



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 CNC VRTACÍCH A VYVRTÁVACÍCH STROJŮ

DESCRIPTION OF CNC BORING MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL KŘIVOHLÁVEK

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): Pavel Křivohlávek

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 CNC vrtacích a vyvrtávacích strojů**

v anglickém jazyce:

### **Description of CNC boring machines**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše a popis CNC vrtacích a vyvrtávacích strojů současné celosvětové produkce.

Cíle bakalářské práce:

Provést rešerši CNC vrtacích a vyvrtávacích strojů.

Provést popis a rozřídění CNC vrtacích a vyvrtávacích 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

Breník, Píč a kol.; Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty, Technický průvodce 59, SNTL Praha 1982

www stránky výrobců vrtacích strojů

www.mmspektrum.com

www.infozdroje.cz

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

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

V Brně, dne 5.11.2008

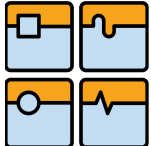
L.S.

---

Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je provést rešerši vrtacích a vyvrtávacích strojů a také provést popis a roztřídění vrtacích a vyvrtávacích strojů současné produkce. Začátek práce je věnován obecnému popisu vrtání a vyvrtávání, vrtacích a vyvrtávacích strojů a základnímu roztřídění vrtacích a vyvrtávacích strojů. Další část práce je věnována základním částem vrtacích a vyvrtávacích strojů a jejich popisu. V závěrečné části rešerše je uvedeno porovnání vrtacích a vyvrtávacích strojů současné produkce od českých a zahraničních výrobců. Konec práce obsahuje zhodnocení získaných informací.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

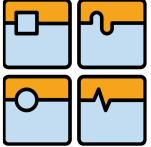
vrtací a vyvrtávací stroj, rešerše, popis stroje

## **ABSTRACT**

Object this bachelor's thesis is accomplished recherche boring machine and make description and classification boring machine today's production. Beginning of this bachelor's thesis is devoted common description of boring, boring machines and basic distribution boring machines. Next part of thesis is devoted basic parts of boring machines and their description. In final part of recherche is introduced comparison of today's production of boring machines from Czech and from external producers. End of this bachelor's thesis includes estimation of extract information.

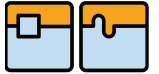

## **KEYWORDS**

boring machine, recherche, description of machine

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	


## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KŘIVOHLÁVEK, P. *Deskripce CNC vrtacích a vyvrtávacích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 41s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha, Ph.D.

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

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu ve studiu.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Tímto prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s využitím doporučené literatury a uvedených podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

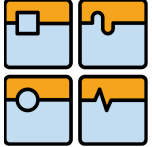
V Brně dne.....

.....  
Pavel Křivohlávek

## OBSAH

<b>Obsah .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Historie.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Princip vrtání .....</b>	<b>13</b>
3.1. Rozdělení vrtacích strojů .....	14
3.2. Základní části vrtacích strojů .....	14
3.2.1. Stolní vrtačka .....	14
3.2.2. Sloupová vrtačka.....	15
3.2.3. Stojanová vrtačka.....	15
3.2.4. Otočná (radiální) vrtačka .....	16
4.1. Rozdělení vyvrtávacích strojů .....	17
4.2. Základní části vyvrtávacích strojů .....	18
4.2.1. Vodorovná stolová vyvrtávačka .....	18
4.2.2. Vodorovná desková vyvrtávačka.....	18
4.2.3. Souřadnicová vyvrtávačka .....	19
5.1 Rámy obráběcích strojů .....	19
5.1.1. Materiály rámu .....	20
5.1.2. Litina .....	20
5.1.3. Ocel .....	20
5.1.4. Žula .....	20
5.1.5. Hydrobeton .....	21
5.1.6. Polymerbeton .....	21
5.2. Vřetena vrtacích a vyvrtávacích strojů .....	22
5.3. Mechanismy pro přímočarý pohyb .....	22
5.3.1. Šroub a matice .....	22
5.3.2. Kuličkový šroub a matice .....	23
5.3.3. Pastorek a ozubený hřeben .....	23
5.3.4. Šnek a šnekový hřeben .....	23
5.4. Vedení.....	24
5.4.1. Kluzné vedení (hydrodynamické).....	24
5.4.2. Valivé vedení .....	24
5.4.3. Hydrostatické vedení .....	24
5.4.4. Lineární motor .....	24
5.5. Řídicí systém.....	25
5.6. Média a odvod třísek.....	26
5.6.1. Olej.....	26
5.6.2. Vzduch .....	26
5.6.3. Řezná kapalina .....	26
5.6.4. Třísky .....	26
<b>6. Příklady strojů současné produkce.....</b>	<b>27</b>
6.1. CNC Vrtací stroje .....	27
6.1.1. CNC radiální vrtačka Danumeric firmy DONAU – Německo.....	28
6.1.2. Vertikální centrum ZAH 560 A – CZ TECH Čelákovice .....	29
6.1.3. Vertikální obráběcí centrum KV 25 – PROFIKA .....	30
6.1.4. Vertikální obráběcí centrum B300 – HERMLE .....	31
6.2. CNC vyvrtávací stroje .....	32
6.2.1. Vodorovná vyvrtávačka WHN(Q) 13 CNC – TOS VARNSDORF.....	32

6.2.2.	vodorovná vyvrtávačka WRFT 130 CNC – FERMAT MACHINERY .....	34
6.2.3.	Křížová vyvrtávačka SPEEDMAT 3 – PAMA .....	35
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>38</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>39</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>40</b>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 1. ÚVOD

Vrtání a vyvrtávání patří mezi nejstarší metody obrábění a stále se vyvíjí. Na vývoji vrtacích a vyvrtávacích strojů se poznamenal vývoj zbraní, neboť zbraně (zbrojní průmysl) se také neustále vyvíjel a vyvíjí, a s tím souvisí i vývoj vrtacích a vyvrtávacích strojů a jejich přesnost. Velký vliv na vývoj strojů má i výpočetní technika, která se stále zdokonaluje. Také se modernizují stroje staré (nevyhovující), které se osazují novými komponenty, odměřováním a také řídicími systémy.

Stále vyšší nároky jsou kladeny na proškolení a obsluhu těchto strojů. Na trhu je velká nabídka vrtacích a vyvrtávacích strojů, jednotliví výrobci se předhánějí, aby ten jejich stroj byl co nejlepší a tím i nejprodávanější. V České republice máme hned několik firem zabývajících se výrobou hlavně vyvrtávacích strojů (např. TOS Varnsdorf, Fermat Machinery), které úspěšně prodávají své stroje do celého světa.

Cílem této bakalářské práce je provést rešerši vrtacích a vyvrtávacích strojů současné produkce a také provést popis a jejich rozřídění. V práci jsou uvedeny a popsány základní typy vrtacích a vyvrtávacích strojů dostupné na celosvětovém trhu. U jednotlivých strojů jsou uvedeny jejich parametry.

## 2. HISTORIE

Vrtání patří mezi nejstarší způsoby obrábění materiálu. První vrtačka vznikla v době kamenné, kdy byl tětivou poháněn vrtací nástroj (vrták). Vrtání po celá staletí zůstávalo na úrovni ručního obrábění. Rozvoj výroby zbraní a hodin přinesl nové požadavky na zdokonalování vrtání. Nejstarší vyvrtávačka na hlavně děl pochází z Trieru z roku 1373. Od 15. století se začali používat vrtačky na dřevo poháněné klikovým mechanismem. Začátkem 17. století vynalezl francouzský inženýr Salomon de Caus vodním kolem poháněnou vyvrtávačku určenou k výrobě dřevěného vodovodního potrubí z kmenů stromů. Velký pokrok kovoobráběcích vyvrtávaček byl v 18. století, kdy roku 1720 sestrojil Keller vyvrtávačku na vyvrtávání dělových hlavních z plného kusu, v roce 1765 Angličan Smeaton vyrobil vyvrtávačku na vyvrtávání válců parních strojů. Avšak vyhovujícím řešením byla vyvrtávačka sestavená v letech 1774 – 1775 Angličanem John Wilkinson určená pro vyvrtávání dělových hlavních a zároveň pro obrábění válců parních strojů. První ruční elektrickou vrtačku sestrojil r. 1896 mistr Wilhelm Emil Fein. První vrtačku s pistolovou rukojetí (obr. 2.1) vymysleli a r. 1915 patentovali američané Duncan Black a Alonso Decker.



