN	6
2. Rozdělení AVN podle konstrukce	7
3. Systémy s nosným zásobníkem	8
3.1. Revolverové hlavy nenaháněné	8
3.2. Revolverové hlavy naháněné	9
4. Systémy se skladovacím zásobníkem	10
4.1. Přímá výměna zásobník – vřeteno (PICK-UP)	11
4.1.1. Systémy PICK-UP s lineárním zásobníkem	11
4.1.2. Systémy PICK-UP s diskovým zásobníkem	12
4.1.3. Systémy PICK-UP s řetězovým zásobníkem	13
4.2. Systémy s pohyblivým zásobníkem a manipulátorem	13
4.2.1. Zásobníky s kruhovým pohybem a manipulátorem	14
4.2.2. Zásobníky s obecným pohybem a manipulátorem	15
4.3. Systémy se stacionárním zásobníkem a manipulátorem	16
4.3.1. Systémy s vodorovným stacionárním zásobníkem	17
4.3.2. Systémy se svislým stacionárním zásobníkem	18
4.3.3. Systémy s kombinovaným stacionárním zásobníkem	19
5. Systémy kombinované	20
6. Manipulátory	21
Závěr	23
Seznam použitých zdrojů	24

1. Úvod

V současné době se do strojní výroby stále více prosazuje automatizace. Je to dáno potřebou zrychlení výroby a vyloučení chyb způsobených lidskou obsluhou. Oba faktory ovlivňují cenu práce a také cenu výrobku a proto e snaha o dosažení nejvyšší provozní spolehlivosti a zkvalitnění výroby.

Mezi nejvýznamnější typy automatizace patří automatická výměna nástrojů a automatická výměna obrobků. Do automatické výměny nástrojů spadá veškerá manipulace, polohování a upínání nástrojů do pracovního vřetena stroje.

Díky velké univerzálnosti dochází k velkému rozšíření automatické výměny nástrojů i do malosériové a kusové výroby. V současné době se výrobci snaží zkracovat časy pro výměnu nástroje a zvyšovat počty nástrojů upnutých současně v jednom zásobníku. Proto se systémy AVN staly v dnešní době již běžnou součástí moderního obráběcího stroje.

1.1. Požadavky kladené na systémy AVN

- minimální čas cyklu výměny nástroje
- vysoká tuhost uzlu nesoucí nástroj během obrábění
- vysoká funkční spolehlivost
- optimální kapacita zásobníku pro danou oblast využití
- prostorově úsporné řešení
- eliminace nepříznivého vlivu na pracovní prostor stroje
- odolnost proti vlivu znečištění (třísky, prach)

1.2. Morfologie AVN



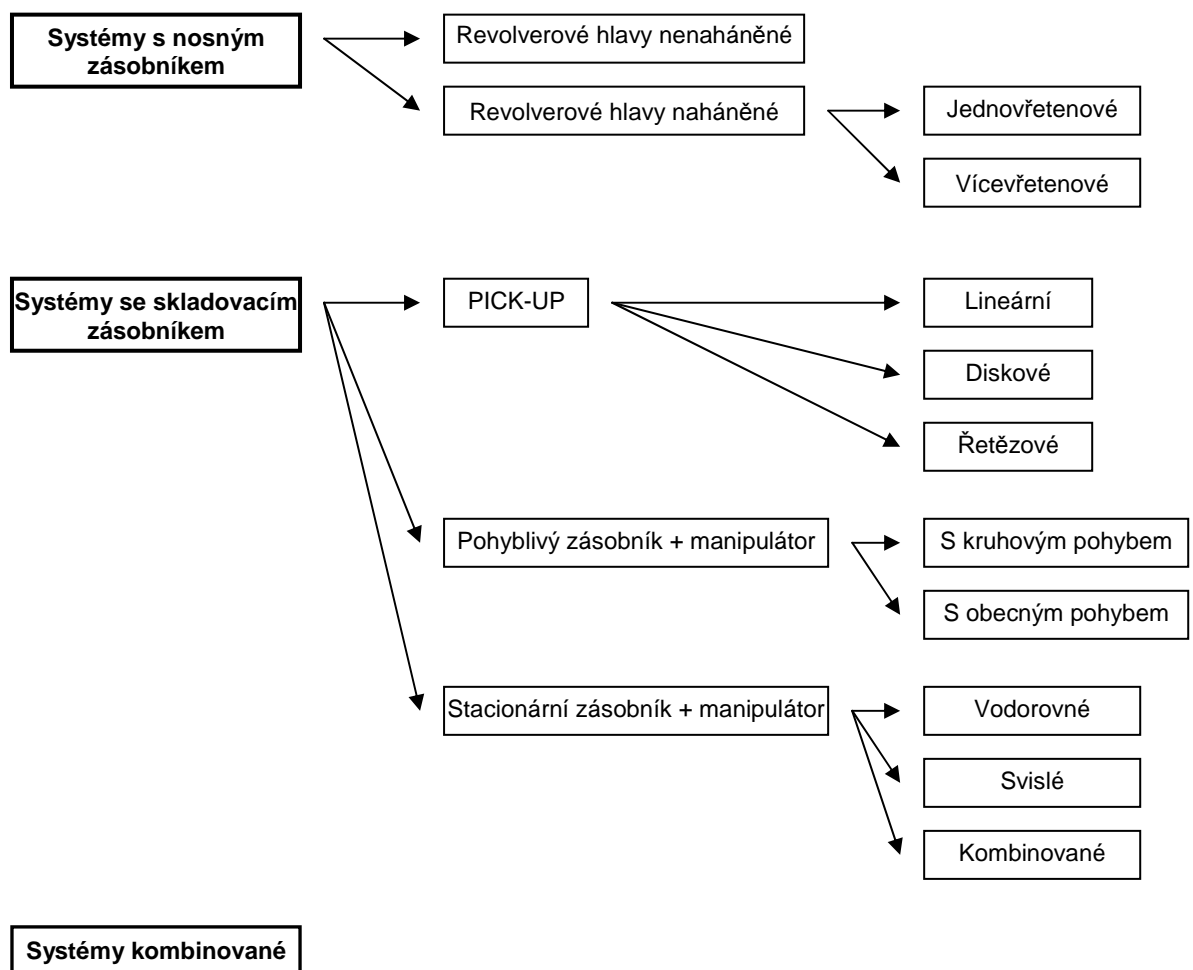
Obr. 1 - Morfologie AVN [1]



