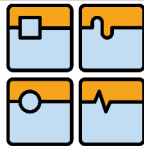


	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 1
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Akademický rok: 2009/2010

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Petr Mrázek

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

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

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:

#### **Soustružnické stroje se svislou osou rotace**

v anglickém jazyce:


#### **Lathe machines with vertical rotary axis**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše a popis soustružnických strojů současné produkce se svislou osou rotace.  
Výpočtový návrh vybrané komponenty soustružnického stroje.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše, popis a rozřídění soustružnických strojů.  
Výpočtový návrh zvolené komponenty soustružnického stroje.

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 3
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

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

[www.infozdroje.cz](http://www.infozdroje.cz)

[www.mmspektrum.com](http://www.mmspektrum.com)

[www.stránky výrobců soustružnických strojů](http://www.stránky.výrobců.soustružnických.strojů)

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

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

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 4
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **ANOTACE**

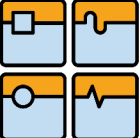
Tato bakalářská práce se zabývá rešerší, popisem a rozříděním soustružnických strojů se svislou osu rotace. Celý obsah je uspořádán do několika kapitol. Úvodem je zkráceně popsána historie a podstata soustružení. Navazující část popisuje rozdělení svislých soustruhů, dále pak zde uvádím několik na trhu podstatných výrobců svislých soustruhů. Na konci bakalářské práce je jednoduchý výpočet zubového čerpadla používaného jako součást systému mazání.

**Klíčová slova:** svislý soustruh- karusel, smýkadlo, stojan, lože, obrobek

## **ABSTRACT**

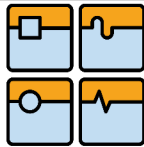
The bachelor's thesis deals with description and classification of vertical lathe machines. All content is organized into several chapters. The introduction is concerned with history and basis of the turning. Next part describes basic types of vertical lathe machines and important manufacturers. In the end of bachelor's thesis is simple calculation of the gear pump.

**Keywords:** vertical lathe, vertical turning lathe, ram, column, bed, heavy workpiece, heavy industry

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 5
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

**MRÁZEK, P.** Soustružnické stroje se svislou osu rotace. Brno : Vysoké učení technické v Brně, fakulta Strojního inženýrství, 2010. Vedoucí bakalářské práce :Doc. Ing. Petr Blecha, PhD.

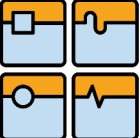


## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Soustružnické stroje se svislou osou rotace vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a zdrojů uvedených v seznamu.

28.5. 2008

.....  
Petr Mrázek

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 7
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Doc. Ing. Petru Blechovi, PhD. Za rady a připomínky týkající se zpracování této bakalářské práce.

## OBSAH

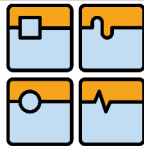
Zadání .....	2
Anotace .....	4
Klíčová slova.....	4
Abstract.....	4
Keywords.....	4
Bibliografická citace.....	5
Prohlášení.....	6
Poděkování.....	7

## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Svislé soustruhy .....	17
2.1. Definice .....	17
2.2. Použití .....	17
3. Rozdělení .....	18
3.1. Jednostojanové svislé soustruhy.....	18
3.2. Dvoustojanové svislé soustruhy .....	19
4. Základní části svislých soustruhů .....	20
4.1. Rám svislého soustruhu .....	20
4.1.1 Materiál rámu .....	20
4.1.2. Tuhost rámu svislého soustruhu .....	22
4.2. Upínací deska.....	22
4.3. Příčnick.....	23
4.4. Suporty svislého soustruhu .....	23
4.5. Smýkadlo .....	23
4.6. Hlavní pohon svislého soustruhu .....	23
4.7. Vedení svislých soustruhů .....	24
4.7.1. Valivé vedení.....	24
4.7.2. Hydrostatické vedení .....	24
4.7.3. Kombinované vedení .....	24
4.8. Systém automatické výměny nástrojů .....	24
4.9. Systém automatické výměny obrobků .....	25
4.10. Systém chlazení .....	25
4.11. Systém pro odvod třísek .....	25
4.12. Ochranné krytí.....	26
4.13. Osvětlení .....	26
4.14. Měření .....	26



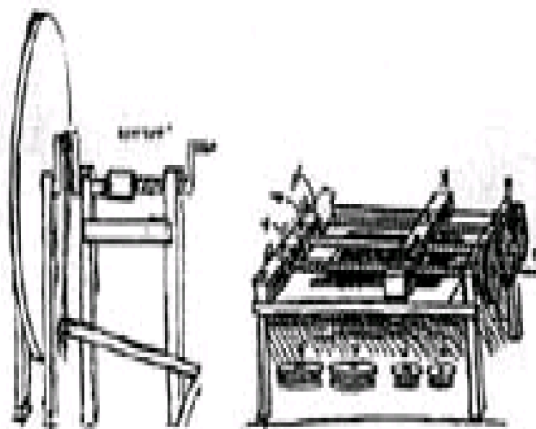
5.	Výrobci svislých soustruhů .....	27
5.1.	TOS Hulín .....	27
5.1.1.	Výrobní řada REV .....	27
5.1.2.	Výrobní řada SKL .....	28
5.1.3.	Výrobní řada SKIQ .....	29
5.1.4.	Powerturn Y .....	30
5.1.5.	Produktová řada SKG .....	31
5.2.	Fermat .....	32
5.2.1.	Svislé soustruhy VLC .....	32
5.3.	ČKD Blansko .....	33
5.4.	Gildemeister .....	34
5.4.1.	Svislý soustruh CTV 160 .....	34
6.	Vývojové trendy svislých soustruhů .....	36
7.	Návrh zubového hospodářství svislých soustruhů .....	40
7.1.	Návrhový postup výpočtu čerpadla používaný v SIGMĚ GROUP a.s. ....	40
7.1.1.	Teoretický průtok $Q$ .....	40
7.1.2.	Skutečný (požadovaný) průtok $Q_{ef}$ .....	40
7.1.3.	Příkon zubového čerpadla .....	40
7.1.4.	Rozměry ozubených kol .....	40
7.1.5.	Návrh ložisek .....	41
8.	Závěr .....	42
9.	Seznam obrázků .....	43
10.	Seznam tabulek .....	44
11.	Použité zdroje .....	45



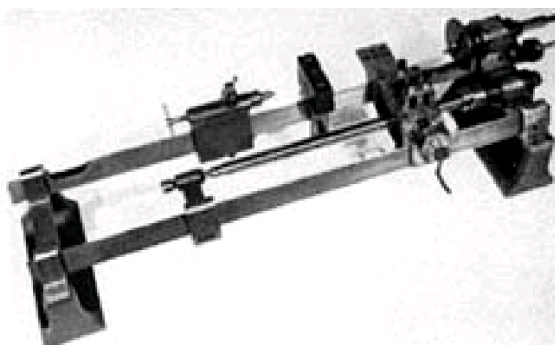
## 1. Úvod

### HISTORIE SOSTRUHŮ

Soustružení patří k jednomu z nejstarších způsobů obrábění. Mezi archeologickými nálezy nacházíme soustružnické předměty již z mladší doby kamenné a dále z doby bronzové. Soustruh znali již staří Řekové a Římané. Na náhrobku jednoho starořímského kameníka bylo nalezeno vyobrazení tzv. smyčcového soustruhu, u něhož byl soustružený předmět - uložený mezi dvěma pevnými hroty - otáčen těživou velkého luku, která byla kolem něho obtočena. První dochované kresby soustruhu ( obr.1.1) spadají do poloviny 16. století. Vytvořil je slavný malíř, sochař, architekt, přírodovědec, hudebník, spisovatel, konstruktér a vynálezce Leonardo da Vinci. Navržená konstrukce tohoto soustruhu měla být dřevěná a měl být poháněn lidskou silou. V 90. letech 18. století se objevil železný soustruh s pevně vedeným suportem (obr. 1.2) umožňujícím pohyb nože podél soustruženého předmětu i kolmo k němu. Jeho konstruktérem byl v letech 1794-1797 anglický mechanik Henry Maudslay, který jej v roce 1800 zdokonalil tak, aby na něm bylo možno řezat přesné závity.