Obr. 2.1 Ruční elektrická vrtačka [8]

První řezné nástroje (vrtáky) se objevují již ve starší době kamenné známé jako pazourkové vrtáky s klínovým ostřím. V mladší době kamenné se objevují vrtáky trubkové (jádrové), které vyvrtávali z obráběného materiálu jádro. V době bronzové železné se objevují první kovové vrtáky s klínovým ostřím. Teprve v 15. století se objevili první spirálově točené vrtáky. Spirálový vrták na dřevo novodobého tvaru začal používat v roce 1770 Angličan Cooke. Spirálové vrtáky pro obrábění kovů se začaly používat ve 20. letech 19. století současně v Anglii a USA.



### 3. PRINCIP VRTÁNÍ

Vrtání je metoda obrábění, při které se zhotovují nebo zvětšují již předvrtané díry. Hlavní řezný pohyb je rotační a koná ho nástroj (vrták) upnutý ve vřetenu. Osa vrtáku je obvykle kolmá k obráběné ploše. Vedlejší pohyb vykonává vrták ve směru své osy. Konstrukce vřetena vrtacích strojů musí umožňovat jeho rotaci i výsuv.

Obráběcím strojem je vrtací stroj (vrtačka). Nástroje pro vrtání se používají vrtáky, které se podle tvaru dělí na šroubovitě, kopinaté, středící, dělové a vrtací hlavy.

Charakteristickou vlastností nástrojů na díry je jejich řezná rychlost, která se od obvodu ke středu nástroje zmenšuje až na nulovou hodnotu, v ose nástroje.

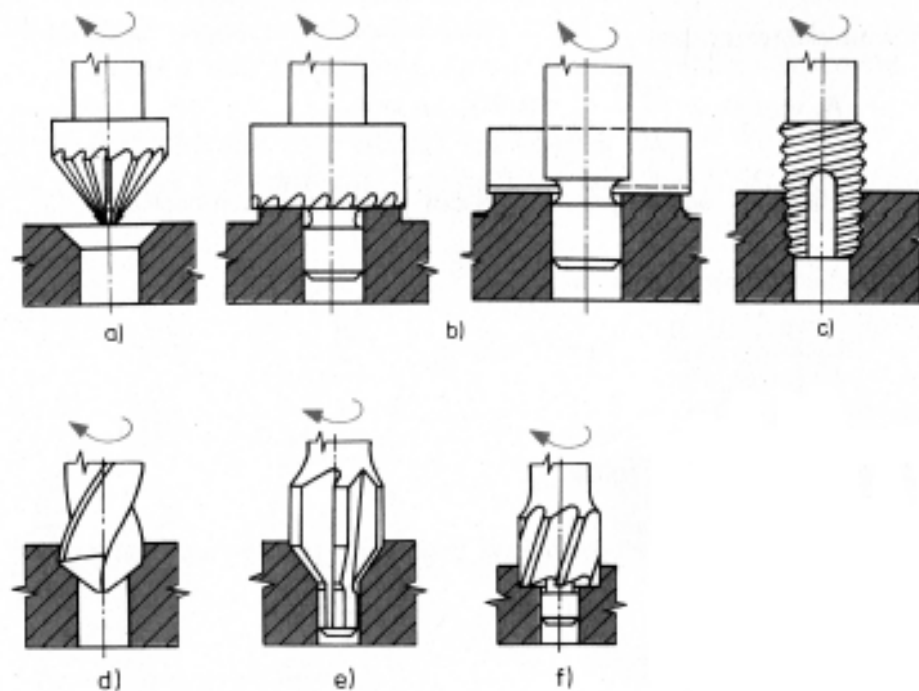
Velikost vrtaček je charakterizována maximálním průměrem vrtané díry, kterou lze na vrtačce vrtat zcela do oceli střední pevnosti. U radiálních vrtaček se dále uvádí velikost pracovního prostoru, který je dán největším a nejmenším poloměrem otáčení ramena vrtačky, výškovým přestavením ramena a největším výsuvem pracovního vřetena [6].

Na vrtačkách se provádí vrtání, vyhrubování a vystružování, zahlubování a řezání závitů (obr. 3.1.).

Vyhrubování a vystružování jsou dokončovací operace, kterými se dosahuje vyšší přesnosti a jakosti obrobené plochy.

Zahlubování je operace k vytvoření souosého, válcového nebo kuželového zahloubení díry, popřípadě zarovnání čelní plochy.

Řezání závitů závitníkem se provádí pomocí reverzace otáček vřetene, nebo pomocí speciálních závitovacích hlav.



Obr. 3.1 Práce na vrtačkách [4]

- a) zkosení hran, b) zarovnávání čel, c) řezání závitů, d) vyvrtávání vrtákem, e), f) zahlubování pro kuželové a válcové hlavy šroubů

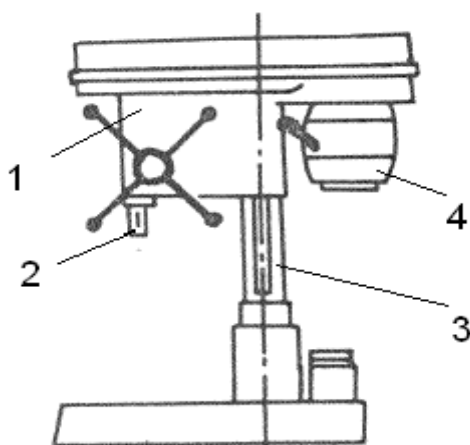
### 3.1. Rozdělení vrtacích strojů

Podle konstrukce se vrtací stroje dělí na:

- stolní
- sloupové
- stojanové
- otočné (radiální)
- vodorovné na hluboké díry
- speciální
  - na hluboké díry
  - souřadnicové
  - vícevřetenové
  - stavebnicové s vrtacími hlavami

### 3.2. Základní části vrtacích strojů

#### 3.2.1. Stolní vrtačka

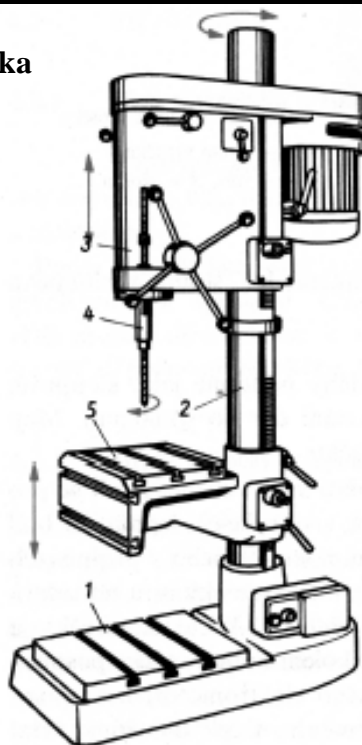


Obr. 3.2 Stolní vrtačka [9]

1 – vřeteník, 2 – vřeteno, 3 – sloup, 4 – elektromotor



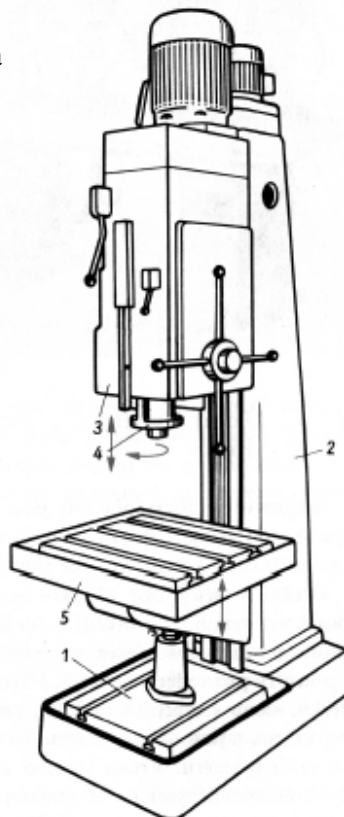
### 3.2.2. Sloupová vrtačka



Obr. 3.3 Sloupová vrtačka [4]

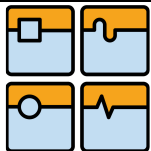
1 – základová deska, 2 – sloup, 3 – vřeteník, 4 – vřeteno, 5 – pracovní stůl