2. Rozdělení AVN podle konstrukce

Systémy AVN na obráběcích strojích se vyskytují v různých variantách a provedeních. Navíc se dají mezi sebou kombinovat. Můžeme je tedy rozdělit podle konstrukce do 3 hlavních skupin a následně pak každou skupinu dělit na několik dalších dle typu zásobníku (obr. 2).

- **Systémy se skladovacím zásobníkem** (Zásobník nástrojů nepřenáší řezné síly, je umístěn mimo pracovní oblast stroje)
- **Systémy s nosným zásobníkem** (Zásobník nástrojů přenáší řezné síly při práci stroje)
- **Systémy s kombinované** (Spojuje principy předešlých 2 systémů)



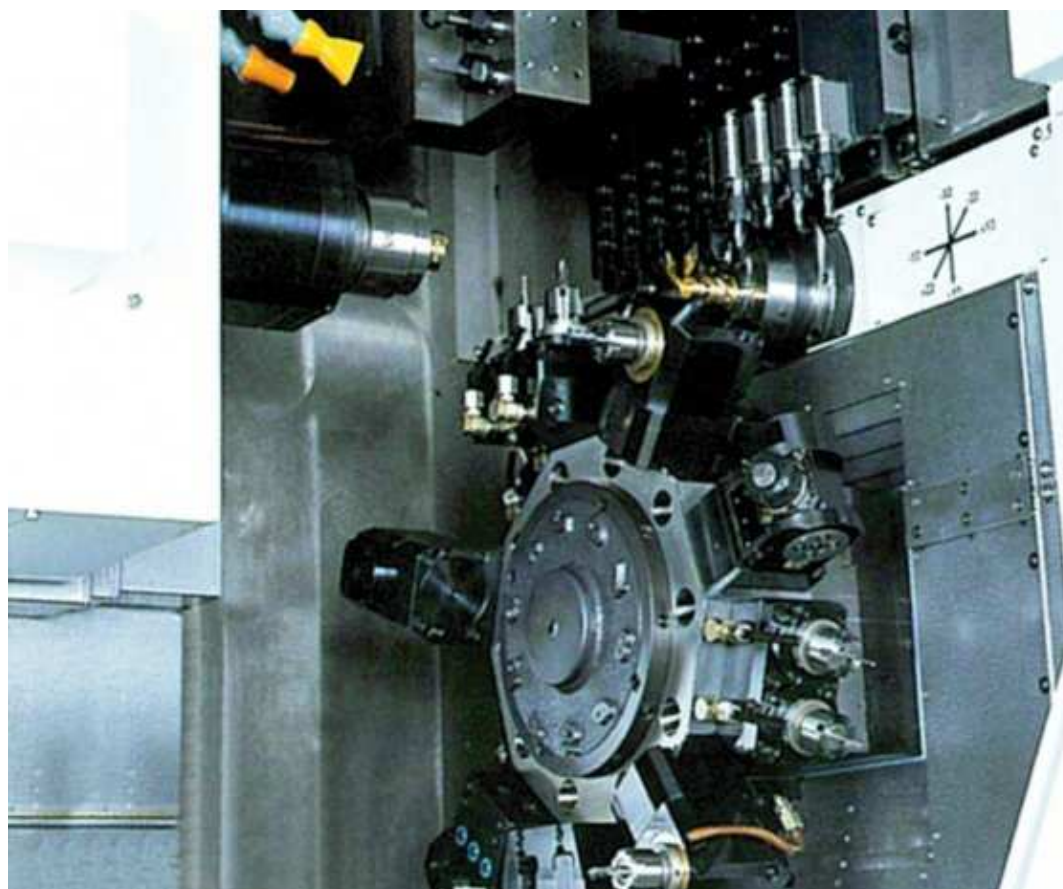
Obr. 2 - Rozdělení AVN

3. Systémy s nosným zásobníkem

Nosný zásobník součástí nosného rámu stroje – při obrábění přenáší řezné síly. Celý zásobník s nástrojem koná pohyb. Protože se celý zásobník pohybuje s pohyby stroje, musí mít relativně malé rozměry a tím i značně snížený počet nástrojů (6-8 nástrojů). Nosný zásobník nezvětšuje půdorysnu stroje. Nejčastěji se zde setkáváme s revolverovými hlavami, které jsou tvořena n-bokým hranolem, kde n udává počet nástrojů. Samotná výměna nástrojů se provádí tak, že po dokončení jedné operace jedním nástrojem se revolverová hlava natočí do jiné polohy a připraví tím jiný nástroj do řezného procesu.

3.1. Revolverové hlavy nenaháněné

S nenaháněnými revolverovými hlavami se setkáváme u soustružnických center (obr. 3). U frézovacích center se nepoužívají, protože nemají pohon pro nástroje, který je u frézování samozřejmý.