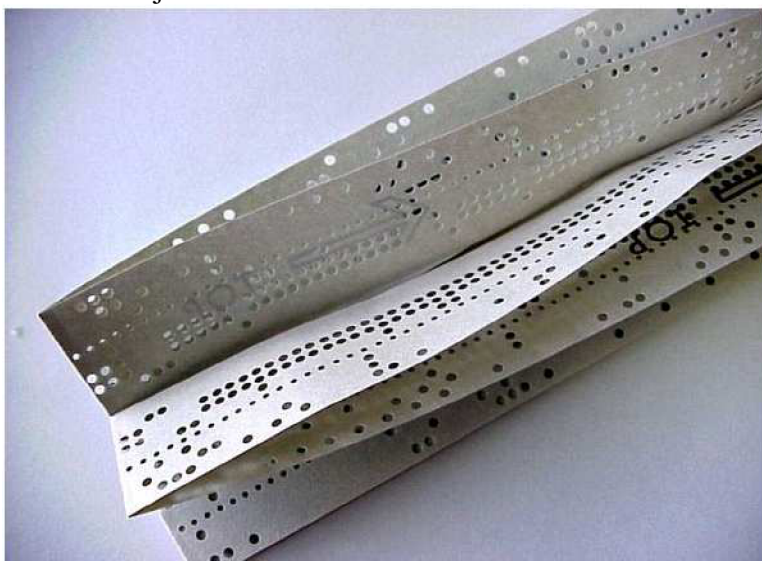


Obr. 1.1 kresba soustruhu  
Leonarda da Vinciho [1]



Obr. 1.2 Maundslayův soustruh [1]

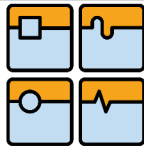
Na počátku 50. let 20.století se vytváří snaha o automatizaci ve strojírenské výrobě. Nejprve se jedná o tzv tvrdou automatizaci,což je automatizace používaná ve velkých seriích výroby. V malosériové a kusové výrobě se uplatňují tzv. NC (Numerical control) stroje. Tyto stroje využívají tzv. pružnou automatizaci a vykonávají příkazy uložené na děrném štítku, na děrné pásce (obr.1.3) (5-ti stopé,později 8-mi stopé) nebo na magnetické pásce. Řídící systém každého NC stroje je umístěn ve zvláštní skříní vedle obráběcího stroje. Řídící systém obsahuje snímač programu a logické obvody, které převádí údaje z programu na impulsy, které řídí NC stroj.



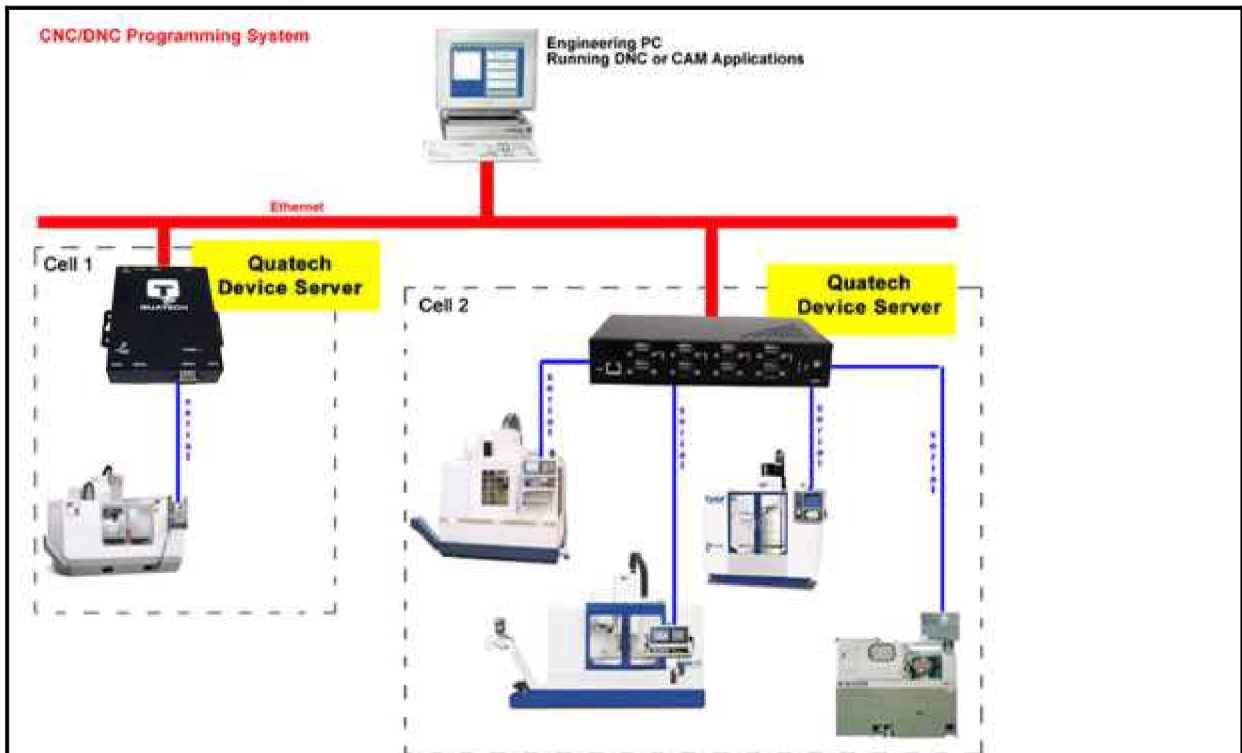
**Obr.1.3. Děrná páska [2]**

Na konci 70.let 20 století byli uvedeny do strojírenské výroby bezobslužné,počítačově řízené stroje tzv. CNC (Computerized Numerical kontrol). tyto stroje mají vlastní počítač, který řídí všechny vykonávané operace. Tyto operace mohou být zobrazeny ještě před započítím vlastní výroby (simulace).

CNC stroje mají oproti dříve používaným řadu výhod jako jsou např. vysoká přesnost pohybu, vysoké výkony,automatická výměna nástroje i obrobku (odpadá zde nutnost přítomnosti lidského faktoru – s tím souvisí i větší bezpečnost,rychlost a čistota)a v neposlední řadě zajišťují i vysokou rozměrovou přesnost. Jsou používány v sériové výrobě. CNC stroje pracují podle vytvořeného programu, jehož části jsou vlastně pokyny pro pohyb nástroje za účelem vyrobení obrobku podle předlohy.(obr 1.6)



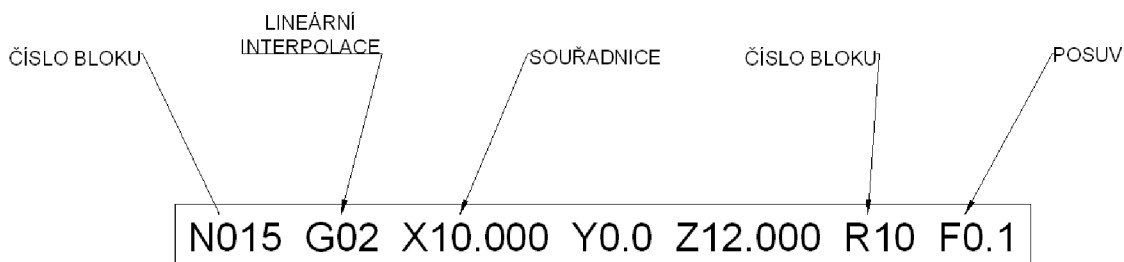
# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Obr.1.4 řídicí struktura CNC systému [3]



Obr. 1.5 Karusel firmy Fermat [4]



**Obr. 1.6 Ukázka části programu pro cnc stroj**

Svislé CNC soustruhy mají standardně jen 2 osy (x,z) souřadnic obrábění, které na přání mohou být doplněny i osu y , díky tomu vznikne obráběcí centrum.

### SOUSTRUŽENÍ OBECNĚ

Soustružení je nejvíce používaný způsob obrábění (30-40% strojního obrábění). Soustružit lze vnější i vnitřní válcové plochy a kuželové plochy. Podstata procesu tkví v otáčení obrobku kolem své osy (hlavní pohyb) a posuvného pohybu nástroje (vedlejší pohyb), jehož směr může s osou obrobku svírat různé úhly. Při řezném procesu vzniká velké množství tepla, jehož části jsou odváděny do různých

Části, které se procesu účastní. Důležitá je vhodná volba materiálu nástroje a chladicí kapaliny.