### 3.2.3. Stojanová vrtačka

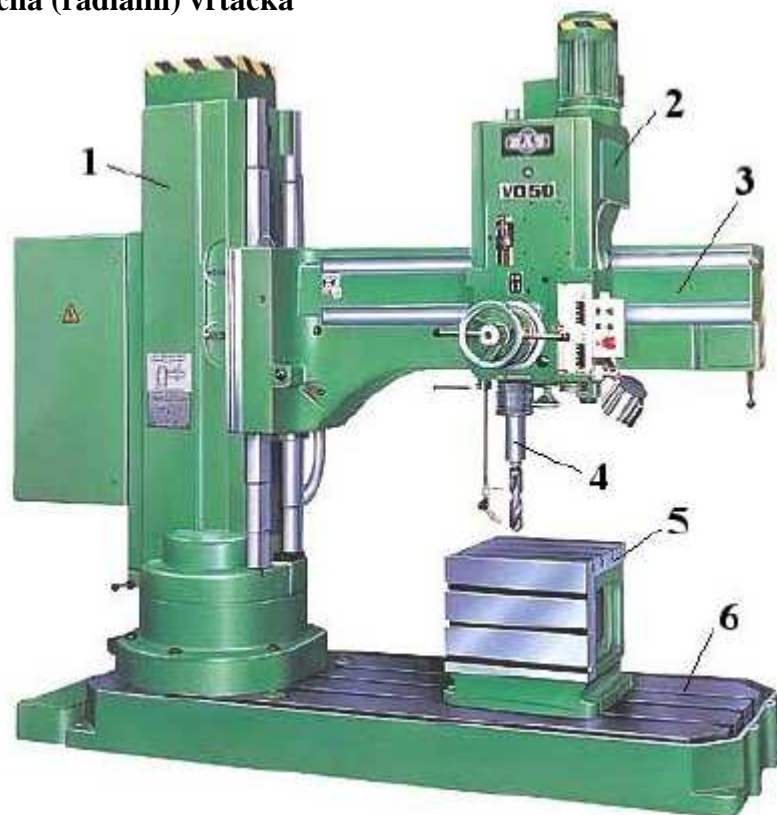


Obr. 3.4 Stojanová vrtačka [4]

1 – základová deska, 2 – stojan, 3 – vřeteník, 4 – vřeteno, 5 – pracovní stůl



### 3.2.4. Otočná (radiální) vrtačka



Obr. 3.5 Radiální vrtačka [6]

1 – stojan s otočným pláštěm, 2 – vřeteník, 3 – rameno, 4 – vřeteno, 5 – upínací kostka, 6 – základová deska

## 4. PRINCIP VYVRTÁVÁNÍ

Vyvrátání je metoda obrábění, při níž se rozšiřují předlité, předkované, předlisované, předvrtané nebo jinými způsoby zhotovené díry na požadovaný rozměr nebo tvar. Tato metoda se používá jak pro hrubování, tak pro práci na čisto.

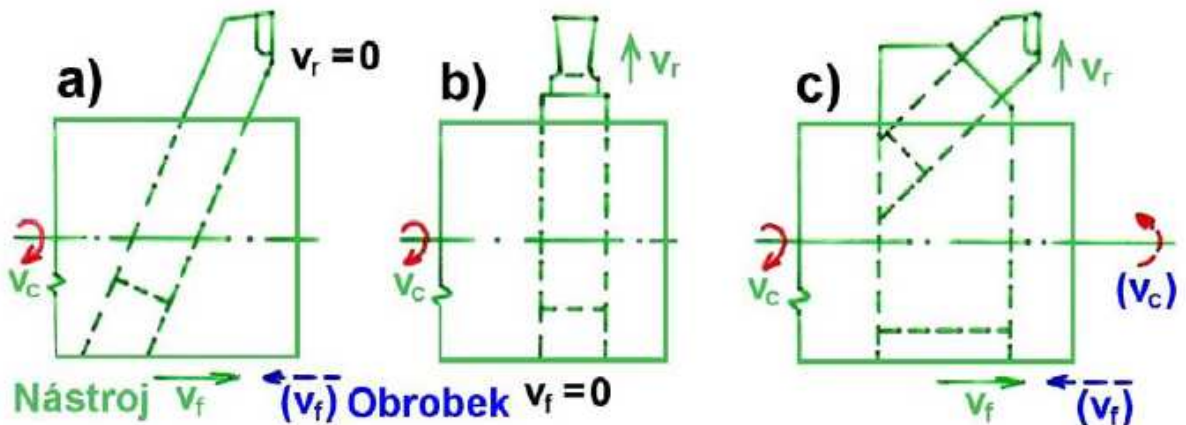
Při vyvrátání se obrábí vyvrátacími noži upevněnými ve vyvrátacích tyčích nebo hlavách. Obráběné plochy mají geometrický tvar válce, kužele, čelního mezikruží nebo rotační tvarové plochy. Vyvrátáním lze také obrábět vnitřní zápichy a řezat vnitřní závity [6].

Kinematika vyvrátání může být realizována třemi základními způsoby (obr. 4.1):

- Nástroj koná řezný pohyb  $v_c$ , vyvrátací nůž je pevně uložen ve vyvrátací tyči nebo hlavě a obrobek (nebo vyvrátací tyč) koná podélný posunový pohyb do řezu  $v_f$ . Radiální posuv  $v_r$  je roven nule, nůž je vůči obrobku nastaven na obráběný průměr. Při této kinematice lze obrábět válcové plochy [6].
- Nástroj koná řezný pohyb  $v_c$ , nůž se vysouvá z vyvrátací tyče nebo hlavy plynule (rychlostí  $v_r$ ) nebo po přítržích (obvykle za jednu otáčku) radiálním posuvem v příčném směru. Podélný posuv  $v_f$  je roven nule. Při této kinematice lze obrábět zápichy [6].



c. Nástroj nebo obrobek koná řezný pohyb  $v_c$  i podélný posuv  $v_f$ , přičemž se nůž z tyče nebo hlavy plynule (rychlostí  $v_r$ ) nebo po přítržích vysouvá v příčném směru radiálním posuvem. Při této kinematice lze obrábět tvarové rotační plochy [6].



Obr. 4.1 Kinematika vyvrtávání [6]

#### 4.1. Rozdělení vyvrtávacích strojů

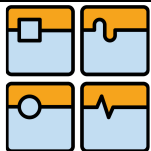
Podle konstrukce se vyvrtávací stroje dělí na:

Vodorovná osa vřetena

- stolové
- křížové
- deskové
- souřadnicové

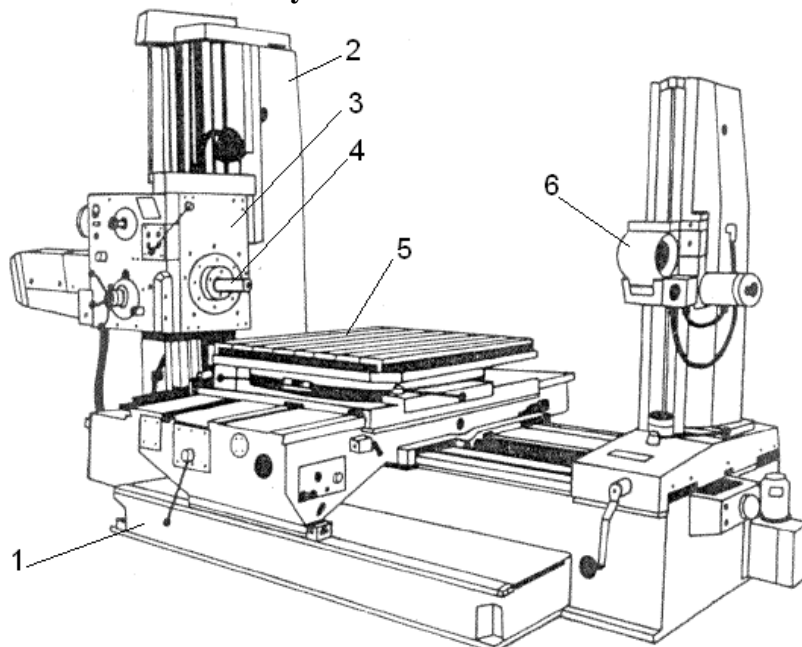
Svislá osa vřetena

- souřadnicové



## 4.2. Základní části vyvrtávacích strojů

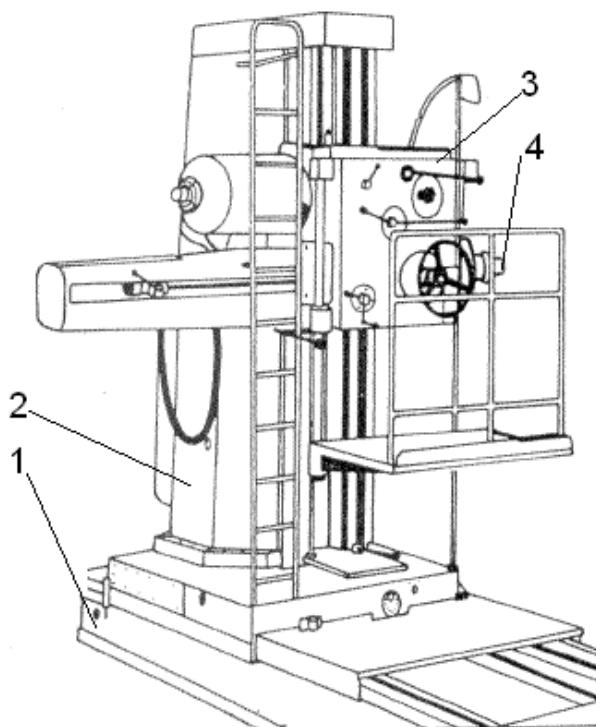
### 4.2.1. Vodorovná stolová vyvrtávačka