Obr. 3 – Nenaháněná revolverová hlava [1]

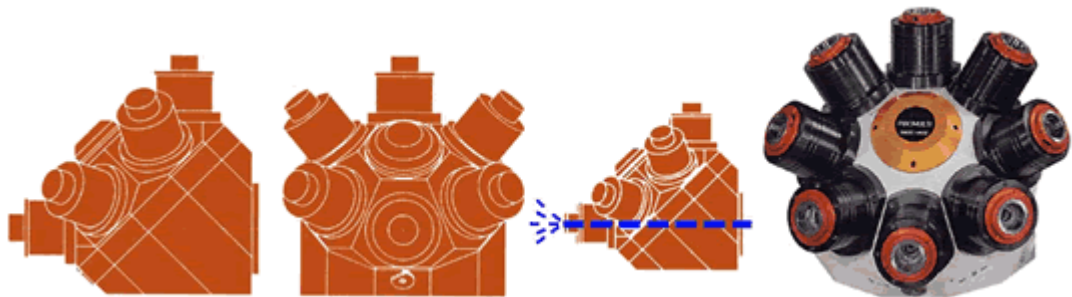


3.2. Revolverové hlavy naháněné

U frézovacích center mluvíme o nástrojových hlavách což jsou upravené revolverové hlavy. Nástroje v tomto případě nejsou kolmo na osu otáčení nástrojové hlavy ale pod určitým úhlem. Jsou naháněné, tzn. že řezný pohyb vykonává právě nástrojová hlava.

Mezi výrobci, kteří se zabývají nástrojovými hlavami určitě patří firma PIBOMULTI. V jejich sortimentu lze nalézt jak jednovřetenové tak vícevřetenové nástrojové hlavy.

Jednovřetenová hlava TRH 400 series vyobrazená na obr. 4 je maximálně pro 8 nástrojů. Natočení hlavy o jednu pozici (1/8 kruhu) je vcelku rychlé, výrobce uvádí 1,2s.



Obr. 4 – Nástrojová hlava PIBOMULTI firmy [14]

Firma PIBOMULTI má ve svém sortimentu i vícevřetenové nástrojové hlavy. Při obrábění je tedy v řezu několik nástrojů, které jsou upnuté v jedné straně nástrojové hlavy.



Obr. 5 – Vícevřetenová hlava firmy PIBOMULTI [14]

Nevýhodu počtu současně upnutých nástrojů řeší firma Gruppo Riello Sistemi. Do svých obráběcích center typu VERTIFLEX osazuje hned několik nástrojových hlav. Tím se sice prodraží obráběcí centrum ale zase máme minimálně dvojnásobek nástrojů v relativně malém prostoru. Výměna nástrojů se oproti použití pouze jedné nástrojové hlavy neprodlouží, výrobce udává 1,5s. Výhodou tohoto řešení je možnost současně dvou operací – například frézování horní plochy a vrtání bočního otvoru, jak zobrazuje následující obrázek.

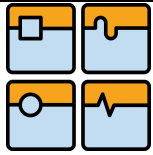


Obr. 6 – Použití více nástrojových hlav [6]

4. Systémy se skladovacím zásobníkem

U těchto systémů je zásobník nástrojů mimo pracovní oblast stroje a tak nemůže dojít ke kolizi zbytku nástrojů s částmi stroje. Zároveň je tím odlehčeno vřeteno, které nese pouze jediný nástroj. Zásobník nástrojů tedy nepřenáší řezné síly a je určen jak název napovídá pouze pro uskladnění nástrojů. Díky své poloze mohou pojmout podstatně vyšší množství nástrojů než u systémů s nosným zásobníkem. V současné době až 500 nástrojů v jednom zásobníku nástrojů. Protože je možné použít více zásobníků, dá říct že kapacita nástrojových míst je neomezená.

Nevýhoda tohoto systému spočívá v upínání nástrojů, tzn. že všechny nástroje musí mít stejný rozměr nástrojového držáku. Také je tento zásobník dále od místa obrábění než systémy s nosným zásobníkem a tak se prodlužují časy pro výměnu nástroje tzv. „z řezu do řezu“. Tím je zde častá nutnost manipulátoru, který se stará o přesun nástroje ze zásobníku do vřetena stroje. Ve většině případů zde také vzniká nutnost kódování nástrojů. Zároveň tento systém zvětšuje půdorysnou plochu stroje.



Dělení systémů se skladovacím zásobníkem se provádí podle manipulačního cyklu s nástroji tj. přesun nástroje z nástrojového držáku do vřetena stroje a je vyobrazeno na obr. 2.

4.1. Přímá výměna zásobník – vřeteno (PICK-UP)

Tyto systémy jsou konstrukčně nejjednodušší, nevyžadují žádný manipulační prvek. Používají se na strojích, kde není kladen nárok na počet nástrojů. Vřeteno odjede z řezu k zásobníku předá zásobníku nástroj, zásobník se natočí tak aby vřeteno mohlo vzít nástroj nový. Vřeteno si samo nástroj vezme a vlastními mechanismy upne a vrací se do řezu. Z konstrukce plyne, že zásobník musí poblíž vřetene a proto se tyto systémy hodí pouze pro menší stroje a to do cca 20 nástrojů. Čas potřebný k výměně nástroje je zde vyšší, protože vřeteno musí vrátit nástroj do zásobníku, čekat na natočení zásobníku, uchopit nový nástroj a zase najet do řezu. Pokud je nový nástroj např. na opačné straně zásobníku, může celá operace trvat více než 10s.

4.1.1. Systémy PICK-UP s lineárním zásobníkem

U těchto zásobníků jsou osy nástrojů uspořádány rovnoběžně s osou otáčení zásobníku. Tyto typy zásobníků mívají do 20 úložných míst pro nástroje. Nástroje se ukládají v operačním sledu. Výhodou této konstrukce je jednoduchost a malé stavební rozměry. Pro další zrychlení výměny nástrojů mohou tyto zásobníky tvořit výměnné nástrojové palety.