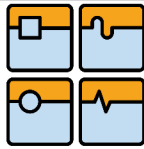
*Obvodová rychlost obrobku je dána vtahem:*

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} [m \cdot s^{-1}]$$

v...řezná rychlost [m/s]

D...průměr obrobku [m]

n...otáčky obrobku [1/s]

Odvod tepla při soustružení:

$$Q_C = Q_N + Q_O + Q_P + Q_T$$

$Q_C$  ...celkové teplo [J]

$Q_N$  ...teplo odvedené do nástroje [J]

$Q_O$  ...teplo odvedené do obrobku [J]

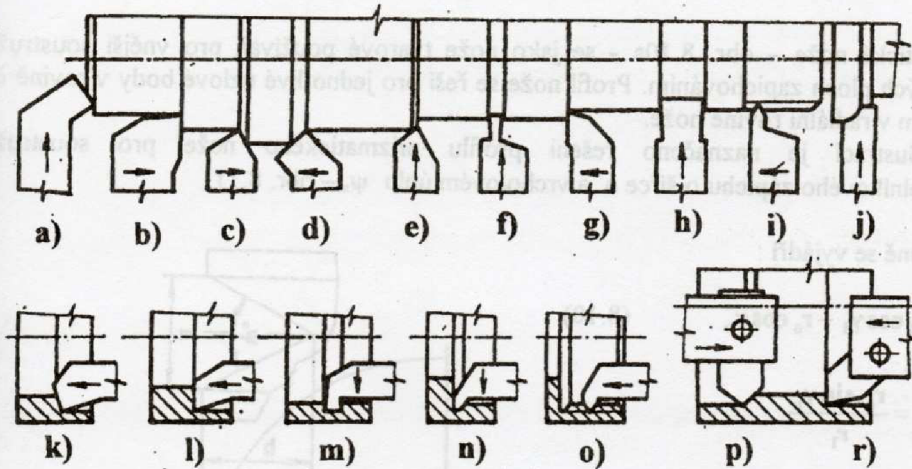
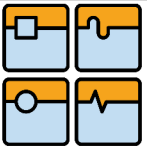
$Q_T$  ...teplo odvedené třískou [J]

Nástroje pro soustružení

Při soustružení (horizontálním i vertikálním) se jako nástroj používá soustružnický nůž. Na trhu je v dnešní době výběr z mnoha druhů. Každý si může vybrat z velkého množství materiálů a tvarů, aby nůž vyhovoval přesně požadavkům kladeným na soustružení konkrétního obrobku.

Rozdělení:

- Z hlediska materiálu : nástrojová ocel, břitové destičky ze slinutých karbidů, břitové destičky ze slinutých korundů, kubický nitrid bóru, ferneti, keramika, diamant aj.
- Z hlediska charakteru obrábění : hrubovací a hladící
- Z hlediska způsobu obrábění : ubírací, zapichovací, upichovací, vyvrtávací a tvarové
- Z hlediska tvaru tělesa nože : přímé, ohnuté, prohnuté a osazené
- Z hlediska polohy hlavního ostří : pravé, levé, souměrné
- Z hlediska požadavku výroby : komunální a operační



Obr. 8.8 Základní druhy celistvých radiálních nožů

a – uběrací nůž čelní; b – rohový nůž; c – uběrací nůž přímý; d – uběrací nůž ohnutý;  
e – hladicí nůž; f – zapichovací nůž; g – uběrací nůž stranový; h – naběrací nůž; i – závitový  
nůž; j – rádiusový nůž; k – vnitřní uběrací nůž; l – vnitřní nůž rohový; m, n – vnitřní nože  
zapichovací; o – vnitřní nůž závitový; p, r – vyvrtávací nůž kolmý, šikmý

Obr. 1.7. Základní druhy celistvých radiálních nožů [5]

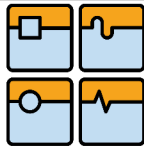
### Soustruhy

Jelikož soustružení má největší podíl ve strojním obrábění, tak se soustruhy vyskytují ve strojírenských firmách ve velkém počtu a jejich obsluha je více či méně automatizována.

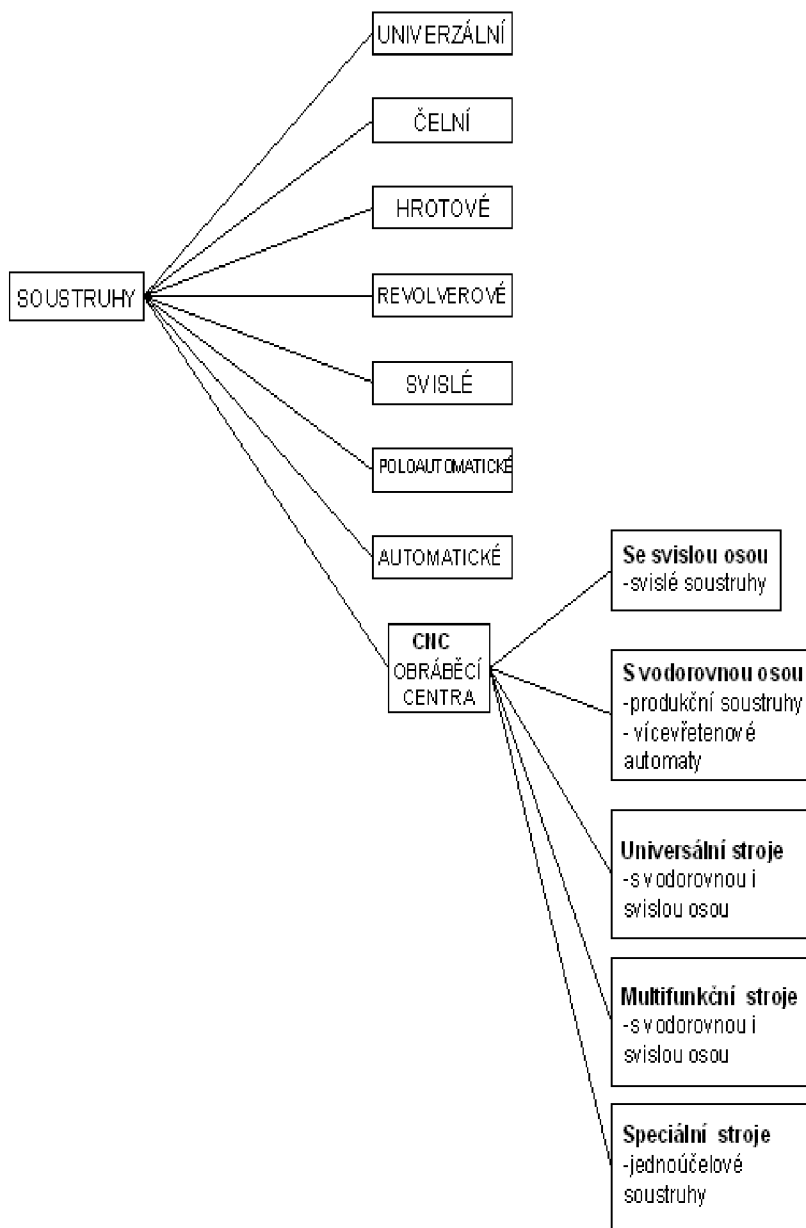
Z konstrukčního hlediska dělíme soustruhy na hrotové, čelní, universální, revolverové, svislé a speciální.

Z hlediska automatizace je jejich rozdělení na ruční, poloautomatické a automatické.

Zvláštní případ tvoří CNC obráběcí centra, která mohou mít svislou nebo vodorovnou osu rotace obrobku.

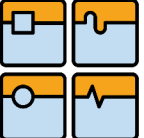


# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



**Obr. 1.8 rozdělení soustruhů**



	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 17
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 2. Svislé soustruhy

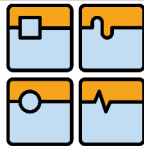
### 2.1. Definice

Svislé soustruhy, tzv. karusely mají jak už jejich název napovídá svislou (vertikální) osu rotace obrobku. Slouží zpravidla k obrábění rozměrných rotačních dílů, u kterých délka převládá nad průměrem.

### 2.2. Použití

Svislé soustruhy slouží hlavně k obrábění těžkých rozměrných rotačních obrobků, hlavně jejich válcových, čelních, kuželových vnějších i vnitřních ploch, v kusové, malosériové, někdy i v sériové výrobě. Mezi jeho funkce patří také soustružení vnitřních a vnějších závitů na válcových i kuželových plochách.

Použití svislých soustruhů může být rozšířeno pomocí brousícího zařízení, umožňující broušení čelních a válcových ploch a to jak vnitřních tak i vnějších, dále také o frézovací a vyvrtávací zařízení a v neposlední řadě také zařízení pro rozměrovou kontrolu jak obrobku (polotovaru) tak i nástroje. Jejich skladba je vytvořena většinou podle přesného přání zákazníka, pro kterého je vyráběn.



### 3. Rozdělení

Svislé soustruhy jsou vyráběny ve dvou variantách, tj. malé (do průměru stolu 1200 mm) neboli jednostojanové a velké (do průměru stolu 18 000 mm) neboli dvoustojanové.

#### 3.1. Jednostojanové svislé soustruhy

Jednostojanové svislé soustruhy se vyznačují velkými rozměry a jsou složeny z několika částí :

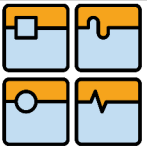
- 1) příčník
- 2) příčnickový support
- 3) stojan
- 4) lože
- 5) upínací deska

Stojan soustruhu je robustní konstrukce a vykazuje velkou pevnost jak na ohyb tak i na krut. Tyto svislé soustruhy mají, kvůli zvýšení produktivity práce, zpravidla nástroje (nejčastěji pět) uplé v revolverové hlavě.

