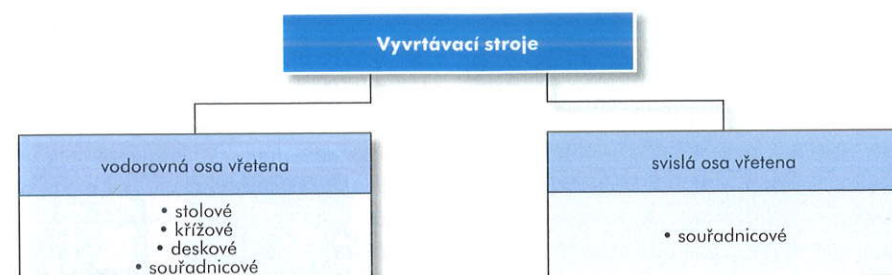


## 8. CNC vyvrtávací stroje

Vyvrtávací stroje tvoří rozsáhlou a významnou skupinu různých koncepčních variant obráběcích strojů určených jak na výkonné, tak i přesné obrábění otvorů a čelních ploch u širokého sortimentu, zejména nerotačních součástí.



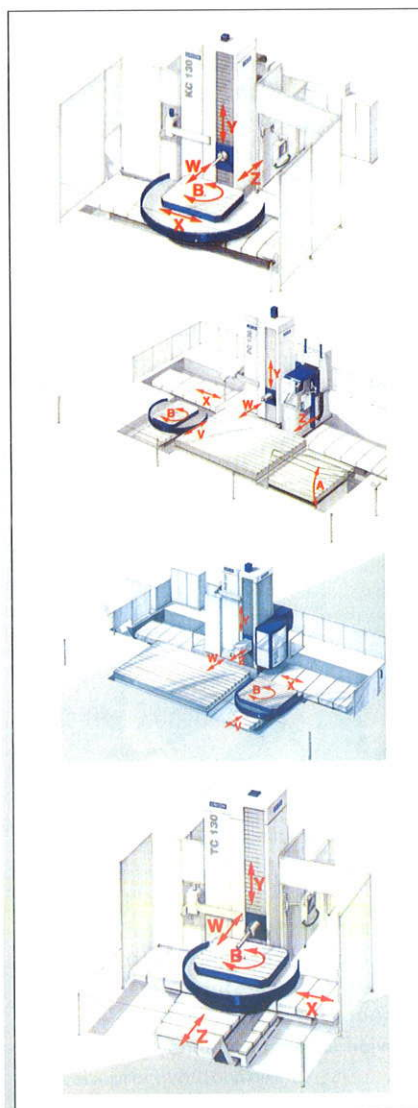
Obr. 8.1. Rozdělení CNC vyvrtávacích strojů

Hlavní řezné pohyby (rotační řezný pohyb, přímočarý posuvový pohyb) vykonává zpravidla nástroj upnutý v pracovním vřetenu. Základní princip převážně jednobřito-  
vého obrábění klade zvýšené nároky na tuhost stroje s ohledem na periodickou změnu směrové orientace působení řezných sil během hlavního, řezného rotačního pohybu. Podle základní konstrukční koncepce dané oblastí využití lze vyvrtávací stroje čle-  
nit na typy dle obr. 8.1.

Stolové vyvrtávačky – jsou vybaveny křížovým stolem, který umožňuje posuv ve dvou na sebe kolmých směrech. Křížový stůl bývá někdy proveden jako otočný, umožňující obrábět součást ze čtyř stran na jedno upnutí. V tomto provedení se vyrábějí vyvrtávačky menších velikostí do průměru vyvrtávacího vřetena 110 mm. U stolových vyvrtáček se pohybuje spodek stolu po vedení na loži ve směru osy vřetena upevněného ve vřeteníku a stůl po spodku kolmo na osu vřetena. Otočný díl stolu umožňuje natáčení kolem svislé osy [2] (obr. 8.2).

Křížové vyvrtávačky – jsou koncepčně řešeny tak, že stůl je s obrobkem pohyblivý pouze v příčném směru a stojan podélně po loži. Tyto horizontky se používají k frézování rovinných ploch dlouhých obrobků. Jde o vyvrtávačky středních rozměrů s průměry vřetena od 80 do 160 mm (obr. 8.2).