Při výměně zásobník dojde prázdnou polohou pod vřeteno, vřeteno spustí nástroj do zásobníku, zásobník se pootočí a zasune nástroj do vřetene stroje.

Tento typ zásobníků dodávají například firmy AENY a Fermat. U firmy AENY jde o bubnové a talířové zásobníky pro 16 nebo 20 nástrojů (obr. 7, 8) , kde firma udává čas výměny z řezu do řezu 2 - 4 s.



Obr. 7, 8 – Bubnový (vlevo) a talířový zásobník firmy AENY [8]

Česká firma Fermat tento systém výměny nástrojů používá u svých obráběcích strojů. Vertikální obráběcí centrum VMF 610 používá bubnový zásobník pro 16 nástrojů s přímou výměnou.



Obr. 9 - Zásobník nástrojů dodávaný ke stroji VMF 610 [9]

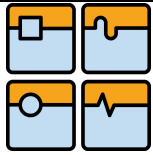
4.1.2. Systémy PICK-UP s diskovým zásobníkem

Do této skupiny patří zásobníky s nástroji kolmo nebo šikmo na osu otáčení zásobníku. Nevýhodou tohoto typu jsou větší rozměry zvláště pak vnějšího průměru.

Mezi výrobce opět patří firma AENY. V současnosti nabízí 2 typy diskových zásobníků pro přímou výměnu. Oba mají uveden čas pro indexaci nástroje 0,5s a čistá výměna nástroje pak 1,6s.



Obr. 10, 11 – Diskové zásobníky firmy AENY [8]



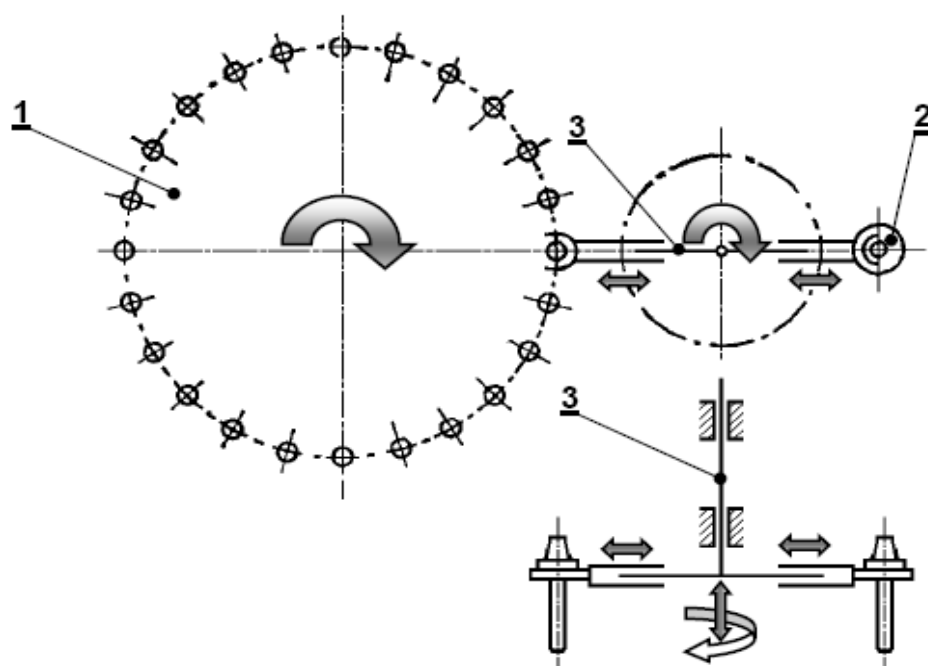
4.1.3. Systémy PICK-UP s řetězovým zásobníkem

Používají se tam kde bubnové zásobníky počtem nástrojů nestačí. Jejich kapacita je většinou kolem 40 – 60 nástrojů. Na člancích řetězu jsou upnuté držáky nástrojů. Řetězový zásobník je umístěn horizontálně pod obráběcím stolem, na jedné straně stolu je přístupná vřetení. Výměna nástrojů je totožná s bubnovým zásobníkem.

4.2. Systémy AVN s pohyblivým zásobníkem a manipulátorem

Pro zrychlení výměny je u těchto systémů vřazen manipulátor. Celý cyklus výměny nástroje probíhá tak, že během obrábění se natočí zásobník (1) tak aby byl připraven po skončení řezu na výměnu o 30° oproti výměnné pozici. Jakmile je třeba vyměnit nástroj manipulátor (3) se otočí o poslední 30°, uchopí zároveň nový nástroj ze zásobníku a použitý nástroj z vřeten stroje (2). Poté vytáhne nástroj směrem od vřeteně, otočí se o 180° a zasune nový nástroj do vřeten stroje a zároveň zasune použitý nástroj do zásobníku. Následně se pootočí o 30° aby nezavazal vřeten stroje.

Ke zkrácení doby oproti přímé výměně dochází tím, že zde nedochází ke kontaktu vřeten stroje - zásobník a také, že vřeten nemusí čekat na nový nástroj při natáčení zásobníku. Proto je tato výměna velmi rychlá, řádově jednotky sekund. Jedná se o nejrozšířenější způsob AVN. Navíc lze zde využít zásobníky pro více nástrojů, například řetězové zásobníky a to i velkoobjemové, které mají řetěz s nástroji poblíž vřeteně.



Obr. 12. Systémy AVN s výměnou zásobník-manipulátor-vřeten [2]

4.2.1. Zásobníky s kruhovým pohybem a manipulátorem

Tyto zásobníky hodně připomínají kruhové zásobníky z kapitoly s PICK-UP řešením, avšak je zde pro urychlení výměny vřazen manipulátor. Aby mohl být nástroj „naseknut“ manipulátorem mívají často zásobníky výklopný mechanismus, kdy je potřebný nástroj vyklopen z polohy rovnoběžné k ose otáčení manipulátoru do polohy kolmé k ose otáčení manipulátoru.