V některých případech se vyrábí svislé soustruhy, které mají na jedné straně vetknutý nosník s průměrem upínací desky až do 6000 mm, tyto mají ale nižší pevnost. V tomto případě musí, ale být buď stojan nebo stůl odsuvný, aby zbylo pro obrobek dost místa.



Obr. 3.1. Jednostojanový svislý soustruh



### 3.2. Dvoustojanové svislé soustruhy


Dvoustojanové svislé soustruhy jsou navrhovány na rozdíl od jedno stojanových pro průměry obrobku pohybující se od 1600mm až do 18 000 mm.

Jak už název napovídá, mezi jejich hlavní části patří dva stojany, které jsou spojeny příčkou, jeho další části jsou obdobné jako u jedno stojanového: příčník, na kterém jsou umístěny jeden nebo dva ptáčnickové supporty, lože, upínací deska.

Dvoustojanové svislé soustruhy určené pro obrobky větších průměrů mají obvykle pojízdné stojany, aby bylo možné upnout na upínací desku obrobek s větším průměrem než má sama. Stojany soustruhů mohou být sestaveny z několika částí, podle toho jak vysoké obrobky budou na soustruhu obráběny.



Obr. 3.2. Dvoustojanový svislý soustruh [14]

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 20
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 4. Základní části svislých soustruhů

### 4.1. Rám svislého soustruhu

Rám, který se skládá z lože a stojanu plní jednu z nejdůležitějších funkcí svislého soustruhu a to, že zajišťuje tuhost stroje a snižuje jeho chvění. Jeho stavba závisí na druhu svislého soustruhu, tzn. Má jeden nebo dva stojany, na kterých je umístěn příčnick. V případě dvoustojanového soustruhu je částí rámu i příčka, která spojuje stojany a zvyšuje jejich tuhost.

Další částí rámu je lože, na kterém je umístěna upínací deska. K loži je přichycena převodová skříň.

#### 4.1.1 Materiál rámu

Materiál se volí s ohledem na navrhovanou funkci a zamýšlené použití soustruhu. Materiál se volí s ohledem na jeho fyzikální a mechanické vlastnosti, s dostatečnou rezervou na pevnost a bezpečnost.

V dnešní době může konstruktér volit z velké škály materiálů. Nejčastěji bývá jako materiál soustruhu volena ocel nebo litina, ale může to být také ocelolitina nebo různé neželezné materiály jako je hliník, beton, polymerbeton a další.

#### Litina

Tento materiál je nejčastěji používaným ke konstrukci svislých soustruhů. Odlitky z tohoto materiálu jsou těžší než odlitky a svařence z oceli. Tento materiál ale lépe tlumí rázy vzniklé při obrábění. Odlévání materiálu s sebou pochopitelně přináší i řadu nevýhod, kterými jsou především vznik vad, jak povrchových tak vnitřních. Naopak náklady na odlévání jsou menší než na svařování.

#### Ocel (svařovaná)

Ocelové (svařené) rámy jsou svařeny z ocelových profilů nebo plechů. Svařené konstrukce mají sníženou tuhost. Tento nedostatek lze odstranit vyplněním konstrukce jiným materiálem. Jejich výhoda tkví v menších výrobních nákladech.

#### Polymerbeton

Polymerbeton patří k moderním kompozitním materiálům, je složen ze dvou částí, vytvrditelné organické matrice a anorganického plniva. Jeho fyzikální a mechanické vlastnosti se přibližují vlastnostem kovů, ale vykazuje větší tuhost při stejné hmotnosti jako kovy. Aby mohl být vytvořen odlitek s dobrými parametry, je potřeba, aby byli ve struktuře plniva co nejhrubší zrna. Největší velikost zrn závisí na tvaru a rozměru odlitku.



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Mezi hlavní vlastnosti tohoto materiálu patří :

- vysoká statická i dynamická tuhost
- vysoká schopnost tlumení rázů ( přibližně 6-10x lepší než u šedé litiny)
- malá tepelná vodivost
- odolnost proti korozi
- stálost při použití standardních druhů mazacích a chladících médií  
aj.

### Beton

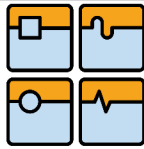
Beton patří mezi nejvíce používané kompozitní materiály. Skládá se z plniva a pojiva. Nejvíce používaný je cementový beton, který se skládá z cementu (pojivo) a písku, šterku a dalšího kameniva s vodou (plnivo). Používá se pro vyplnění svařených nebo litých loží s tenkými stěnami.

	JEDNOTKY	POLYMERBETON	BETON	ŠEDÁ LITINA	OCEL
<b>hustota</b>	kg/dm <sup>3</sup>	2,3	2,5	7,15	7,85
<b>E-modul</b>	kN/mm <sup>3</sup>	30 - 40	35 - 45	80 - 140	210
<b>pevnost v tahu</b>	N/mm <sup>2</sup>	10 - 15	0,8 - 5	150 - 400	400 - 1600
<b>pevnost v tlaku</b>	N/mm <sup>2</sup>	110 - 125	10 - 35	600 - 1000	250 - 1200
<b>pevnost v tahu při ohybu</b>	N/mm <sup>2</sup>	25 - 35	0,8 - 5	250 - 490	-
<b>tlumení - log. dekrement</b>	-	0,02 - 0,03	-	0,003	0,002
<b>tepelná vodivost</b>	W/mK	1,3 - 2	1,28 - 1,54	50	50
<b>specifická tepelná kapacita</b>	kJ/kgK	1	-	0,5	0,5
<b>koeficient teplotní roztažnosti</b>	K <sup>-1</sup>	14 - 16	-	11	12

**Tab. 4.1. porováním materiálových charakteristik [6]**

### Žula

U velmi přesných soustruhů se používají lože vyrobené z monolitických bloků žuly. Žula obsahuje velké množství křemene, draselných živců a kyselých plagioklasů. Hustota žul se pohybuje kolem 2,8 g/cm<sup>3</sup>. Tento materiál je využíván pro svou vysokou tvarovou stálost, vysokou tuhost, nízký součinitel tepelné roztažnosti a vodivosti, vysoká odolnost proti opotřebení atd.



#### 4.1.2. Tuhost rámu svislého soustruhu

- a) statická tuhost
- b) dynamická tuhost

ad a) Statická tuhost svislého soustruhu, jako celku, představuje výchylku břitu nástroje vlivem řezných sil. Aby mohla být celková statická tuhost určena, musí být známy statické tuhosti jednotlivých dílů, tzv. dílčí

ad b) Dynamická tuhost představuje schopnost svislého soustruhu odolávat kmitání. Kmitání je nežádoucí produkt provozu stroje, jeho vlivem se snižuje jakost obrobené součásti. Rozeznáváme kmitání vlastní, buzené, samobuzené. Abychom kmitání předcházeli je třeba obráběné díly vždy správně vyvážit, dodržovat malou hloubku záběru a co největší řeznou rychlost, používat vhodnou chladicí kapalinu a v neposlední řadě požit správný materiál pro základy uložení svislého soustruhu

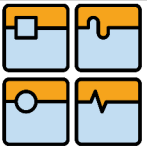
#### 4.2. Upínací deska

Upínací deska se významně podílí na tuhosti a přesnosti svislého soustruhu. Je jednou z nejsložitějších součástí soustruhu, co se týká uložení a konstrukce. Je tvořena tří, čtyř i šesti čelistovým hydraulickým sklíčidlem nebo bývá ruční, vybavena svěráky KASTR RSVS 125. Upínací desky mohou mít různou velikost, na čemž závisí jejich uložení. Mohou být uloženy kluzně, valivě, hydrostaticky – ve směru radiálním i axiálním a kombinovaně (kluzno-valivě).

Některé desky, zpravidla velkých rozměru mohou být dělené na dvě části (vnitřní kruhová a vnější mezikruhová). Tyto části mívají i samostatné motory, které lze navzájem propojit, potom se obě části otáčejí zároveň. Desky se vyrábí dělené až nad průměr obrobku 5000 mm.



Obr. 4.1. Upínací deska svislého soustruhu [7]



### 4.3. Příčnick

Na příčnicku je uložen support, které mohou být i dva. Příčnick je buď pevný nebo stavitelný asynchronním motorem přes šnekové soukolí, svislý šroub s trubkovým závitem a maticí. Příčnick se posouvá po svislých vodících plochách stojanu, jeho vedení je kluzné. Lze ho ovládat dálkově nebo programem přímo přes řídicí systém. Příčnick se ustavuje pomocí dorazů a polohovacího zařízení. V případě pevného uložení příčky bývá toto hydraulicky zpevněno.