Deskové vyvrtávačky – mají obrobek nepohyblivý, vřeteník se posouvá po svislém vedení stojanu a stojan se pohybuje po loži kolmo k ose vřetena. Deskové vodorovné vyvrtávačky se vyrábějí pro největší obrobky s průměry vyvrtávacích vřeten 130 až 315 mm. Často se dodává spolu s deskovou horizontkou otočný stůl. To rozšiřuje její technologické možnosti a zvyšuje počet ří-

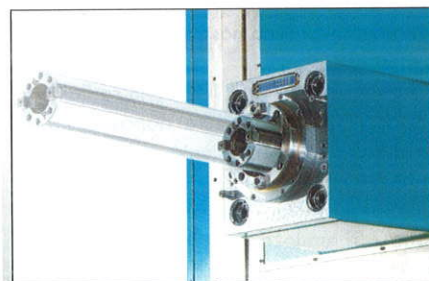


Obr. 8.2. Varianty stolové, křížové a deskové vyvrtávačky [Union]

zených os u vzájemných posuvových pohybů nástroje a obrobku (obr. 8.2).

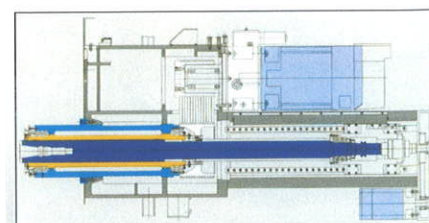
### Příklady z praxe

Vodorovné vyvrtávačky jsou univerzální stroje vhodné k obrábění složitých součástí v kusové a malosériové výrobě. Umožňují při jednom upnutí provést současně nebo postupně různé operace až z pěti stran obrobku. Je na nich možno vrtat, vystruhovat, zahluňovat, vyvrtávat, soustružit čelní i vnitřní a vnější plochy, frézovat, někdy i protahovat a obrážet, případně brousit. Pro tyto obráběcí stroje je typické použití bohatého, běžného i zvláštního příslušenství a přídatných zařízení.

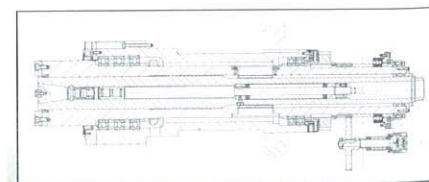


Obr. 8.3. Výsuvné vyvrtávací vřeteno [Pama]

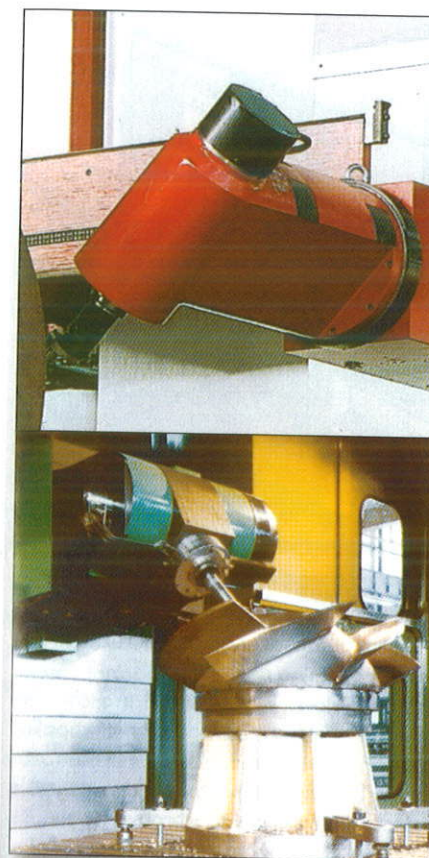
Hlavní řezný pohyb při obrábění vykonává vřeteno s nástrojem. Vyvrtávací vřeteno je uloženo v přesných ložiskách, buď v dutém frézovacím vřetenu a s ním ve vřeteníku nebo přímo ve vřeteníku. Vyvrtávací vřeteno je osově výsuvné z vřeteníku (obr. 8.3). Frézovací vřeteno je uloženo nevýsuvně ve vřeteníku nebo častěji v pinole, která je výsuvná a umožňuje dokonalejší podepření



Obr. 8.4. Konstrukce uložení vyvrtávacího a frézovacího vřetena [Union]



Obr. 8.5. Konstrukce uložení vyvrtávacího a frézovacího vřetena TK 6511B [SMTCL]