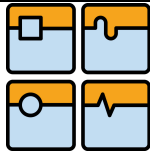
Mezi výrobce zásobníků s kruhovým pohybem a manipulátorem patří firma FELLER. Na obr. 13 je její vertikální obráběcí centrum řady FVP, typ FV-1500A. Tyto výkonná obráběcí centra jsou určeny pro všeobecné obrábění. Obráběcí centrum používá bubnový zásobník pro 24 nástrojů s manipulátorem - výměnou rukou (obr. 14), vyrobený a testovaný přímo firmou FELLER. Zásobník se vyznačuje unikátním vačkovým mechanismem. Společně se simultánním uvolňovacím systémem jsou tyto stroje schopné hladké a rychlé výměny nástroje v čase 3 sekund.



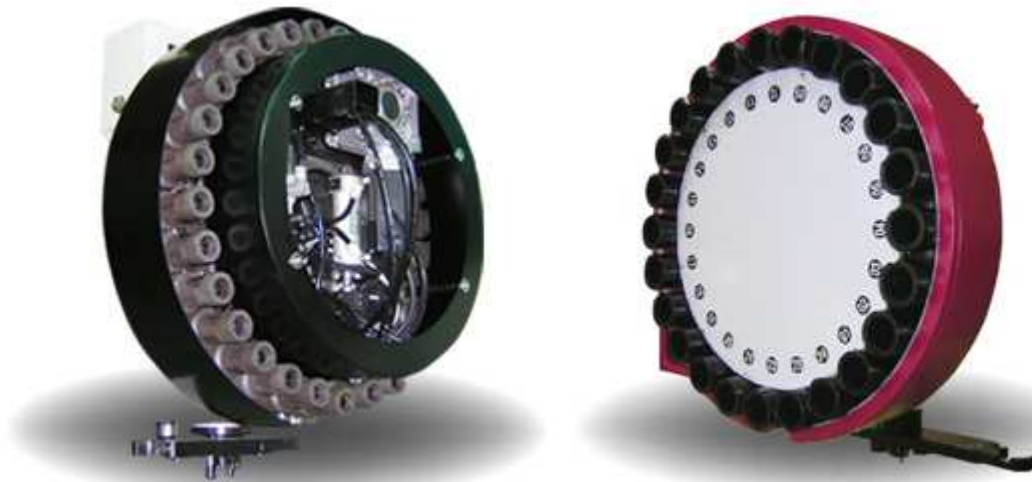
Obr. 13 – Obráběcí centrum FV-1500A [10]



Obr. 14 – Bubnový zásobník nástrojů s výměnnou rukou [10]



Mezi další výrobce spadá firma DETA International, která dodává kruhové zásobníky ve více jak 20 variantách. Výměna nástroje je provedena za 2,5s

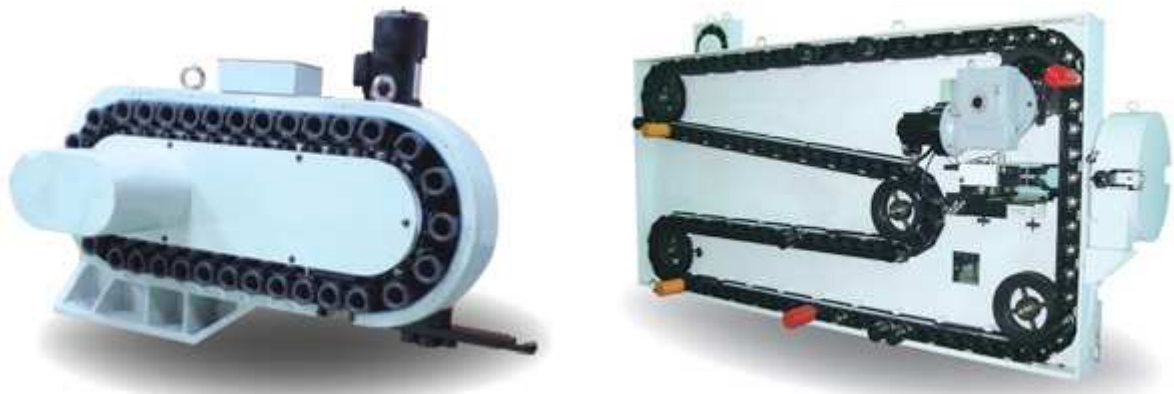


Obr 15,16 – Různá řešení zásobníků firmou DETA Int. [7]