**Obr. 4.2. Příčnick svislého soustruhu [7]**

### 4.4. Suporty svislého soustruhu

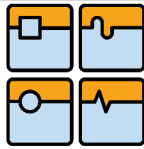
Suport slouží k vedení nástroje, tzn. Zajišťuje jeho posuv. Na svislých suportech se pohybují jeden nebo dva příčnickové suporty. Příčnickové suporty slouží k vedení čtyřbokého nebo obdélníkového smýkadla a pohybují se po vodících plochách příčnicku na kluzném vedení. Suport se posouvá po příčnicku pomocí kuličkového šroubu s předepnutou maticí. Šroub je přímo přes torzně tuhou spojku nebo přes převodovou skříň spojen s AC servo-pohonem zpravidla od firmy Siemens nebo Fanuc.

### 4.5. Smýkadlo

Smýkadlo je umístěno na příčnickovém suportu a mívá zpravidla čtvercový nebo obdélníkový průřez. Je to jedna z nejvíc namáhaných částí soustruhu. Je navrhováno na vysokou dynamickou tuhost a dobrou schopnost tlumení rázů. Smýkadlo slouží k umístění nožové hlavy, do které se upínají soustružnické nože nebo i jiné nástroje a je většinou vybavena systémem pro automatickou výměnu nástrojů.

### 4.6. Hlavní pohon svislého soustruhu

Hlavní pohon svislého soustruhu se používá k pohonu hlavní upínací desky. Obvykle bývá použit asynchronní AC motor, který je svisle uložen a nemá axiální vliv na ložiska. Pohon upínací desky umožňuje pohyb-otočení vpravo i vlevo, nastavení doby rozběhu a doběhu momentovým omezením. Motor bývá uložen na stojanu umožňujícím napínání klínových řemenů. Klínové řemeny slouží jako spojení mezi motorem a pastorkem, který pohání ozubený věnec upínací desky.



#### 4.7. Vedení svislých soustruhů

Vedení svislých soustruhů slouží k pohybu příčnicku a suportu. Vedení bývá hydrostatické, valivé nebo kombinované. Vedení musí mít vysokou statickou a dynamickou tuhost. Vedení musí být vyrobeno ze správně navrženého materiálu, který musí být vhodně tepelně zpracován. Povrch vedení musí být opracován na správnou drsnost a dostatečně mazán.

##### 4.7.1. Valivé vedení

Toto vedení je používáno u svislých soustruhů tam, kde je zapotřebí dosáhnout co největší možné přesnosti. Má řadu kladů, ale i záporů. Mezi důležité klady patří nízký součinitel tření, dále je to nízké opotřebení, vysoká životnost, možnost vymezení vůle a předepnutí a velká přesnost pohybu. K záporům se řadí vysoké výrobní nároky na přesnost, vysoká cena, menší schopnost útlumu kmitání a rozměrnější konstrukce. Jako výrobní materiál se používá kalená legovaná ocel.

##### 4.7.2. Hydrostatické vedení

Hydrostatické vedení patří do skupiny kluzných. Jeho podstatou podtlakový přívod oleje mezi vodící plochy. Tímto postupem se snižuje třecí součinitel, mezi vodícími plochami) na minimum. Mezi další výhody nepatrné opotřebení, velká životnost, dobré tlumící schopnosti a velká tuhost. Mezi jeho záporné vlastnosti patří nutnost udržování stejné tloušťky olejového filmu, s tím spojená potřeba speciálního čerpadla, dobrá filtrace oleje, složitá konstrukce, náročná výroba a drahý provoz.

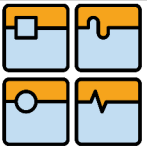
##### 4.7.3. Kombinované vedení

Kombinované vedení je spojení jednotlivých druhů vedení. Existují kombinace kluzně-valivá a valivě-hydrostatická. Při těchto kombinacích je snaha vzít si z každého členu co nejvíce kladných vlastností.

#### 4.8. Systém automatické výměny nástrojů

Svislý soustruh bývá v převážné většině vybaven systémem automatické výměny nástrojů. Svislé soustruhy mají nástroj upnutý nejčastěji v revolverové hlavě, ve které může být upnuto  $n$ -nástrojů podle počtu jejích hran. Automatická výměna se provádí ze zásobníku podvěšeného na příčnicku. Zásobník jsou kruhové, diskové a řetězové. Počet míst v zásobníku u strojů dvou-osých je 12, u tří-osých strojů 16 a u řetězového provedení zásobníku, který bývá umístěn vedle stroje je to 30 nebo až 60. Pohon pro otáčení zásobníku je odvozen od motoru, řízeného přímo-řídícím systémem. Mechanismus upnutí a uvolnění nástrojového držáku je zabudován ve smýkadle (BT 50). Zásobník se může otáčet oběma směry a výměnu nástrojů provádí řídicí systém. Pro přístup k zásobníku nástrojů slouží ručně otevíratelné dveře, které jsou vybaveny elektrickým zámkem s kontaktním spínačem. Otevření, respektive odemknutí dveří a ruční otáčení zásobníku je umožněno za podmínek, neprobíhá – li automatická výměna nástrojových držáků, respektive rotačních nástrojů. U dveří s vnější strany hrzení je umístěn pevný ovládací panel zásobníku, který umožňuje předvolbu ručního otáčení zásobníku.



**Obr. 4.3. Zásobník nástrojů [7]**

#### 4.9. Systém automatické výměny obrobků

Systém automatické výměny obrobků urychluje výměnu obráběných částí za chodu stroje. K tomuto účelu slouží paletizační systém – obrobek je upnut na paletě, která zajišťuje správnou polohu obrobku. Paleta musí mít dostatečnou přesnost a tuhost. Stůl svislého soustruhu musí být pro tuto funkci vybaven polohovací a upevňovacím systémem.

#### 4.10. Systém chlazení

Chlazení nástroje sestává z chladicího agregátu a rozvodu chladicí kapaliny přes smýkadlo až k převodníku na čele držáku. Chlazení soustružnických nástrojů a rotačních dílů do 2 MPa probíhá z vnějšku.

Chlazení nástrojů je standardně dodáváno s možností středového chlazení přes kužel velikosti 50. K zajištění čistoty chladicí kapaliny je stroj vybaven zařízením k možnosti filtrace přes papírový filtr.

#### 4.11. Systém pro odvod třísek

U svislých soustruhů, podobně jako u všech ostatních obráběcích strojů je nezbytné, aby byl z místa styku nástroje a obrobku odváděny oddělovaný materiál.

Je důležité, aby tento proces byl rychlý, aby nedocházelo k přímému styku nástroje a třísek, které mají vysokou teplotu. Nejjednodušší odvod třísek je s použitím prosté gravitace, v tomto případě musí být, ale u soustruhu k tomuto účelu umístěny speciální plochy, které by měly se zemí svírat úhel 50°. Dále je také možné třísky odplavovat nebo v případě obrábění za sucha je možnost použít systému odsávání.

U svislých soustruhů je tento problém řešen článkovým dopravníkem, který je situován kolem pracovní desky, což umožňuje okamžitý odvod třísek. Součástí dopravníku bývá čerpadlo, nádrž chladicí kapaliny a bedna na třísky.

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 26
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

#### 4.12. Ochranné krytí

Každý obráběcí stroj musí být vybaven krycími prvky pro ochranu.

Dělí se na dvě zásadní skupiny:

- 1) Prvky sloužící k ochraně obsluhy stroje např. od odletujících třísek popř. chladícího média a v neposlední řadě rotujících nebo jinak konajících pohyb částí stroje.
- 2) Prvky, které brání styku pohybujících se částí stroje bývají zakryty teleskopickými ocelovými kryty, Prvky jako smykadlo příčnickového suportu je zakryto včetně kuličkového šroubu pevným krytem.

Tyto kryty mohou být opatřeny čidly, které upozorní na jejich špatnou polohu nebo funkci.

#### 4.13. Osvětlení

Pracovní zóna a pracovní prostor je vybaven osvětlením splňujícím předpisy ES. Lze využít halogenové popř. zářivkové provedení, u kterého je zabráněno stroboskopickému jevu.

#### 4.14. Měření

Měření může být prováděno na polotovaru, obrobku i nástroji. Měření zvyšuje produktivitu obrábění zkracováním času potřebného na přípravu i výrobu. K odměřování se používají měřicí sondy.