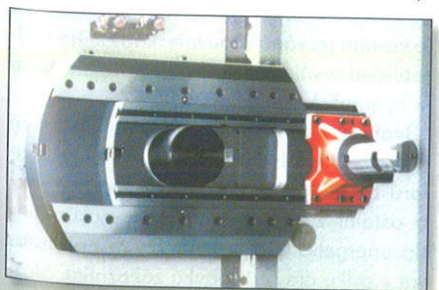


Obr. 8.6. Typy příslušenství hlav [Pama]

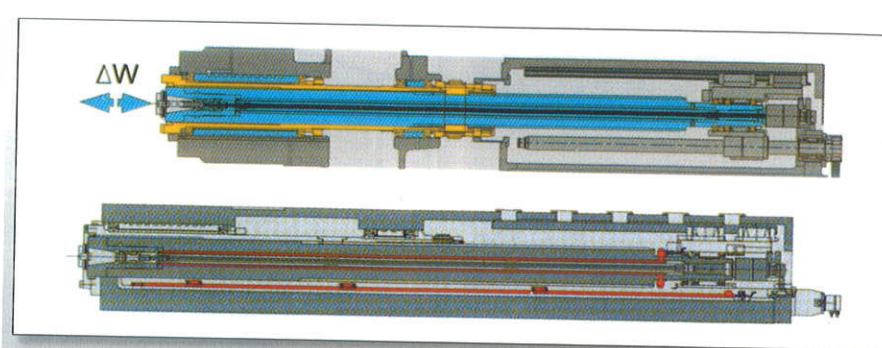
vyvrtávacího vřetena při jeho větším vyložení (obr. 8.3) a (obr. 8.4 a 8.5).

Pohon vřeten bývá nejčastěji proveden AC regulačním motorem přes převodovku rozšiřující regulační rozsah. Výsuv vyvrtávacího vřetena je realizován samostatným servomotorem.

Nástroje s kuželovou stopkou se upínají do kuželové dutiny vyvrtávacího vřetena (kužel ISO). Frézovací hlavy a příslušenství se upínají na čelo frézovacího vřetena. Upínání bývá mechanické, příp. automatické. Na čelo frézovacího vřetena bývá upnuta i lícní deska (obr. 8.6) a (obr. 8.7). Tím je



Obr. 8.7. Lícní deska LD 650 [TOS Varnsdorf]



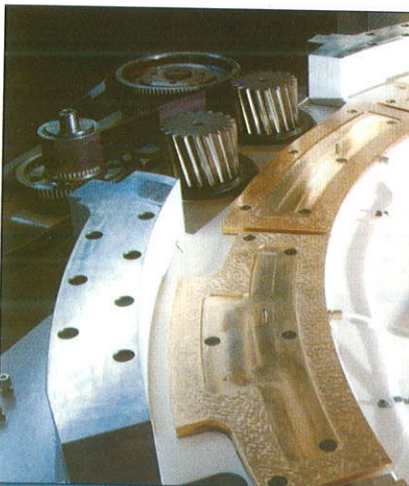
Obr. 8.8. Vysouvání vyvrtávacího vřetena a jeho teplotní stabilizace u stroje Speedmat [Pama]

značným způsobem rozšířena technologická možnost vyvrtávacího stroje.

Lícní deska umožňuje pohyb její střední části pro tzv. čelní soustružení. Vřeteno vyvrtávací je teplotně stabilizováno (chlazením) a mívá kompenzovanou úchytku průhybu způsobenou jeho vlastní hmotností při vysouvání (obr. 8.8). Tyto způsoby jsou většinou patentovány jednotlivými firmami. Z obr. 8.8 je dobře patrný výsuv vyvrtá-

vacího vřetena přes kuličkový šroub a také jeho vedení, které je realizováno profilovým valivým vedením.

Stůl pro upnutí obrobku může být řešen jako otáčivý. Otáčení lze realizovat plynule – pak je to obdoba soustružnického stolu nebo pouze polohování. Stůl má hydrostatické vedení (obr. 8.9) a jeho náhon je dvoupastorkový z důvodu vymezení vůle. V jiném případě je náhon stolu také dvou-



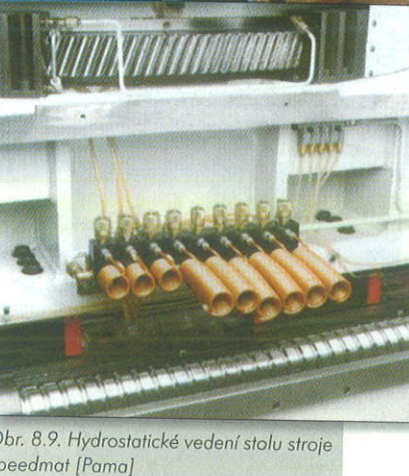
Obr. 8.10. Hydrodynamické vedení stolu stroje TK6511B [SMTCL]

pastorkový, ale vedení je hydrodynamické (obr. 8.10).