Obr. 4.2 Vodorovná stolová vyvrtávačka [9]

1 – lože, 2 – stojan, 3 – vřeteník, 4 – vřeteno, 5 – křížový a otočný stůl, 6 – vodící ložisko

### 4.2.2. Vodorovná desková vyvrtávačka

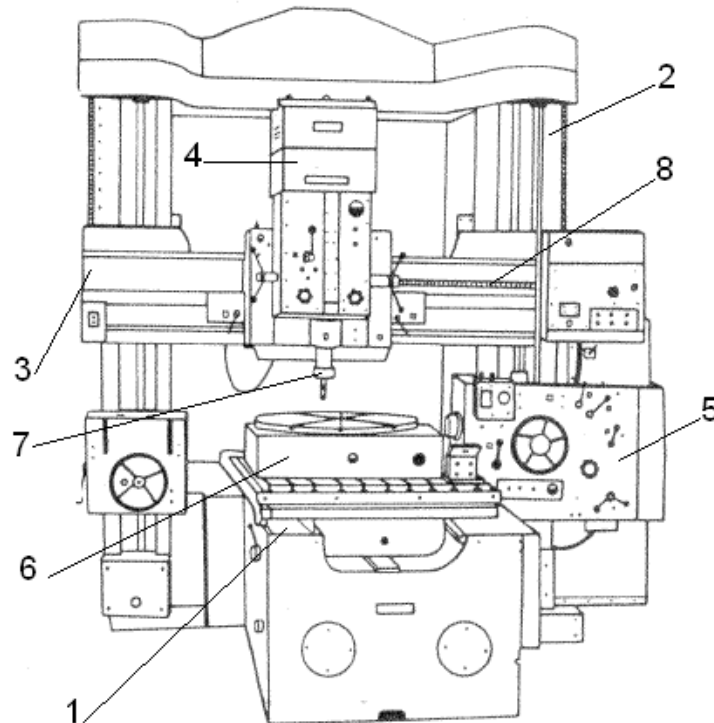


Obr. 4.3 Vodorovná desková vyvrtávačka [9]

1 – lože, 2 – stojan, 3 – vřeteník, 4 – vřeteno



### 4.2.3. Souřadnicová vyvrtávačka



Obr. 4.4 Souřadnicová vyvrtávačka [9]

1 – lože, 2 – dojitý stojan, 3 – příčník, 4 – vřeteník se svislým vřetenem, 5 – vřeteník s vodorovným vřetenem, 6 – stůl, 7 – vřeten, 8 – posuvový šroub

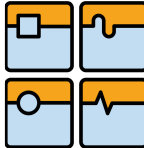
## 5. POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ VRTACÍCH A VYVRTÁVACÍCH STROJŮ

### 5.1 Rámy obráběcích strojů

Lože, stojany, příčník, sloupy a konzoly patří mezi základní části rámu obráběcích strojů. Na vlastnostech těchto částí závisí ve značné míře i přesnost obrábění. Proto na ně jsou kladeny tyto požadavky:

- kvalitní materiál rámu
- dobrá statická tuhost
- dynamická a tepelná stabilita
- dobrý odvod třísek
- co nejjednodušší výroba
- nízká hmotnost
- snadná manipulovatelnost
- snadné uložení na základ

Všechny tyto vlastnosti se musejí vzít v potaz při výběru vhodného materiálu, konstrukci rámu a jeho následné výrobě.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 20
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

### 5.1.1. Materiály rámu

Pro konstrukci rámu obráběcího stroje se využívají různé materiály, nejčastěji šedá litina, ocel a ocelolitina ale v poslední době i neželezné materiály jako je žula, beton a polymerbeton. Rám z polymerbetonu má výrazně lepší dynamické vlastnosti, výrazně vyšší koeficient tlumení (5 až 12 krát vyšší než litina či ocel) a je tepelně stabilnější. Dále se využívají pro stavbu rámu obráběcích strojů kombinované materiály. Většinou se jedná o ocel a nekovový materiál.

### 5.1.2. Litina

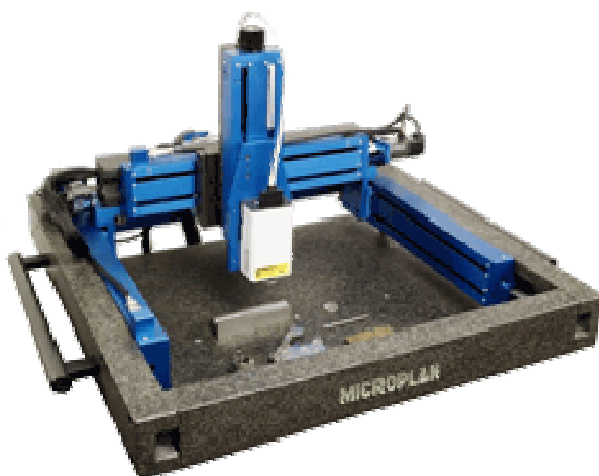
Litina je slitina železa s uhlíkem s obsahem uhlíku nad 2,14%. Jedná se o nejrozšířenější materiál používaný pro stavbu rámu obráběcích strojů. Má velmi dobré tlumící vlastnosti. Díky vysokému obsahu uhlíku jsou vodící plochy vytvářeny přímo na odlitku. Rámy z litiny jsou těžší než ocelové svařence díky tlustším stěnám odlitků.

### 5.1.3. Ocel

Ocel je slitina železa s uhlíkem a dalších legujících prvků s obsahem uhlíku do 2,14%. Rámy z oceli se nazývají ocelové svařence. Jsou svařeny z ocelových plechů a profilů. Tuhost rámu se docílí vhodným žebrováním v místě namáhání a konstrukce by měla být konstruována jako teplotně symetrická. Nevýhodou svařovaných rámu je menší schopnost tlumit rázy a dále ocel není vhodná pro vodící plochy. Pro zvýšení tlumení se ocelové svařence vyplňují minerální litinou či betonem.

### 5.1.4. Žula

Opracované monolitní bloky z žuly se používají pro konstrukci rámu velmi přesných obráběcích strojů (především souřadnicových vyvrtávaček). Žula má velmi dobrou tvarovou stabilitu, vysokou tuhost, nízký součinitel teplotní vodivosti a vysokou odolnost proti opotřebení.

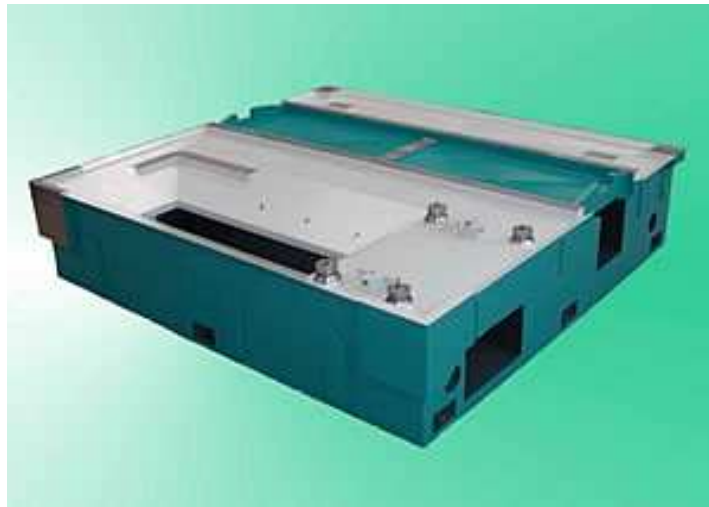


Obr. 5.1 Laserový měřicí stroj Blues 300 firmy MICROPLAN [10]



### 5.1.5. Hydrobeton

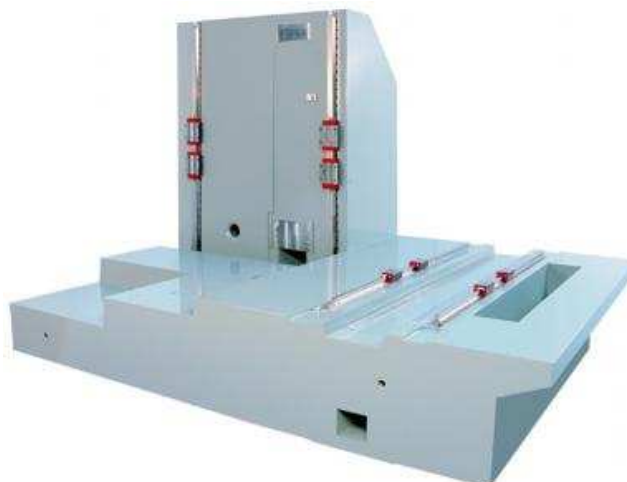
Jedná se o klasický beton. Je to směs šterku, písku, cementového pojiva, vody a další příměsi proti smršťování. Používá se jako výplň ocelových svařenců, pro zvýšení jejich tuhosti a tlumení. Specializovaná firma, která dodává rámy z hydrobetonu, je rakouská firma Framag a dodává je pod označením Hydropol (obr. 5.2). Pro zvýšení tuhosti v ohybu a tahu se používají ocelové pruty přidané do betonu (armarování).