## 5. Výrobci svislých soustruhů

### 5.1. TOS Hulín

#### Profil společnosti TOSHULÍN, a.s.

Výstavba závodu byla zahájena v roce 1949 a od roku 1951 zahájila výrobu obráběcích stojů, převážně svislých soustruhů. Postupem času se firma pracovala přes výrobu karuselů s NC řízením a různými kopírovacími zařízeními, karusely s automatickou výměnou nástrojů v roce 1974 až do dnešní podoby.

Dnes společnost TOSHULIN patří mezi přední světové výrobce svislých soustruhů.

Značná část jejích výrobků je produkována pro průmysl ve vyspělých státech. Firma se soustřeďuje na výrobu svislých soustruhů s průměry upínacích desek od 800 mm do 5000 mm a dále na generální opravy obráběcích strojů.

Společnost vyrábí svislé soustruhy rozdělených do několika výrobních řad.

#### 5.1.1. Výrobní řada REV

Svislé soustruhy řady REV jsou moderní stroje, které se používají při obrábění menších a středních dílů. Tento karusel má průměr upínací desky 1250, 1600 nebo 2000 mm. Pojezd příčnicku je 800 mm, jeho upnutí a uvolnění je automatické. Příčnickový suport má smykadlo s průřezem 200 x 240 mm a výsuvem 1060 mm. Soustruh je vybaven systémem automatické výměny nástrojů a CNC řízením firmy Siemens nebo Fanuc. Soustruhy mohou být vybaveny třetí řízenou osou C a náhonem rotačních nástrojů.

REV		1250	1600	2000
Max. průměr čelního a obvodového soustružení	mm	1400	2000	2300
Max. průměr obrobku	mm	1400	2000	2300
Max. výška obrobku	mm	1350	1450	1450
Max. hmotnost obrobku	kg	8000	12000	20000
Průměr upínací desky	mm	1250	1600	2000

**Tab. 5.1. TOS Hulín karusel-výrobní řada REV [8]**

**Obr. 5.1. TOS Hulín karusel-výrobní řada REV [7]**

### 5.1.2. Výrobní řada SKL

Svislé soustruhy SKL se vyrábí ve třech velikostech podle průměru upínací desky 800, 1000 a 1250 mm. Soustruhy SKL mají svařovanou konstrukci, která je dvoustojanová. Dvoustojanová koncepce umožňuje, například tomu, že stroje jsou koncipovány k obrábění dílců menšího průměru, zvětšení oběžného průměru pro obrábění. Jejich upínací desky mívají zpravidla rozměr 800 – 1250 mm.

Charakteristickým rysem je vysokootáčkové obrábění (až 1500 ot/min).

Soustruh má plně zakrytý pracovní prostor. Je vybaven CNC řízením od firmy Siemens nebo Fanuc. Stroj může být vybaven třetí osou.

SKL		8	10	12
Max. průměr čelního a obvodového soustružení	mm	1200	1500	1700
Max. průměr obrobku	mm	1200	1500	1700
Max. výška obrobku	mm	1000		
Max. hmotnost obrobku	kg	2000		
Průměr upínací desky	mm	800	1000	1250

**Tab. 5.2. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKL [8]**

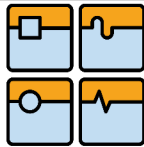
**Obr. 5.2.** TOS Hulín karusel-výrobní řada SKL[7]

### 5.1.3. Výrobní řada SKIQ

Svislé soustruhy řady SKIQ se vyrábí ve velikostech 12-25 a jsou dodávány jako samostatné soustruhy nebo celá obráběcí centra. Soustruh je vybaven systémem pro automatickou výměnu nástrojů, který je umístěn přímo na suportu stroje. Zásobník automatické výměny nástrojů může obsahovat soustružnické nožové držáky, vrtací nebo brousící vřetena. Soustruh je vybaven paletizačním systémem, který snižuje čas pro seřízení obrobků.

SKIQ		12	16	20	25
Max. průměr čelního a obvodového soustružení	mm	1400	2000	2300	2900
Max. průměr obrobku	mm	1400	2000	2300	2900
Max. výška obrobku	mm	1400(1900)	1500(2200)		1940
Max. hmotnost obrobku	kg	8000	12000	20000	25000
Průměr upínací desky	mm	1250	1600	2000	2500

**Tab. 5.3.** TOS Hulín karusel-výrobní řada SKIQ [8]

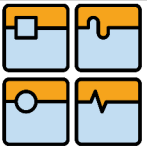
**Obr. 5.3. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKIQ [7]**

#### 5.1.4. Powerturn Y

Produktová řada powerturn Y je novým typem obráběcího centra ve výrobním programu TOSHULIN. Centra se vyrábějí ve dvoustojanovém provedení, se čtyřmi řízenými osami a průměr upínací desky se pohybuje od 1250 do 4000 mm. Upínací deska je umístěna na saních, pro jejichž pohyb je se používá válečkové valivé vedení. Jako pohon saní je používán servopohon. Pracovní prostor je zcela chráněn krytem a při obrábění se používá vysokotlaké chlazení. Soustruh je vybaven CNC řízením od firmy Siemens nebo Fanuc. Soustruh může být vybaven paletizačním systémem.

POWERTURN		1250	1600	2000	2500	3000	4000
Max. průměr čelního a obvodového soustružení	mm	1400	2000	2300	2900	4000	5000
Max. průměr obrobku	mm	1400	2000	2300	2900	4000	5000
Max. výška obrobku	mm	1275(1875)			2400(3000)		
Max. hmotnost obrobku	kg	8000	12000	20000	25000	40000	50000
Průměr upínací desky	mm	1250	1600	2000	2500	3000	4000

**Tab. 5.4. TOS Hulín karusel-výrobní řada POWERTURN [8]**



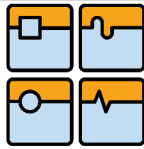
Obr. 5.4. TOS Hulín karusel-výrobní řada POWERTURN [7]

#### 5.1.5. Produktová řada SKG

Soustruhy SKG jsou konstruovány pro obrábění dílů velkých rozměrů. Lze na nich obrábět pomocí jednoho nebo i dvou smýkadel současně. Upínací desky jsou vyráběny v průměrech od 4000 do 5000 mm. Soustruh je vybaven systémem pro automatickou výměnu nástrojů. Soustruh je vybaven CNC řízením od firmy Siemens nebo Fanuc.

SKG		40	50
Max. průměr čelního a obvodového soustružení	mm	4500	5500
Max. průměr obrobku	mm	4500	5500
Max. výška obrobku	mm	3500	4200
Max. hmotnost obrobku	kg	60000	90000
Průměr upínací desky	mm	4000	5000

Tab. 5.5. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKG [8]



**Obr. 5.5. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKG [7]**

## 5.2. Fermat

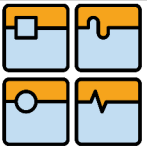
### Profil společnosti Fermat

Tato společnost působí na tuzemském i zahraničním trhu již řadu let. Během této doby stále zvyšuje svoji produkci a vyvíjí nové technologie. Od roku 1993 započala v dříve pouze obchodní společnosti i strojírenská výroba. Fermat se v současnosti řadí k předním dodavatelům kovoobráběcích a tvářecích strojů, modernizovaných vodorovných vyvrtávaček, modernizovaných lisů včetně lisovacích linek a brousících strojů. Společnost Fermat vyrábí svislé soustruhy s označením VLC.

### 5.2.1. Svislé soustruhy VLC

Tyto karusely se vyznačují vysokou tuhostí a výkonem a přesností. Jeho hlavní části, tj. lože a stojan jsou odlity z litiny. Síla rámu je navržena pro maximální tlumení rázů, stabilitu a velmi vysokou přesnost. Návrh hlavního pohonu se odvíjí od velikosti soustruhu. Hlavní pohon dodává firma Siemens. Svislé soustruhy firmy Fermat mají křížová ložiska. Odvod tepla z ložisek snižuje chladicí agregát. Soustruh je vybaven dvoustupňovou převodovkou ZN, která má vysoký výkon, účinnost a vlastní mazání. Další funkcí těchto soustruhů je automatické polohování příčnicku ve vertikálním směru, které se provádí pomocí hydraulických válců. Po dosažení požadované polohy příčnicku je tento pevně zafixován. Soustruh je stejně jako mnoho jiných karuselů od jiných firem vybaven systémem automatické výměny nástrojů. Elektro skříň lze vybavit klimatizací kvůli udržení konstantní teploty.





Obr. 5.6. Ferlat karusel-výrobní řada VLC [4]

### 5.3. ČKD Blansko

#### Profil společnosti ČKD Blansko

Společnost ČKD Blansko má bohatou historii. Její počátky sahají až do 17. Století, konkrétně do roku 1698, kdy majitel blanenského panství hrabě Gellhorn zřídil v údolí řeky Punkvy první železný Hamr. V průběhu dalších let prošla společnost řadou změn a to jak ve výrobě tak i ve vlastnických záležitostech.