4.2.2. Zásobníky s obecným pohybem a manipulátorem

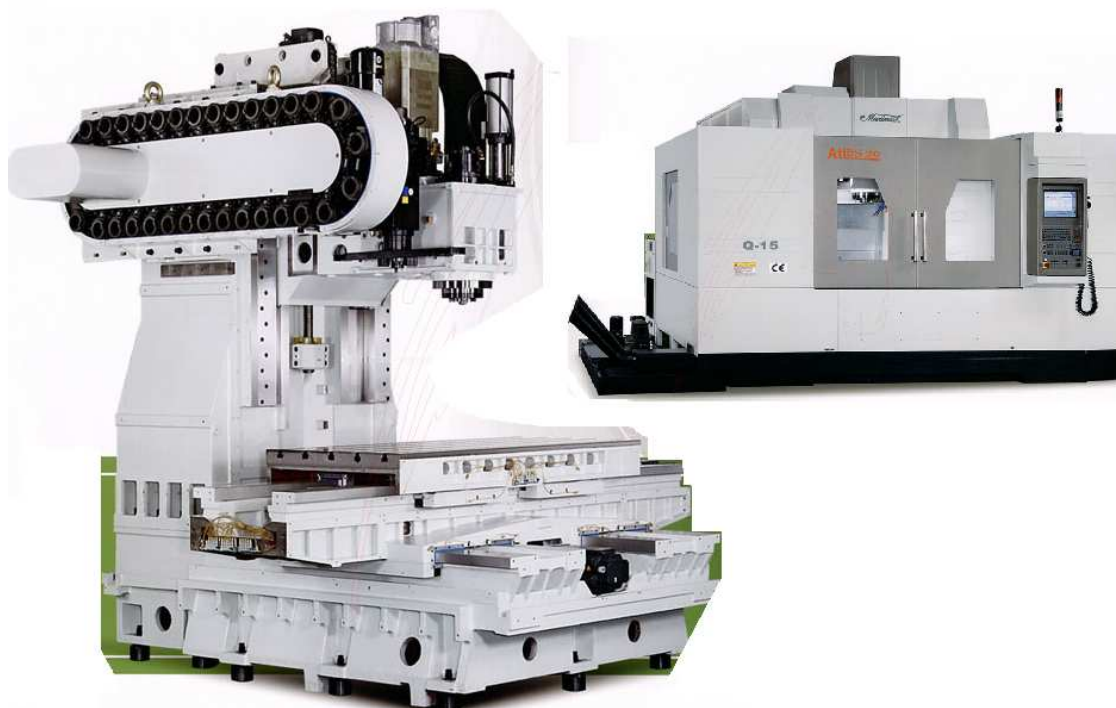
Do této kategorie spadají převážně zásobníky řetězové. Využívají se tam, kde bubnové svou kapacitou nedostačují. V kombinaci s vhodným manipulátorem jsou vhodné pro rychlou výměnu nástrojů. Jejich kapacita je zhruba 20 až 200 nástrojů. Podle pozice manipulátor – zásobník mají některé také výklopný mechanismus nástroje. U menších zásobníků (do cca 40 nástrojů) jsou tvarovány do oválu, pro více nástrojů dochází k pokroucení řetězu aby se využila maximálně plocha zásobníku.

Na následujících dvou obrázcích jsou zobrazena řešení od firmy DETA International. U menšího zásobníku pro 32 nástrojů probíhá výměna za 1,5s, natočení zásobníku o 1 pozici pak za 0,5s. Větší zásobník pro 120 nástrojů dokáže nástroj vyměnit za 2,5s , natočí se za 0,3s o jednu pozici.



Obr. 17,18 – Řetězové zásobníky firmy DETA Int. [7]

Mezi dalšími výrobci je firma MAXIMART CORPORATION. Její frézovací centrum ATLAS Q-15 (obr. 19) používá řetězové zásobníky pro 32 až 60 nástrojů s manipulátorem. Toto frézovací centrum je určeno pro obrobky typu kvádr. Výměna nástrojů je zde rychlá, výrobce uvádí že samotná výměna nástroje je provedena za 1,6s.

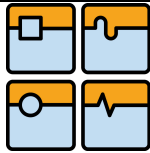


Obr. 19 Řetězový zásobník nástrojů s manipulátorem [11]

4.3. Systémy AVN se stacionárním zásobníkem a manipulátorem

Tyto zásobníky se používají u velkých obráběcích center. Jedná se zde především o zásobníky regálové. Nástroje jsou umístěné v regálech na pevných místech. Manipulátor pak zajišťuje celou cestu mezi pozicí v regále a vřetenem stroje. Manipulátor tedy oproti předchozím případům musí být složitější. V některých speciálních případech je zde využito i průmyslový robot.

Tyto zásobníky se často používají i jako centrální zásobníky nástrojů pro pracoviště s více stroji. Podavač manipuluje s nástroji z centrálního zásobníku do příslušných výměníků nástrojů a naopak. Centrální zásobník nástrojů je rozdělen tak, že v jedné zóně jsou umístěny nové nástroje a ve druhé opotřebované. Obsluha potom na první pohled vidí, jaké nástroje musí nahradit.



4.3.1. Systémy s vodorovným stacionárním zásobníkem.

Vodorovný stacionární zásobník mají především různé regálové zásobníky. Buď jsou nástroje upnuté ve stroji a nad nimi se pohybuje konstrukce s manipulátorem nebo ve speciálních případech mohou být i mimo stroj a využije se průmyslových robotů.



Obr. 20 – Regálový zásobník firmy Hüller Hille [16]

U větších regálových zásobníků mohou být nástroje upnuté na stěně. Pro výměnu se pak používá průmyslový robot. Na páté ose má umístěn speciální mechanickou ruku, většinou s úhlem pro nástroje 90° pro rychlejší výměnu. Při výměně nástrojů si průmyslový robot připraví do jedné strany mechanické ruky nový nástroj. Přijede ke vřetenu, odebere použitý nástroj, natočí se, vsadí nový nástroj a použitý vrátí do zásobníku. Nevýhodou je velká cena průmyslového robota (řádově miliony Kč) a proto se tento systém použije jen tam kde je jeho nasazení opodstatněné.

Toto řešení využívá firma DEMMELER. Jejich řešení „Tool Arena 3.0“ (obr. 21) umí pracovat díky průmyslovému robotu jak s horizontálním tak vertikálním vřetenem obráběcího centra. Zásobník je tak velmi adaptabilní a je použitelný pro velké spektrum strojů. Díky možnosti přestavení regálu je vhodné pro různě velké nástroje. Je též vhodný pro těžké nástroje, manipulátor zvládá i 100kg nástroje. Výměna nástrojů tak trvá kolem 5 sekund.