Obr. 5.2 Rám z Hydropolu firmy FRAMAG [11]

### 5.1.6. Polymerbeton

Je to moderní kompozitní materiál, který se skládá z matrice a plniva. Matrice je na bázi umělé pryskyřice a plniva se používají minerální. Je to druh betonu, kde se nepoužívá jako pojivo cement, ale epoxidová pryskyřice. Výrobky se odlévají do rozebíratelných forem za pokojové teploty. Vytvrzování probíhá díky exotermické reakci, při níž se odlitek zahřeje na teplotu 60°C. Polymerbeton má velmi vysokou schopnost tlumit rázy, odolnost proti abrazivnímu a agresivnímu prostředí a nízkou tepelnou vodivost. Největším výrobcem polymerbetonu je švýcarská firma Schneeberger. Na obr. 5.3. je lože laserového obráběcího stroje.



Obr. 5.3 Lože laserového obráběcího stroje [12]

## 5.2. Vřetena vrtacích a vyvrtávacích strojů

Úlohou vřetena je zaručit nástroji přesný otáčivý pohyb. U většiny strojů je vřeteno ukládáno do valivých ložisek. Vyčnívající konec vřetena z vřeteníku se nazývá přední konec, je normalizován a je upraven pro nasazení nástroje. Je to velmi důležitý prvek stroje a jsou na něj kladeny vysoké požadavky:

- přesnost chodu (radiální a axiální házení)
- dokonalé vedení
- v uložení vřetena musí být možno vymezovat vůli vzniklou opotřebením
- ztráty v uložení vřetena co nejmenší (účinnost, oteplování a tepelná dilatace)
- dostatečná tuhost (vliv na přesnost stroje)

Náhon vřetena může být zabezpečen několika způsoby:

- vložený převod – řemenem, ozubenými koly nebo převodovkou
- přímý náhon – spojení elektrovřetena nebo servopohonu s vřetenem
- elektrovřeteno – synchronní nebo asynchronní

Podle dutiny vřetena se používají tyto nástrojové držáky:

- kuželová stopka ISO
- krátká kuželová stopka HSK
- speciální profil (Coromant Capto)
- BIG Plus (ISO dosedající na čele)



Obr. 5.4 Výsuvné vřeteno vyvrtávacího stroje firmy PAMA [1]

## 5.3. Mechanismy pro přímočarý pohyb

Tyto mechanismy slouží u obráběcích strojů k převedení rotačního pohybu na pohyb přímočarý.

### 5.3.1. Šroub a matice

Šroub je nejčastěji opatřen trapézovým závitem. Výhodou je snadná výroba a snadné vymezení vůle mezi šroubem a maticí. Toto vymezení se provádí například rozříznutím matice na dvě půlky a jejich sevřením v ose. Nevýhodou je nízká účinnost a vysoké opotřebením závitu. Tento způsob se používá pro menší posuvové rychlosti. Používají se tyto dvě kombinace (otočný šroub s pevnou maticí nebo pevný šroub a otočná matice).



### 5.3.2. Kuličkový šroub a matice

Kuličkový šroub a matice (obr. 5.5) mají velmi vysokou účinnost, minimální oteplování během provozu, úplné odstranění vůle mezi maticí a šroubem a vytvoření předpětí (vysoká tuhost a přesnost). Šroub a matice jsou vyrobeny z oceli, povrchy závitů jsou kalené a broušené (závity mají vysokou přesnost).



Obr. 5.5 Kuličkový šroub firmy HIWIN [13]

### 5.3.3. Pastorek a ozubený hřeben

Pastorek a ozubený hřeben (obr. 5.6) se používá pro pracovní stoly s velkými zdvihy. Oproti šroubu s maticí má menší převod, lepší účinnost a menší tuhost. Musí se provést vymezení vůle mezi pastorkem a hřebem. U náhonu s jedním motorem se vůle vymezuje pomocí pružiny, hydraulicky nebo duplexním pastorkem (používá se u stolů vyvrtávaček). U náhonu se dvěma motory se vůle vymezuje elektricky (Master-Slave). Tato kombinace pohonu (pastorek a hřeben) je nesamosvorná a musí se použít brzda.



Obr. 5.6 Pastorek a ozubený hřeben firmy GUDEL [14]

### 5.3.4. Šnek a šnekový hřeben

Šnek a šnekový hřeben se používá pro pohon pracovních stolů u velkých obráběcích strojů. Mezi výhody patří minimální tření, vysoká hodnota převodu a vysoká tuhost.

## 5.4. Vedení

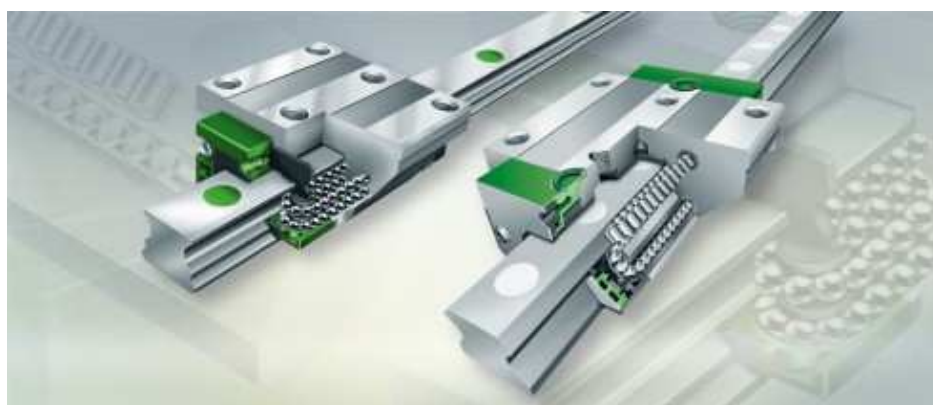
Vedení umožňuje co nejsnadnější vzájemný pohyb součástí po sobě ( např. vřeteník po sloupu atd.). Velký důraz je kladen i na ochranu vodících ploch.

### 5.4.1. Kluzné vedení (hydrodynamické)

Kluzné plochy jsou zhotoveny buď přímo na loži (hlavně u litinových odlitků), nebo jsou přišroubovány či přilepeny. Vodící plochy se vyrábějí z šedé litiny, kalené oceli nebo speciální umělé hmoty. Při použití tohoto typu vedení může být snižována jakost práce nestabilitou pohybu díky vysokým součinitelům tření. Tato nestabilita se projevuje nerovnoměrným trhavým pohybem a necitlivostí nastavení nástroje vůči obrobku.

### 5.4.2. Valivé vedení

Výhodou valivého vedení (obr. 5.7) je nízký součinitel tření a malý rozdíl v součiniteli tření za klidu a za pohybu. Toto má za následek odstranění trhavých pohybů při malých rychlostech. Další předností tohoto vedení je minimální opotřebení a s tím související dlouhá životnost. U valivého vedení je možnost vymezit vůli popřípadě vyvodit předpětí. Mezi nevýhody patří vysoké nároky na výrobu a menší schopnost útlumu chvění.



Obr. 5.7 Valivé vedení firmy INA [15]

### 5.4.3. Hydrostatické vedení

U hydrostatického vedení je mezi kluzné plochy přiváděn mazací olej, který mezi nimi za pohybu vytvoří mazací film. Tím dochází ke kapalinovému tření s velmi malým součinitelem tření. Opotřebení je minimální, vedení je velmi tuhé a nevzniká tu žádná vůle.

### 5.4.4. Lineární motor

Lineární motor (obr. 5.8) je klasický elektromotor rozvinutý to roviny, který umožňuje pohyb v rovině. Elektromagnetická síla vzniká mezi primárním pohyblivým dílem a pevným sekundárním dílem. Výhodou je velké zrychlení těchto motorů a možnost sestavit dráhu až několika desítek metrů. Nemají žádný vložený převod, proto nedokážou vyvodit velké řezné síly. Tyto motory se používají tam, kde je potřeba velká posunová rychlost a vznikají menší řezné síly.