V roce 1950 vznikl samostatný národní podnik ČKD Blansko, v této době se rozšiřují metalurgické i strojírenské provozy a zvyšuje se technická úroveň výrobků. Podnik se specializuje na výrobu vodních strojů, těžkých obráběcích strojů a strojírenské metalurgie.

Poslední změnou prošlo ČKD v roce 2007, kdy vzniká společnost ČKD Blansko Holding, a.s., která sdružuje obchodní divize Hydro, Karusely, Wind a výrobní divizi Strojírny.

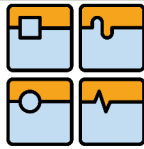
#### Svislé soustruhy

Svislé soustruhy, neboli karusely, patří společně s vodními turbínami již od roku 1951 k hlavním výrobkům ČKD Blansko. ČKD svislé soustruhy vyrábí

Jak na zakázku pro ostatní firmy, tak i pro svou vlastní potřebu. Sama tyto soustruhy využívá k výrobě velice složitých rotačních dílů vodních turbín.

ČKD Blansko za dobu působení ve výrobě obráběcích strojů dodalo více než 720 karuselů do 30 zemí celého světa.

ČKD Blansko vyrábí svislé soustruhy ve dvou výrobních řadách SKJ, SKD.



**Obr. 5.7. ČKD karusel-výrobní řada SKJ [9]**

## 5.4. Gildemeister

### Profil společnosti Gildemeister

Společnost Gildemeister patří k předním světovým výrobcům obráběcích strojů. Tato společnost se kromě „klasických“ obráběcích strojů zabývá také výrobou strojů, kde se k obrábění používá ultrazvuk nebo laser. Díky ultrazvuku nebo laseru mohou stroje vyrobené společností Gildemeister obrábět i velmi tvrdé a křehké materiály jako jsou keramika a slinutý křemík.

### 5.4.1. Svislý soustruh CTV 160

Tento stroj se vyznačuje vysokou přesností a produktivitou. Je vybaven velkou 19“ obrazovkou a programem od firmy Siemens, který umožňuje simulaci ještě před započítím obráběcího procesu. Samozřejmostí je systém automatické výměny nástroje a obrobku, systém kontroly rozměrů a dopravník třísek.



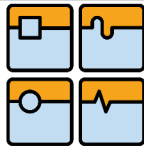
## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Obr. 5.8. Gildemeister karusel-výrobní řada CTV [10]

Parametry	SKL 10 (TOS HULIN)	VLC 1200 ATC (Fermat)	SKJ 80-160 D (ČKD Blansko)	CTV 160 (Gildemeister)
Maximální průměr obrobku [mm]	1500	1600	16000	200
Maximální výška obrobku [mm]	1000	1200	6300	210
Maximální hmotnost obrobku [kg]	2000	5000	450000	-
Průměr upínací desky [mm]	1000	1250	8000	160

Tab. 5.6. Srovnání parametrů vybraných karuselů jednotlivých společností



## 6. Vývojové trendy svislých soustruhů

Výrobci svislých soustruhů se snaží neustále zdokonalovat a dále vyvíjet své výrobky. V oblasti výroby svislých soustruhů se nyní stále více oběhuje snaha, aby soustruhy byli ekologicky šetrné. Tento požadavek je možné splnit pouze u strojů menších rozměrů u strojů

S výkonem hlavního pohonu ve stovkách kilowatt se na toto nahlíží s velkou rezervou.

Další diskutovanou otázkou je je design strojů. Tuto otázku řeší pouze 20 procent výrobců, protože pochopitelně čím „lepší design“ (křivost ochranných krytů), tím, z důvodu materiálové a energetické náročnosti výroby, vyšší cena stroje.

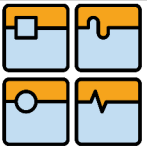
Výrobci svislých soustruhů neustále přibývá. Což bylo vydět i na loňské výstavě EMO Milano 2009. Zde prezentovala řada firem své produkty.

**FPT** představila novou řadu svislých soustruhů Rotomil power, která má průměr upínací desky 8000 mm a všechny translační části pohybuující se na hydrostatickém uložení. Pohyb v ose x zajišťují dva servopohony.



**Obr. 6.1. FPT karusel-výrobní řada Rotomil power [11]**

Firma **MCM** zde prezentovala obráběcí stroj i-Tank 1900. Tento stroj může nástroj natočit nejen ve svislé, ale i vodorovné ose.



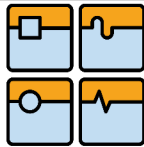
Obr. 6.2. MCM karusel-výrobní řada i-Tank 1900 [11]

Česká společnost **TOS Hulín**, představila nové obráběcí centrum Powerturn, jehož nosné dílce jsou odlity z cementového vysokopevnostního betonu, který má vynikající tlumící vlastnosti.



Obr. 6.3. TOS Hulín karusel-výrobní řada Powerturn [11]

Firma **Okuma** představila nový stroj VTR-160A. Tento stroj má dva stojany s diagonálním žebrováním a přestavitelný příčník. Na tomto stroji lze obrábět obrobky až do výšky 1250 mm.



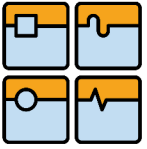
Obr. 6.4. Okuma karusel VTR-160A [11]

Firma **Mazak** vystavovala soustruh z produktové řady MegaTurn Nexus Series. Pomocí toho dvouosého karuselu mohou být soustruženi obrobky do průměru až 1000 mm.



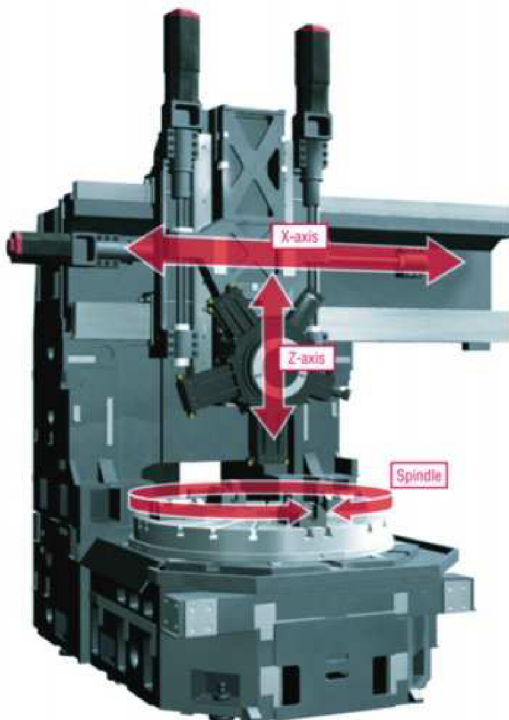
Obr. 6.5. Mazak karusel-výrobní řada MegaTurn [11]

Firma **Danobat** představila soustružnické centrum VTC 2500. Číslovka v označení představuje maximální soustružený průměr. Soustruh může pracovat ve třech, případně na přání zákazníka ve čtyřech nebo až pěti osách. Z designu tohoto stroje je zřejmé, že zákazníci na strojích upřednostňují funkčnost, účelnost a cenu.

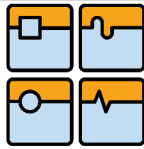


Obr. 6.6. Donobat karusel-VTC 2500 [11]

Firma Mori Seiki minulý rok představila novinku NVL1350T. Tento soustruh je vybaven dvěma dopravníky třísek.



Obr. 6.7. Mori seiki karusel-NVL 1350T [11]



## 7. Návrh zubového hospodářství svislých soustruhů

Důležitou součástí olejového hospodářství karuselů jsou zubová čerpadla s čelními koly a vnějším přímým ozubením pro dopravu oleje obvykle pro mazání a chlazení ložisek. Přesto, že zubová čerpadla jsou jedním z nejjednodušších typů čerpadel, je přesné řešení kinematických a hydraulických dějů, které při čerpání nastávají dosti složité a některé závislosti je možno spolehlivě určit jen měřeními a zkouškami. Vyrábí se v různých provedení, nejčastěji však mívají pouze jeden pár čelních ozubených kol s vnějším přímým nekorigovaným ozubením.