Obr.21. Regálový zásobník fy DEMMELER [3]

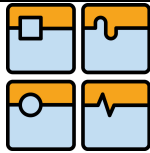


Obr. 22 Detail držáku nástrojů u průmyslového robota [16]

4.3.2. Systémy se svislým stacionárním zásobníkem

U těchto regálových zásobníků jsou osy nástrojů umístěny vodorovně ve svisle umístěných držácích nástrojů. Manipulátor se pohybuje za nástroji.

Zásobník firmy Toyota pro obráběcí stroje HMC umožňuje uskladnit až 494 nástrojů. Skládá se z stacionárního svislého zásobníku, dopravního manipulátoru a mechanické ruky. Dopravní manipulátor vezme nový nástroj ze zásobníku a předá ho mechanické ruce. Jakmile je třeba vyměnit nástroj, mechanická ruka se otočí o 180° a nasadí nástroj do vřetene. Starý nástroj poté dopravní manipulátor vrátí do zásobníku.



Obr. 23 – Regálový zásobník firmy Toyota [15]

4.3.3. Systémy s kombinovaným stacionárním zásobníkem

Tyto systémy kombinují předešlé 2 druhy stacionárních zásobníků. Jedná se například o několik svislých zásobníků vedle sebe. Zásobníky jsou vhodné pro největší stroje, nebo tam kde je potřeba opravdu velké množství nástrojů.

5. Systémy kombinované

Systémy kombinované vznikají kombinací předchozích 2 systémů (s nosným zásobníkem a se skladovacím zásobníkem). Systém je tvořen malým nosným zásobníkem pro málo nástrojů (maximálně 4) a během obrábění manipulátor mění ostatní nástroje v nosném zásobníku tak aby vyhovovali následujícím operacím. Toto kombinací lze dosáhnout rychlé výměny nástroje, protože výměna nástroje spočívá pouze v natočení nosného zásobníku. Nevýhodou tohoto systému je fakt, že pokud jsou operace na stroji v rychlém sledu nemusí manipulátor stihnout připravit nástroje a stroj tak musí čekat.

Další řešení nabízí firma CHIRON. Tato firma na svých obráběcích centrech FZ 15W používá speciální systém automatické výměny nástrojů. Nástroje jsou umístěny dokola vřetena, každý nástroj má svůj manipulátor – podávací ruku. Toto řešení je vhodné pro stroje do 20 nástrojů. Výměna probíhá tak, že podávací ruka nástroje který ukončil řez přijede k nástroji, uchopí jej a odnese na volnou pozici v zásobníku. Zároveň je dopravován druhý nástroj vlastním manipulátorem do vřetene stroje. Výměna je jedna z nejrychlejších, výrobce udává 0,9 s. Obráběcí centrum si díky tomuto systému AVN zachová kompaktní rozměry.



Obr. 24 AVN firmy CHIRON [12]

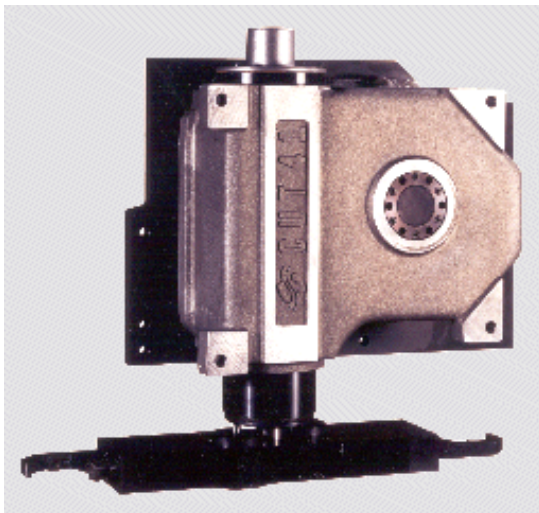


6. Manipulátory

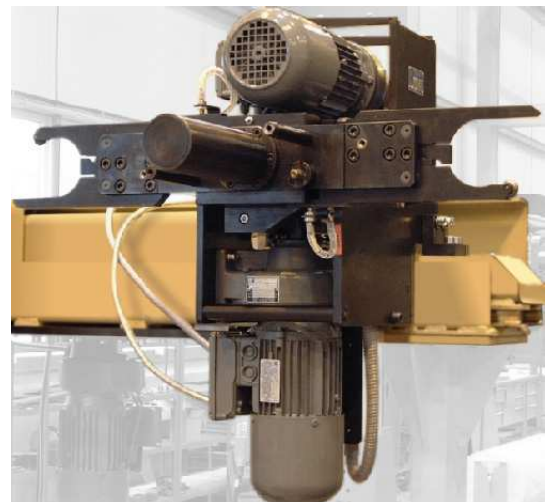
Protože je manipulátor součástí většiny AVN věnuji mu tuto kapitolu. Manipulátor je zařízení s vlastním pohonem sloužící pro výměnu dvou nástrojů. Bývá umístěn u zásobníku nástrojů. Skládá se z vlastní pohonné jednotky a mechanické ruky, která je většinou realizována jako dvouramenná páka. Pohon je obvykle realizován elektricky, pneumaticky, hydraulicky nebo mechanicky.

Podle umístění rozlišujeme 2 typy manipulátorů a to s vertikální osou hřídele měniče (obr. 25) nebo horizontální osou hřídele měniče (obr.26).

Manipulátoru na obr. 13 od firmy Miksch stačí na výměnu nástroje pouhé 0,5 s. Navíc tento model může být montován i jako horizontální.