Vodící plochy mohou být buď z klasické dvojice kalené ocel s obloženou protiplochou plastem (obr. 8.11), nebo profilové valivé vedení (obr. 8.12), nebo hydrostatické.

Stroje mohou obsahovat standardně výměnu palet, které jsou vyměňovány v automatickém cyklu stacionárním manipulátorem palet (obr. 8.13) a dopraveny na upínací základ na vlastním stroji.

Na strojích mohou být realizovány další moderní prvky konstrukce, jako jsou torzní motory a elektrovřetena, stojící šroub a ro-



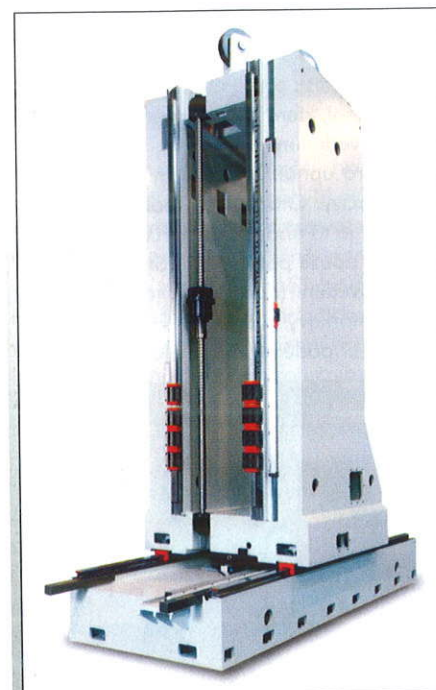
Obr. 8.9. Hydrostatické vedení stolu stroje Speedmat [Pama]



## 8. CNC vyvrtávací stroje



Obr. 8.11. Vodičí plochy TK6511 [SMTCL]



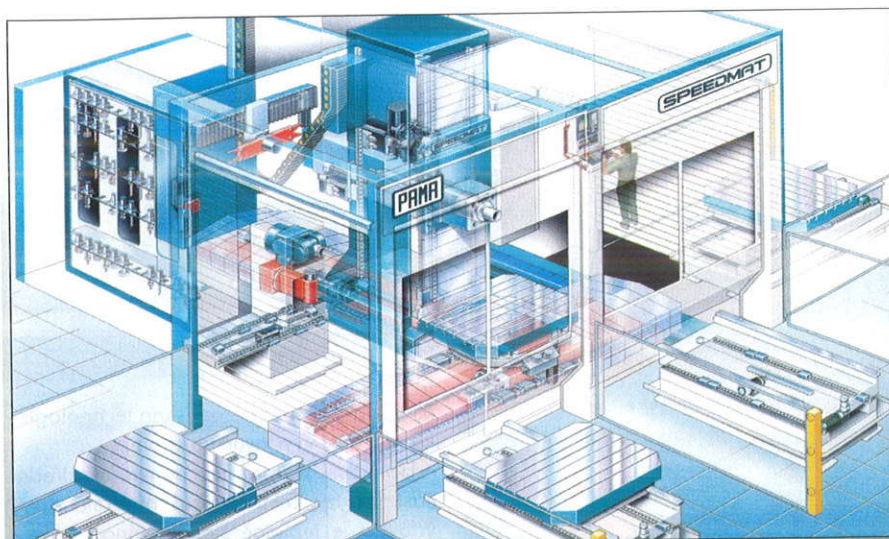
Obr. 8.12. Stojan stroje Speedmat [Pama]

tující matice či mechanická a elektromechanická kompenzace přesnosti. Křížovou horizontku, která kloubí naznačené principy konstrukčního řešení, ukazuje obr. 8.14.