Obr. 5.8 Lineární motor firmy HIWIN [13]

## 5.5. Řídicí systém

Řídicí systém je programovatelné zařízení, které slouží k ovládání obráběcího stroje. Tento systém nahrazuje většinu ovládacích prvků konvenčního obráběcího stroje. Umožňuje řízení s velkou rychlostí a vysokým stupněm přesnosti. Řídicí systém se skládá z řídicího pultu, kde jsou umístěny ovládací prvky, a obrazovky, kde se zobrazují potřebné informace pro obsluhu.

Mezi výrobci řídicích systémů patří:

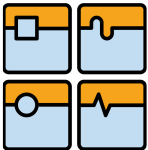
- FANUC (Japonsko)
- SIEMENS SINUMERIK (Německo) – obr. 5.9
- HEIDENHAIN (Německo)



Obr. 5.9 Řídicí systém SINUMERIK 840 D [16]

Datový jazyk se liší podle výrobců řídicích systémů. Program můžeme vytvořit:

- Přímým psaním kódu do příslušného datového jazyka.
- Přímým psaním kódu s využitím přednastavených cyklů v příslušném datovém jazyce.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 26
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- Orientované dialogové programování, které využívá pevně nastavených cyklů a program se automaticky převádí do příslušného datového jazyka.
- V CAM programu a vygenerování kódu pomocí postprocesoru do příslušného datového jazyka.

V řídicím systému jsou uvedeny dále informace o nástrojích (korekce), řezných podmínkách (otáčky vřetene, posuv) a další doplňkové informace (zapnutí nebo vypnutí řezné kapaliny, výměna nástroje atd.). Moderní řídicí systémy obsahují různé senzory vibrací, teploty, vřeten a nástrojů.

Důležitou funkcí řídicího systému je bezpečnost. Toto zabraňuje poškození stroje, nástroje nebo zranění obsluhy při otevřeném krytování.

## 5.6. Média a odvod třísek

### 5.6.1. Olej

Olej plní funkci chlazení a teplotní stabilizace, ovládání a mazání kluzných ploch. Nejdůležitější místa mazání na obráběcím stroji jsou hlavní ložiska vřeten, vedení a posunové skříně. Požadavky kladené na mazací oleje:

- schopnost vytvářet souvislý mazací a nosný olejový film
- odolnost proti stárnutí a chemickým změnám
- necitlivost vůči teplotám
- malý sklon k pění

### 5.6.2. Vzduch

Stlačený vzduch slouží u obráběcích strojů pro kontrolní funkce (tlakové spínače), čistící funkce (pro odfuk nečistot) a těsnící funkce.

### 5.6.3. Řezná kapalina

Řezná kapalina má za úkol odvádět teplo z místa řezu, snižuje třecí odpor (zvyšuje jakost povrchu) a má mazací účinek na břitu nástroje. Dále pomáhá odvádět třísky z řezného prostoru. Řezná kapalina je dopravována do místa řezu přes hadice a energetické přívody pod vysokým tlakem. Často je přívod kapaliny realizován přes dutinu vřetena. V zásobníku řezné kapaliny jsou oddělovány třísky a nečistoty od řezné kapaliny pomocí speciálních filtrů.

### 5.6.4. Třísky

Rychlý odvod třísek je důležitý z hlediska zamezení deformací, zamezení přímému styku s horkými třískami nebo sálavému teplu (tepelné ovlivnění), ale také z důvodu bezpečnostních. Stroje s automatickým cyklem musí mít vyřešený i automatický odvod třísek. Nejlepším řešením je gravitační odvod třísek, pokud to konstrukce stroje umožňuje. Dalším požadavkem je sklon ploch, na které dopadají třísky, minimálně 50°. Pokud to není konstrukčně možné, využívá se intenzivního splachování třísek.



Odvádění třísek se realizuje pomocí těchto typů dopravníků:

- magnetické, rotační nebo pásové (drobivé třísky feromagnetických materiálů)
- mechanické, článkové – obr. 5.10 (vhodné pro všechny typy třísek)
- harpunovité s přímočarým vratným pohybem (ocelové a vinuté třísky)
- šnekové dopravníky s korytem (drobivé a vinuté třísky)



Obr. 5.10 Článkový dopravník třísek firmy ASTOS [17]

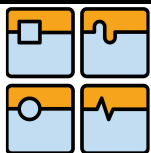
## 6. PŘÍKLADY STROJŮ SOUČASNÉ PRODUKCE

### 6.1. CNC Vrtací stroje

Vrtací stroje jsou navrženy a určeny pro kusovou, popřípadě malosériovou výrobu. Mají velký rozsah otáček vřetene i jeho posuvů. V dnešní době je obtížné hledat hranice mezi tím, co můžeme považovat za CNC vrtačku a co ne. Dochází ke slučování těchto operací:

- vrtání – frézování
- frézování – soustružení
- stroje jsou obráběcími centry

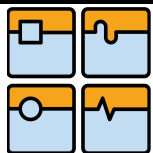
Dá se tedy říci, že pokud je stroj obráběcím centrem, můžeme na něm frézovat, soustružit a zároveň i vrtat.

**6.1.1. CNC radiální vrtačka Danumeric firmy DONAU – Německo**

Obr. 6.1 Radiální vrtačka Danumeric firmy DONAU [18]

Tab. 6.1 Technické parametry DANUMERIC [18]

<b>PRACOVNÍ ROZSAH</b>	
max. průměr vrtání	50 mm
max. průměr závitování	M 42
rozměr stolu	1200 x 600 mm
zdvih sloupu	410 mm
zdvih vřetena	200 mm
délka ramena	750 mm
<b>VŘETENO</b>	
rozsah otáček vřeten	15 – 2800 ot/min
výkon motoru	5.5 kW
rozsah posuvů	5 – 2000 mm/min
konec vřetene	CAT 40
<b>ROZMĚRY A HMOTNOST</b>	
délka stroje	3500mm
výška stroje	2935 mm



### 6.1.2. Vertikální centrum ZAH 560 A – CZ TECH Čelákovice

Firma CZ TECH Čelákovice se zabývá výrobou, nákupem a prodejem CNC strojů. Produkt ZAH 560 A je vertikální obráběcí centrum, které dokáže dvoustranně frézovat i vrtat. Stroj je vhodný pro součásti hřídelového typu. Stroj je vybaven hydraulickým upínacím obrobků, centrálním mazacím systémem a automatickým odkládáním a zakládáním obrobků.



Obr. 6.2 vertikální centrum ZAH 560 A [19]

Tab. 6.2 Technické parametry ZAH 560 A [19]

<b>PRACOVNÍ ROZSAH</b>	
max. obráběná délka obrobku	420/560 mm
min. obráběná délka obrobku	160 mm
max. průměr obrobku	80 mm
min. průměr obrobku	10 mm
zdvih v ose X	365 mm
zdvih v ose Z1 – Z4	200 mm
<b>VŘETENO</b>	
rozsah otáček vřeten	530 – 1400 ot/min
výkon motoru	3 kW
typ nástrojů	BT 40
počet nástrojů	4
<b>ROZMĚRY A HMOTNOST</b>	
délka stroje	1780 mm
výška stroje	1900 mm
šířka stroje a automatickým zakladačem	2280 mm
hmotnost stroje	1800 kg

### 6.1.3. Vertikální obráběcí centrum KV 25 – PROFIKA

Strojírenská firma Profika vznikla v roce 1992. Od roku 1996 se zaměřuje na výhradní zastoupení koncernu Hyundai – Kia Machine divize obráběcích strojů pro Českou a Slovenskou republiku. Dále poskytuje záruční a pozáruční servis, zaškolení obsluhy a poradenství.

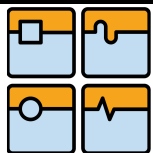


Obr. 6.3 Vertikální obráběcí centrum KV 25 [20]

KV 25 je jednostolové CNC vertikální vrtací a závitování centrum s tuhým litinovým základem, vysokootáčkovým vřetenem a vysokými rychloposuvy. Jedná se o stroj se zvýšenou spolehlivostí a je určen do nepřetržitých provozů.