Obr. 25 - Manipulátor fy. Miksch [4]

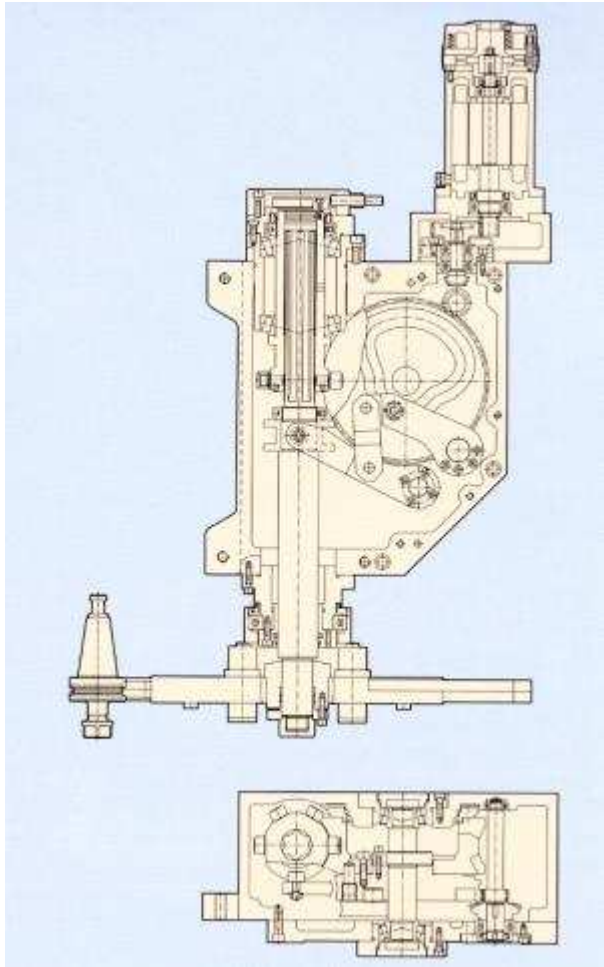


Obr. 26 - Manipulátor fy. TOS VARNSDORF [5]

Dalším možným hlediskem pro rozdělení automatické výměny nástrojů je způsob, jakým manipulátor uchopí nástroj.

- **Zasekávací způsob** – častější, mechanická ruka vykoná pro nabrání nástroje rotační pohyb (obr. 25)
- **Napichovací způsob** – mechanická ruka vykoná translační pohyb pro nabrání nástroje (obr. 26)

Manipulátory s napichovacím způsobem mají složitější mechanickou ruku. Musí totiž obsahovat i posunový mechanismus. Výhodou je zase jednodušší konstrukce zásobníku nástrojů, respektive řetězů. Nástroje mohou být více u sebe, není třeba vyklápat nástroj. Zasekávací způsob totiž potřebuje kolem nástroje místo pro rotaci mechanické ruky.



Vnitřní uspořádání typického zasekávacího manipulátoru je zobrazeno na obr. 27. Nahoře je synchronní motorek, který přes vačku ovládá jak natočení mechanické ruky tak vysunutí a zasunutí hřídele držící mechanickou ruku.

Obr.27 - Manipulátor [13]

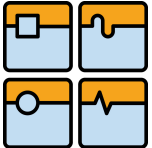
Samotná mechanická ruka je většinou dvouramenná páka s úhlem 180° (obr. 28). Na koncích je opatřena držáky pro nástrojové stopky. V ojedinělých případech se můžeme setkat z různých konstrukčních důvodů i s jiným úhlem než 180°. Takovým případem může být kolmost os vřetena a nástrojů v zásobníku.



Obr. 28 – Zasekávací mech. ruka [13]



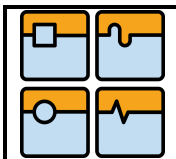
Obr. 29 – Řešení manipulátoru firmou DMG [16]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Závěr

Automatická výměna nástrojů patří neodmyslitelně k obráběcím centrům. U systémů automatické výměny nástrojů je vidět trend zvyšování počtu míst v zásobníku zároveň zkracování časů kdy stroj neobrábí. Čím méně času stroj stráví výměnou tím roste efektivita a produktivita obrábění. Dnešní nejrychlejší systémy jsou schopné zkrátit čas výměny nástroje na pouhou sekundu. Zvyšování rychlosti výměny nástrojů má své omezení a to v podobě velkého zatížení pohonné jednotky a rázy mechanismu.

Dle mého názoru je stále co vymýšlet což potvrzuje rozličnost výše popisovaných produktů. Vývoj AVN jde stále kupředu s vývojem nových technologií.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 24
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Seznam použitých zdrojů

- [1] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů* : MM Průmyslové spektrum, 2006. 284 s.
- [2] DEMEČ, Peter. *Systémy automatickej výmeny nástrojov na číslicovo riadených strojích* : Študijný materiál [online]. 2005 [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <http://www.sjf.tuke.sk/kvtar/1/files/01_Automaticka_Vymena_Nastrojov.pdf>
- [3] *Demmeler Maschinenbau GmbH* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.demmeler.com>>
- [4] *MIKSCH GmbH* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.miksch.de>>
- [5] *TOS VARNSDORF a. s.* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz>>
- [6] *Gruppo Riello Sistemi* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.riellosistemi.it>>
- [7] *Deta International* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.deta.com.tw>>
- [8] *AENY INTERNAIONAL INC.* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.aeny.com.tw>>
- [9] *Fermat* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.fermatmachinery.com>>
- [10] *Stránský a Petržík - CNC stroje FEELER* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.stranskyapetrzik.sk/stroje/feeler>>
- [11] *MAXIMART CORPORATION* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.maximart.com.tw>>
- [12] *CHIRON* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.chironuk.co.uk>>
- [13] *PRAGATI Automation* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://pragati-automation.com>>
- [14] *PIBOMULTI* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.pibomulti-na.com>>
- [15] *ThomasNet News* [online]. 2006 [cit. 2010-05-8]. Stationary Tool Storage Rack. Dostupné z WWW: <<http://news.thomasnet.com/fullstory/Stationary-Tool-Storage-Rack-stores-up-to-500-HMC-tools-493221>>.
- [16] PAVLÍK, Jan. *VUT – podklady*.