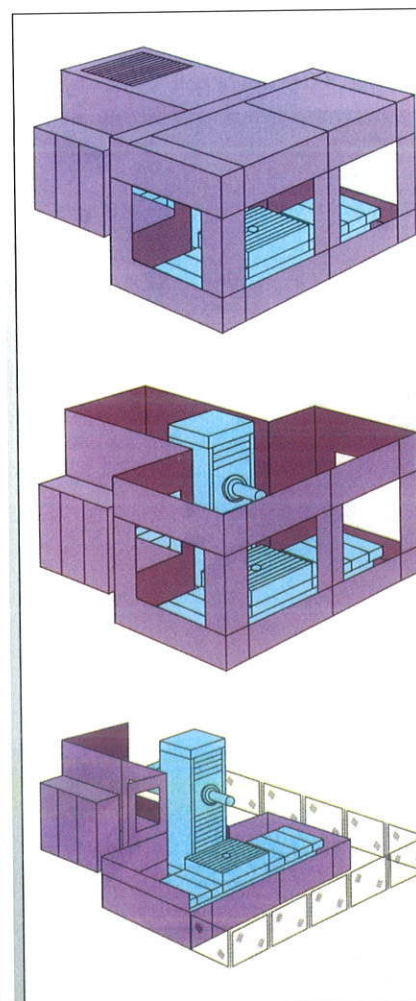
Nová řada TOStec (Prima, Optima a Varia) je určena pro nejrůznější technologie opracovávání skříňových, deskových a jiných obrobků. Řada je koncipována jako modulová stavebnice, přičemž volbou mo-



Obr. 8.13. Manipulátory palet [TOS Varnsdorf]



Obr. 8.14. Křížová horizontka Speedmat [Pama]

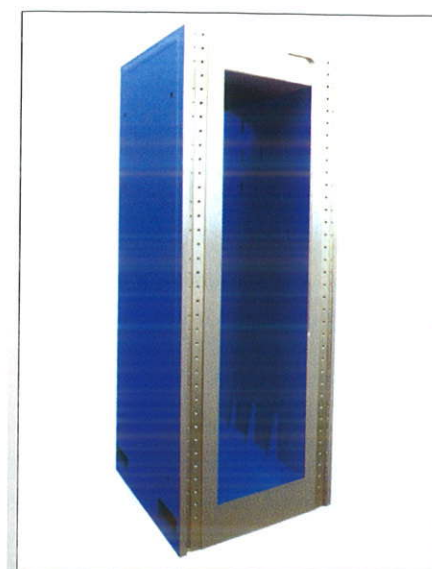


Obr. 8.15. Typy krytování strojů TOStec [TOS Varnsdorf]

dulů lze docílit široké škály strojů, které se liší konfigurací os. Kompaktní různé krytování strojů je na obr. 8.15.

Plné krytování je nezbytné pro chlazení středem vřetena. Odvod chladicí kapaliny a třísek z pracovního prostoru je řešen svodovými plechy. Krytování na dvě třetiny je voleno, pokud je výška obrobku taková, že by plné krytování bránilo jeho upnutí. Polovina krytování je volena výjimečně, výhradně kvůli manipulaci u zvlášť rozměrných obrobků. Z důvodu bezpečnostních směrnic je stroj doplněn bezpečnostním oplocením. Automatická výměna nástrojů je koncepčně řešena jako samostatně stojící konstrukční uzel tvořený zásobníkem nástrojů a dvouramenným manipulátorem – jde o skladovací zásobník. Stroje mají lineární valivá profilová vedení (válečková). Stojan a lože využívají nové technologie COMBitec (obr. 8.16). Jedná se o hustě žebrovaný dutý svařenec vyplněný speciální tlumicí hmotou, čímž je zajištěna vysoká dynamická a statická stabilita rámu stroje při zachování nízké hmotnosti pohyblivých dílů, a to také umožňuje dosahovat velkých zrychlení. Tíha vřeteníku je kompenzována silou teleskopického hydraulického válce (obr. 8.17). Zdrojem tlaku je hydraulický akumulátor.

Náhon všech lineárních os je proveden pomocí digitálně řízeného AC servomotoru a kuličkového šroubu. Elektrovyzbroj a ostatní zdroje energií jsou soustředěny do energetického boxu a lze je přemísťovat v celku dle požadavku zákazníka. Stroj je možné vybavovat dálkovou diagnos-



Obr. 8.16. Svařovaný stojan TOStec [TOS Varnsdorf]

tikou, která poskytuje servisnímu technickovi potřebná data o stavu stroje. Je možné provádět také komunikaci mezi řídicím systémem stroje a mobilním telefonem zákazníka. Zákazník je informován o předem definovaných stavech stroje (např. ukončení automatického cyklu, přerušení programu apod.).