Tab. 6.3 Technické parametry KV25 [20]

PRACOVNÍ ROZSAH	
zdvih v ose X	500 mm
zdvih v ose Y	280 mm
zdvih v ose Z	380mm
VŘETENO	
otáčky vřetene	12000 ot/min
výkon motoru	5.5 kW
kužel vřetena	ISO 30
ROZMĚRY A HMOTNOST	
délka stroje	2625 mm
výška stroje	2305 mm
šířka stroje	1605 mm
hmotnost stroje	2500 kg
max.váha obrobku	150 kg
velikost stolu	650 x 300 mm

**ŘÍDÍCÍ SYSTÉM**

FANUC 0i – MB

**POSUVY**

rychloposuvy X/Y/Z	30/30/24 m/min
max. pracovní posuv	10 m/min

**NÁSTROJE**

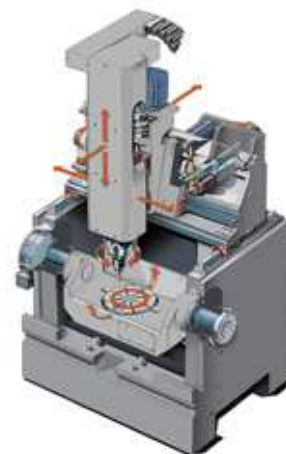
typ nástrojů	BT 30
počet nástrojů	16
čas výměny nástroje	0.9 s

**6.1.4. Vertikální obráběcí centrum B300 – HERMLE**

Firma Hermle byla založena v roce 1938 v Německu. Od této doby se soustředí na vývoj a výrobu frézovacích a vrtacích strojů. V dnešní době se tato firma řadí na přední místa ve výrobě vertikálních obráběcích center.



Obr. 6.4 Vertikální obráběcí centrum B300 [21]



Obr. 6.5 Konstrukční princip B300 [21]

Vertikální obráběcí centrum B300 má tři osy v nástroji, tudíž dynamika pohybu není závislá na obrobku, což umožňuje posuv až 30 m/min. Vyznačuje se vysokou trvalou přesností a přesností chodu při polohování.

Tab. 6.4 Technické parametry B300 [21]

<b>PRACOVNÍ ROZSAH</b>	
zdvih v ose X	800 mm
zdvih v ose Y	600 mm
zdvih v ose Z	500mm
<b>VŘETENO</b>	
otáčky vřetene	15000 ot/min
výkon motoru	19 kW
<b>ROZMĚRY A HMOTNOST</b>	
max.váha obrobku	250 kg
velikost stolu	Ø 280 mm
<b>ŘÍDÍCÍ SYSTÉM</b>	
FANUC iTNC 530	
<b>POSUVY</b>	
rychloposuvy X/Y/Z	30/30/30 m/min

## 6.2. CNC vyvrtávací stroje

Vodorovné vyvrtávačky jsou univerzální stroje vhodné k obrábění složitých součástí v kusové a malosériové výrobě. Při jednom upnutí umožňují provést současně nebo postupně různé operace až z pěti stran obrobku. Je na nich možno vrtat, vystružovat, zahlubovat, vyvrtávat, soustružit čelní i vnější a vnitřní plochy, frézovat popřípadě brousit. Pro tyto stroje je typické velké množství příslušenství a přídatných zařízení.

### 6.2.1. Vodorovná vyvrtávačka WHN(Q) 13 CNC – TOS VARNSDORF

TOS Varnsdorf byla založena v roce 1903. Od této doby je předním celosvětovým výrobcem horizontálních frézovacích a vyvrtávacích strojů a obráběcích center.



Obr. 6.6 Frézovací a vyvrtávací stroj WHN(Q) 13 CNC [22]

WHN(Q) 13 CNC je frézovací a vyvrtávací stroj řízení ve 4 osách (X,Y,Z,W). Dále má automaticky řízen s inkrementem polohování 0,001° a pracovní vřeteno (osa C). Konstrukce polohovacího stolu umožňuje obrábět obrobky do hmotnosti 12 tun. Pro řízení stroje se používá řízení HEIDENHAIN iTNC 530, SINUMERIC 840 D a FANUC. Dále je stroj vybaven přestavitelnou plošinou pro obsluhu. Stroj se dá uzpůsobit na přání zákazníka.

Tab. 6.5 Technické parametry WHN(Q) 13 CNC [22]

<b>PRACOVNÍ ROZSAH</b>	
zdvih v ose X	2000, 3500, 4000, 5000 mm
zdvih v ose Y	2000, 2500, 3000 mm
zdvih v ose Z	1250, 1600, 2000 mm
výsuv pracovního vřetena W	800 mm
<b>VŘETENO</b>	
otáčky vřetene R	10 - 3000 ot/min
otáčky vřetene N	10 – 1500 ot/min
výkon motoru	37 kW
kužel vřetena	ISO 50
<b>ROZMĚRY A HMOTNOST</b>	
max.váha obrobku	12000 kg
velikost stolu	1800 x 1800, 1800 x 2200, 1800 x 2500 mm
<b>ŘÍDÍCÍ SYSTÉM</b>	
HEIDENHAIN iTNC 530, SINUMERIC 840 D, FANUC	
<b>POSUVY</b>	
rychloposuvy X/Y/Z	8000/10000/10000 mm/min
max. pracovní posuv	4 – 5000 mm/min
<b>NÁSTROJE</b>	
počet nástrojů	40, 60, 80, 120
čas výměny nástroje	20 s

### 6.2.2. vodorovná vyvrtávačka WRFT 130 CNC – FERMAT MACHINERY

Společnost Fermat vznikla v roce 1993 původně jako obchodní firma s kovoobráběcími stroji. Postupně začala provádět i generální opravy a přestavby těchto strojů na CNC až se dopracovala k vlastnímu vývoji a konstrukci obráběcích strojů. V současné době se řadí mezi přední dodavatele tvářecích a obráběcích strojů.



Obr. 6.7 Vodorovná vyvrtávačka WRFT 130 CNC [23]

WRFT 130 CNC je vodorovná vyvrtávačka stolového typu. Jedná se o model s výsuvným pracovním vřetenem i pinolou. Jedná se o velmi univerzální stroj, který dokáže produktivně obrábět velmi rozměrné součásti při zachování vysoké přesnosti a kvality opracování. Stroj je řešen modulárně a dá se přizpůsobit požadavkům zákazníka. Má šest řízených os (X,Y,Z,V,W a B). Stroj pojíždí v ose Z se stojanem a obrobky jsou upnuty na otočném stole, který přejíždí v příčném směru po ose X.

Tab. 6.6 Technické parametry WRFT 130 CNC [23]

PRACOVNÍ ROZSAH	
zdvih v ose X	2400 - 6100 mm
zdvih v ose Y	2500 - 3500 mm
zdvih v ose Z	2100 - 3900 mm
výsuv pracovního vřetena W	730 mm
výsuv čtyřbokého smykadla V	900 mm
VŘETENO	
otáčky vřetene	10 - 3000 ot/min
max. kroutící moment na vřetenu	2000 N/m
výkon motoru	37 kW
kužel vřetena	ISO 50
ROZMĚRY A HMOTNOST	
max.váha obrobku	25000 kg
velikost stolu	2000 x 2500, 2000 x 3000, 2500 x 3000 mm

**ŘÍDÍCÍ SYSTÉM**

HEIDENHAIN iTNC 530, SINUMERIC 840 D

**POSUVY**

rychloposuvy X/Y/Z	15000 mm/min
rychloposuvy V,W	10000 mm/min
max. pracovní posuv	1 – 8000 mm/min
přesnost polohování	0,01 mm

**NÁSTROJE**

počet nástrojů	40, 60
čas výměny nástroje	15 s

**6.2.3. Křížová vyvrtávačka SPEEDMAT 3 – PAMA**

Společnost PAMA byla založena v roce 1926 v Itálii. V průběhu let se tato firma stala jedničkou na trhu s velkými vyvrtávacími stroji.

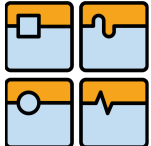


Obr. 6.8 Křížová vyvrtávačka SPEEDMAT 3 [24]

SPEEDMAT 3 je vodorovná křížová vyvrtávačka s univerzálním použitím. Má široký okruh konfigurací přizpůsobitelné na míru zákazníkovi. Má pět řízených os a vyznačuje se velkým zrychlením.

Tab. 6.7 Technické parametry SPEEDMAT 3 [24]

<b>PRACOVNÍ ROZSAH</b>	
zdvih v ose X	3000, 3500, 4000 mm
zdvih v ose Y	2000, 2500, 3000 mm
zdvih v ose Z	2200 - 2700 mm
výsuv pracovního vřetena W	800 mm
<b>VŘETENO</b>	
otáčky vřetene	3500 ot/min
max. krouticí moment na vřetenu	2120 N/m
výkon motoru	46 kW
kužel vřetena	ISO 50
<b>ROZMĚRY A HMOTNOST</b>	
max.váha obrobku	25000 kg
velikost stolu	1600 x 1600, 2000 x 2000, 2000 x 2500 mm
<b>POSUVY</b>	
rychloposuvy X/Y/Z/W	25000 mm/min

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 37
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo provést rešerši vrtacích a vyvrtávacích strojů a provést jejich popis a rozdělení. V první části práce je popsán obecný princip vrtání a vyvrtávání a dále jsou zde rozděleny vrtací a vyvrtávací stroje. Následuje popis jednotlivých částí vrtacích a vyvrtávacích strojů s uvedením výrobců a dodavatelů těchto součástí. V závěrečné části jsou popsány výrobci vrtacích a vyvrtávacích strojů. U každého výrobce je vybrán jeden stroj a jsou zde uvedeny technické parametry.