### 7.1. Návrhový postup výpočtu čerpadla používaný v SIGMĚ GROUP a.s.

#### 7.1.1. Teoretický průtok $Q$

$$Q = w \cdot b \cdot m^2 / 1000 \cdot (z + 0,27) \quad (\text{cm}^3/\text{s})$$

$w = \pi \cdot n / 30$  ..... úhlová rychlost

$n$  ..... otáčky čerpadla ( $\text{min}^{-1}$ )

$m$  ..... modul ozubení v (mm)

$b$  ..... šířka ozubeného kola v (mm)

$z$  ..... počet zubů jednoho kola

#### 7.1.2. Skutečný (požadovaný) průtok $Q_{\text{ef}}$

Skutečný průtok je pak násobek teoretického průtoku a objemové účinnosti.

$$Q_{\text{ef}} = Q \cdot \eta_v$$

$\eta_v$  ... objemová účinnost volená pro požadované hodnoty  $Q$  a  $n$

**Při návrhu typu čerpadla se obvykle postupuje v souladu s požadovanými výkonovými parametry tj. skutečný průtok a tlak na výtlačném hrdle čerpadla.**

#### 7.1.3. Příkon zubového čerpadla

$$P = Q \cdot p / \eta$$

$p$  ... dopravní tlak (MPa)

$\eta$  ... celková účinnost

#### 7.1.4. Rozměry ozubených kol

Ozubení normální, nekorigované.



	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### Roztečný průměr

$$D = m \cdot z$$

### Hlavový průměr

$$D_a = m \cdot (z + 2)$$

### Patní průměr

$$D_t = m \cdot (z - 2,5)$$

Šířka ozubeného kola **b** vypočítána ze vztahu pro výpočet  $Q$ .

#### 7.1.5. Návrh ložisek

### Síla na jedno ložisko

$$F = 0,7 \cdot D_a \cdot b \cdot p / 2 \quad (\text{N})$$

Nyní ze zvoleného  $p_1$  se stanoví rozměry ložiska, tj. průměr kluzného ložiska  $d$  a délku ložiska  $l$ .

$p_1$  ..... specifický tlak v ložisku, volený dle materiálu ložiska, druhu kapaliny ( kterou je ložisko mazáno), tedy kterou čerpadlo dopravuje, dle konstrukčního provedení ložiska. Pro čerpadlo se v SIGMĚ volí  $p_1$  v rozsahu 1 až 3 N/mm<sup>2</sup>.

$P_1 = F/d.l \Rightarrow$  stanoví se délka a průměr ložiska.

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 42
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 8. Závěr

Shrnutím faktů mohu konstatovat, že soustružení je nejčastěji používaný způsob obrábění součástí kruhového průřezu. Tohoto obrábění lze použít u obrobků v širokém rozsahu průměrů a to od milimetrů až po několik metrů, čehož využívá mnoho výrobních firem ve strojírenství a nejen tam.

Karusely se používají především k obrábění velkých obrobků v těžkém průmyslu. Produkty, vznikající obráběním na svislých soustruzích, jsou většinou rotační součásti o průměru až několika metrů, což mohou být například příruby velkých vertikálních čerpadel. Jen velmi málo jsou tyto soustruhy dodávány bez CNC řízení.


Karusely jsou konstruovány a vyráběny podle požadavků konkrétního zákazníka. Na jejich výrobu se používá kvalitních materiálů. Jedná se o velice drahé stroje, jejichž cena se pohybuje nezdědka v řadu desítek milionů korun. Tato cena je omezující pro velkou řadu zákazníků, proto se výrobou těchto nákladných strojů zabývá je několik málo výrobců.

## 9. Seznam obrázků

Obr. 1.1. Kresba soustruhu [1] .....	10
Obr. 1.2. Maundslayův soustruh [1] .....	10
Obr.1.3. Děrná páska [2].....	11
Obr.1.4. Řídicí struktura CNC systému [3] .....	12
Obr. 1.5. Karusel firmy Fermat [4] .....	12
Obr. 1.6. Ukázka části programu pro cnc stroj .....	13
Obr. 1.7. Základní druhy celistvých radiálních nožů [5] .....	15
Obr. 1.8. Rozdělení soustruhů .....	16
Obr.3.1. Jednostojanový svislý soustruh .....	18
Obr. 3.2. Dvoustojanový svislý soustruh [7] .....	19
Obr. 4.1. Upínací deska svislého soustruhu [7] .....	22
Obr. 4.2. Příčnick svislého soustruhu [7] .....	23
Obr. 4.3. Zásobník nástrojů [7] .....	25
Obr. 5.1. TOS Hulín karusel-výrobní řada REV [7].....	28
Obr. 5.2. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKL [7] .....	29
Obr. 5.3. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKIQ [7] .....	30
Obr. 5.4. TOS Hulín karusel-výrobní řada POWERTURN [7].....	31
Obr. 5.5. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKG [7] .....	32
Obr. 5.6. Fermat karusel-výrobní řada VLC [4].....	33
Obr. 5.7. ČKD karusel-výrobní řada SKJ [9] .....	34
Obr. 5.8. Gildemeister karusel-výrobní řada CTV [10] .....	35
Obr. 6.1. FPT karusel-výrobní řada Rotomil power [11] .....	36
Obr. 6.2. MCM karusel-výrobní řada i-Tank 1900 [11] .....	37
Obr. 6.3. TOS Hulín karusel-výrobní řada Powerturn [11].....	37
Obr. 6.4. Okuma karusel VTR-160A [11] .....	38
Obr. 6.5. Mazak karusel-výrobní řada MegaTurn [11] .....	38
Obr. 6.6. Donobat karusel-VTC 2500 [11] .....	39
Obr. 6.7. Mori seiki karusel-NVL 1350T [11].....	39

## 10. Seznam tabulek

Tab. 4.1. Porování materiálových charakteristik [6].....	21
Tab. 5.1. TOS Hulín karusel-výrobní řada REV [8].....	27
Tab. 5.2. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKL [8].....	28
Tab. 5.3. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKIQ [8].....	29
Tab. 5.4. TOS Hulín karusel-výrobní řada POWERTURN [8].....	30
Tab. 5.5. TOS Hulín karusel-výrobní řada SKG [8].....	31
Tab. 5.6. Srovnání parametrů vybraných karuselů jednotlivých společností.....	35

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 45
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

## 11. Použité zdroje

- [ 1 ] On ye art and myserie of turning [online]. Dostupné z:  
<http://homepages.tig.com.au/~dispater/turning.htm>
- [2] EMAG – technologický magazin. Dostupné z:  
<http://www.emag.cz/pametova-media-derne-pasky/>
- [3] Quatech – CNC machina. Dostupné z:  
[http://www.quatech.com/applications/cnc\\_appex.php](http://www.quatech.com/applications/cnc_appex.php)
- [4] Fermatmachinery – vertikální soustruhy [online]. Dostupné z:  
<http://www.fermatmachinery.com/cs/715-vertikalni-soustruhy>
- [5] Karel KOČMAN, Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění* : Akademické nakladatelství CERM Brno 1996
- [7] TOSHULIN a.s. – katalog svislé soustruhy, obráběcí centra [online]. Dostupné z:  
<http://www.toshulin.cz/download.asp?pm=go&l=cz>
- [6] Popis materiálů.[online].Dostupné z:  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Polymerbeton>
- [8] TOSHULIN a.s. - svislé soustruhy, obráběcí centra [online]. Dostupné z :  
<http://www.toshulin.cz/>
- [9] ČKD Blansko Holding a.s. - svislé soustruhy, obráběcí centra [online]. Dostupné z :  
[http://www.ckdblansko.cz/karusely\\_mt/-/](http://www.ckdblansko.cz/karusely_mt/-/)
- [10] GILDEMEISTER | The technology group | CTV 160 | Vertical lathes [online]. Dostupné z:  
<http://www.gildemeister.com/en/turning.ctv?opendocument>
- [11] Vývojové trendy v oblasti karuselů. Dostupné z:  
<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyvojove-trendy-emo-2009-v-oblasti-karuselu>
- [12] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích, speciál MM Průmyslové spektrum*. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2006
- [13] NOVÁK, Z. Zvyšování výkonu při soustružení ocelí. MM Průmyslové spektrum [online]. 2007, Dostupné z:  
<http://www.mmspektrum.com/clanek/zvysovani-vykonu-pri-soustruzeni-oceli>
- [14] MOSTÁRNA Lískovec, spol. s r.o.Dostupné z:  
<http://www.mostarna.com>

	Ústav automobilního a dopravního inženýrství	Str. 46
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

[15] BORSKÝ, Václav. Jednoúčelové obráběcí stroje

[16] BORSKÝ, Václav. Základy stavby obráběcích strojů ,VUT Brno, 1991

[17] BRENÍK P., PÍČ J. a kol. Obráběcí stroje – konstrukce a výpočty

[18] KRATOCHVÍL, Jaroslav. Obráběcí stroje, 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT 1993

[19] RATHOUSKÝ, J. Výpočet zubového čerpadla SIGMA Lutín, 1959