Souřadnicové vyvrtávačky jsou určeny k obrábění přesných otvorů (IT 6, IT 5) v přesných osových vzdálenostech ( $\pm 0,01$  až  $\pm 0,005$  mm). Lze na nich provádět všechny druhy operací rotujícím nástrojem, včetně jemného frézování. Někdy se jich využívá ke kontrole rozměrů obrobků opracovaných na jiných strojích. Aby se na nich dalo docílit požadované přesnosti, mají být umístěny v odděleném prostoru (místnosti), jehož teplota má být stabilizována na hodnotě  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  [2].

Aby přesnost souřadnicových vyvrtávaček nezávisela na ustavení na základ, bývá jejich rám tuhý (samonosný) a spočívá na základě na třech bodech. Nesmí být umís-



Obr. 8.17. Vyvažování vřeteníku TOStec [TOS Varnsdorf]

těny v blízkosti strojů pracujících s otřesy a ve vyšších podlažích.

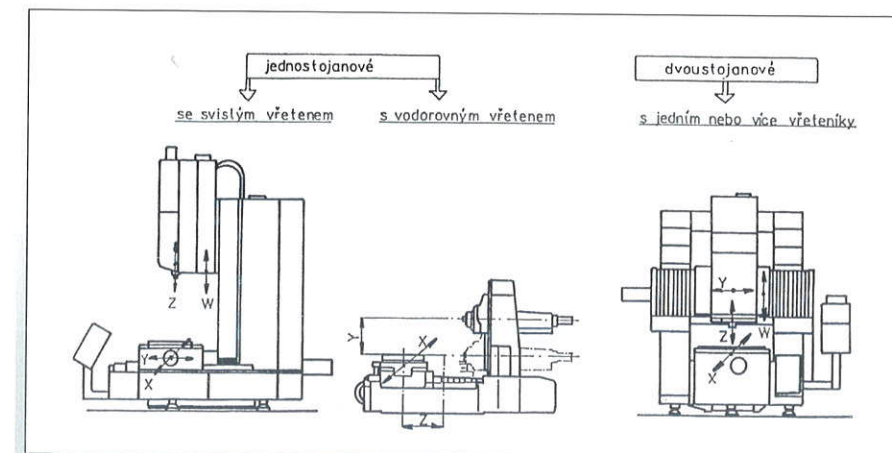
Vyrábějí se jednak jako jednostojanové (obr. 8.18) se svislou (větší četnost) nebo s vodorovnou osou vřetena a jsou využívány pro menší velikosti obrobků (do 400 až 630 mm), kdy se obrobek upíná na kří-

žový posuvový stůl. Další koncepční variantou jsou dvoustojanové s jedním svislým nebo více vřeteníky. Pracovní plocha stolu je zde větší, v rozmezí 630 x 1000 až 1000 x 1600 mm. Obrobek se upíná na podélný posuvový stůl umístěný mezi oběma stojany, na nichž je posuvně uložen příčník nesoucí pracovní vřeteníky.

Konstrukční provedení souřadnicových vyvrtávaček je ovlivněno základními požadavky vyplývajícími z jejich technologického využití, a to zejména [2] požadavkem na vysokou přesnost všech hlavních řezných i posuvových pohybů, požadavkem velmi dobré dynamické stability a požadavkem na co nejlepší teplotní stabilitu.

### Použitá literatura ke kapitole 8

- [1] Borský, V.: Základy stavby obráběcích strojů, skriptum ES VUT, 2. vydání, Grafia Prostějov, 1991, s. 214, ISBN 80-214-0361-6
- [2] Borský, V.: Obráběcí stroje, skriptum ES VUT, 1. vydání, Olprint Šlapanice, 1992, s. 216, ISBN 80-214-0470-1
- [3] Borský, V.: Jednoúčelové a víceúčelové obráběcí stroje – II. díl, skriptum ES VUT, 2. vydání, Grafia Prostějov, 1990, s. 200, ISBN 80-214-0175-3
- [4] firemní literatura a prospekty



Obr. 8.18. Přehled koncepcí souřadnicových vyvrtávaček [2]