Vodorovné vyvrtávačky jsou velmi univerzální a hojně používané stroje hlavně v kusové a malosériové výrobě. Souřadnicové vyvrtávačky jsou zase určeny k obrábění velmi přesných otvorů v přesných osových vzdálenostech.

V dnešní době dochází ke sdružování operací vrtání a frézování, frézování a soustružení. Proto se velmi obtížně stanovují mezi těmito stroji hranice. Stroj je tedy obráběcím centrem jestliže umí soustružit a frézovat, tak dokáže i vrtat.

Vývoj obráběcích strojů jde neustále dopředu. Souvisí to s vývojem řídicích systémů, používáním stále kvalitnějších materiálů a také vývojem nástrojů. Velmi důležitou roli na trhu s obráběcími stroji hraje pořizovací cena oproti jeho parametrům. V tomto se svádí největší boj mezi výrobci obráběcích strojů. Protože každý požaduje, aby ten jeho stroj byl ten nejlepší a nejprodávanější.

Většina vrtacích a vyvrtávacích strojů jsou stavebnicové koncepce a staví se zákazníkovi na míru podle jeho požadavků. Nejznámějšími výrobci CNC vrtacích, vyvrtávacích strojů a obráběcích center patří: TOS Varnsdorf, Fermat Machinery, CZ Tech Čelákovice, Profika, Hermle (Německo), Pama (Itálie), DONAU (Německo).

Do budoucnosti se tyto stroje budou stále zdokonalovat. Je to však všechno podmíněno poptávkou na trhu a především cenou stroje.

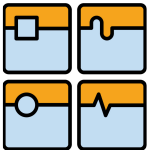
## 8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Ruční elektrická vrtačka.....	12
Obr. 3.1 Práce na vrtačkách.....	13
Obr. 3.2 Stolní vrtačka.....	14
Obr. 3.3 Sloupová vrtačka.....	15
Obr. 3.4 Stožanová vrtačka.....	15
Obr. 3.5 Radiální vrtačka.....	16
Obr. 4.1 Kinematika vyvrtávání.....	17
Obr. 4.2 Vodorovná stolová vyvrtávačka.....	18
Obr. 4.3 Vodorovná desková vyvrtávačka.....	18
Obr. 4.4 Souřadnicová vyvrtávačka.....	19
Obr. 5.1 Laserový měřicí stroj Blues 300 firmy MICROPLAN.....	20
Obr. 5.2 Rám z Hydropolu firmy FRAMAG.....	21
Obr. 5.3 Lože laserového obráběcího stroje.....	21
Obr. 5.4 Výsuvné vřeteno vyvrtávacího stroje firmy PAMA.....	22
Obr. 5.5 Kuličkový šroub firmy HIWIN.....	23
Obr. 5.6 Pastorek a ozubený hřeben firmy GUDEL.....	23
Obr. 5.7 Valivé vedení firmy INA.....	24
Obr. 5.8 Lineární motor firmy HIWIN.....	25
Obr. 5.9 Řídící systém SINUMERIK 840 D.....	25
Obr. 5.10 Článkový dopravník třísek firmy ASTOS.....	27
Obr. 6.1 Radiální vrtačka Danumeric firmy DONAU.....	28
Obr. 6.2 vertikální centrum ZAH 560 A.....	29
Obr. 6.3 Vertikální obráběcí centrum KV 25.....	30
Obr. 6.4 Vertikální obráběcí centrum B300.....	31
Obr. 6.5 Konstrukční princip B300.....	32
Obr. 6.6 Frézovací a vyvrtávací stroj WHN(Q) 13 CNC.....	33
Obr. 6.7 Vodorovná vyvrtávačka WRFT 130 CNC.....	34
Obr. 6.8 Křížová vyvrtávačka SPEEDMAT 3.....	35



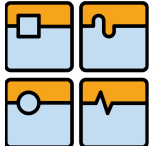
## 9. SEZNAM TABULEK

Tab. 6.1 Technické parametry DANUMERIC.....	28
Tab. 6.2 Technické parametry ZAH 560 A.....	29
Tab. 6.3 Technické parametry KV25.....	30
Tab. 6.4 Technické parametry B300.....	32
Tab. 6.5 Technické parametry WHN(Q) 13 CNC.....	33
Tab. 6.6 Technické parametry WRFT 130 CNC.....	34
Tab. 6.7 Technické parametry SPEEDMAT 3.....	36

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 40
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. 1. vyd. 2006. 284s. ISSN 1212-2572.
- [2] BORSKÝ, Václav. *Obráběcí stroje*. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1992. 216s. ISBN 80-214-0470-6.
- [3] BORSKÝ, Václav. *Základy stavby obráběcích strojů*. 2. vyd. Brno: VUT Brno, 1991. 214s. ISBN 80-214-0361-6.
- [4] NĚMEC, Dobroslav a kolektiv. *Strojírenská technologie II*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1985. 240s. ISBN 04-223-85.
- [5] KOČMAN, K. a PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 270s. ISBN 80-214-1996-2.
- [6] HUMÁR, Anton. *Technologie I: technologie obrábění – 2. část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004, 95s. Dostupný z WWW: <[http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-2.cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2.cast.pdf)>.
- [7] *TOS VARNSDORF a.s. vzpomínky – historie obrábění 1 - 4* [online]. 2003 [cit. 2009-04-26]. Dostupný v WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/o-spolecnosti/historie/vzpominky/clanky/vzpominky-76-historie-obrabeni-3.html>>.
- [8] *Historie a základní informace o vrtačkách* [online]. 2007 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.modding.cz/?p=63>>.
- [9] VAVŘÍK, I. ;BLECHA, P. ;HAMPL, J. *Výrobní stroje a zařízení* [online]. Syllabus přednášek pro bakalářskou formu studia. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002, 105s. Dostupný z WWW: <<http://simulace.fme.vutbr.cz/stranky/studium/opory.texy>>.
- [10] *MICROPLAN – Blues 300* [online]. c1976-2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.microplan-group.com/W/GB/laser.htm>>.
- [11] *FRAMAG* [online]. c2005 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.framag.com/english/industrial\\_plant\\_build.htm](http://www.framag.com/english/industrial_plant_build.htm)>.
- [12] KRUŠINA, Luboš. *Minerální kompozit. MM Průmyslové spektrum* [online]. 2007, listopad [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/mineralni-kompozit>>.
- [13] *HIWIN* [online]. c2005-2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.hiwin.cz>>.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- [14] *GUDEL* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.gudel.com/cz/komponenty/>>.
- [15] *INA* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.ina.com/content.ina.de/en/ina\\_fag\\_products/productinformation/linear\\_products/monorail\\_guidance\\_systems/monorail\\_guidance\\_systems.jsp](http://www.ina.com/content.ina.de/en/ina_fag_products/productinformation/linear_products/monorail_guidance_systems/monorail_guidance_systems.jsp)>.
- [16] *Řídící systémy SINUMERIK* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=0788019ba8&ctxp=home>>.
- [17] *TOSAS Článekové dopravníky třísek* [online]. c2007 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.astos.cz/cz/clankove-dopravniky-trisek>>.
- [18] *DONAU Werkzeugmaschinen GmbH* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.donau-wzm.de/start.html@lang=\\_e.html](http://www.donau-wzm.de/start.html@lang=_e.html)>.
- [19] *CZ Tech - CNC stroje Čelákovice* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.cztech.cz/stroje/zah\\_560\\_a.html](http://www.cztech.cz/stroje/zah_560_a.html)>.
- [20] *Profika s.r.o.* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.profika.cz/typc\\_detail.php?pos=1&jmeno1=KV25](http://www.profika.cz/typc_detail.php?pos=1&jmeno1=KV25)>.
- [21] *Hermle* [online]. c2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.hermle.de/pages/cs\\_obrbc\\_centrum\\_b\\_300.php5](http://www.hermle.de/pages/cs_obrbc_centrum_b_300.php5)>.
- [22] *TOS VARNSDORF a.s.* [online]. c1998-2009 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/vyrobniprogram/standardni-stroje/whnq-13-cnc/>>.
- [23] *Fermat Machinery* [online]. c2008 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.fermatmachinery.com/cs/501-wrft-130-cnc/>>.
- [24] *Pama s.p.a.* [online]. c2006 [cit. 2009-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.pama.it/uk/info-speedmat.asp?id=30&linea=speedmat>>.