



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## STROJE POUŽÍVANÉ PRO SOUSTRUŽENÍ

TURNING MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Jana GRULICHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jana Grulichová

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:

### **Stroje používané pro soustružení**

v anglickém jazyce:

### **Turning machines**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše zohledňující historický vývoj soustružnických strojů a souvisejících zákonitostí. Uvedení databáze strojů (kritéria, rozdělení, výrobci, současné světové trendy). Vzorové ukázky konkrétních typů strojů s posouzením situace.

Cíle bakalářské práce:

Schopnost sestavení rozsáhlé rešerše konkrétního zaměření. Propojení zákonitostí soustružení s výrobky světového trhu. Dokladování parametrů. Posouzení směrů vývoje.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, Petra, Michael Lars George HILL and Miroslav PÍŠKA. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fme.vutbr.cz>>.
2. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. Miroslav Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
6. KOČMAN, Karel. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.
7. FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.
8. FREMUNT, Přemysl, Jiří KREJČÍK a Tomáš PODRÁBSKÝ. Nástrojové oceli. 1. vyd. Brno: Dům techniky Brno, 1994. 234 s.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 25.10.2011

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato práce se věnuje soustruhům, tedy strojům používaným pro technologii soustružení. Cílem je propojit obecné zákonitosti soustružení s konkrétními výrobky dostupnými na trhu a s konkrétními ukázkami využití strojů v praxi. První část popisuje historický vývoj. Následuje deskripce této technologie včetně souvisejících zákonitostí a výpočtových vzorců. Třetí část tvoří přehled soustruhů včetně uvedení konkrétních strojů, jejich vhodnosti pro výrobu různých obrobků a jejich parametry. V další kapitole jsou uvedeny vzorové ukázky různého využití soustruhů přímo ve výrobní firmě, výhody či nevýhody jejich nasazení. Poslední část práce se věnuje současným trendům a směrům vývoje ve zdokonalování těchto strojů a zefektivňování na nich prováděné výroby.

### Klíčová slova

soustruhy, historie soustružení, popis, výrobci, vývoj

## ABSTRACT

This work deals with lathes, machines used for the turning technology. The aim is to link the general conditions of the turning with the specific products available on the market and specific examples of the use of machines in practice. The first part describes the historical development. The following is description of this technology, including related regularities and the calculation formulas. The third part consists of an overview of lathes including the specific machines, their suitability for the production of different workpieces and their parameters. In the next chapter are examples of the model using of the different lathes direct in the production company, the advantages and disadvantages of their use. The last part is devoted to temporary trends and directions in the development and improvement of these machines and streamlining of the production made with using of them..

### Keywords

turning machines, turning history, description, producers, development

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRULICHOVÁ, Jana. *Stroje používané pro soustružení*. Brno 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 38 s., 5 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Stroje používané pro soustružení** vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

15. 5. 2012

-----  
Datum

-----  
Jana Grulichová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Ráda bych poděkovala majiteli firmy ASV Solnice výrobní družstvo Romanu Kovářovi za umožnění exkurze a pořízení fotodokumentace strojů v prostorách firmy. Poděkování patří také dalším zaměstnancům této firmy, především vedoucímu technického oddělení Václavu Plockovi za poskytnutí konzultace ke zde používaným strojům a vedoucímu výroby Robertu Hynkovi za poskytnutí dokumentace popisující pracovní postup k výrobě obrobků na jednotlivých soustruzích.

Závěrem děkuji své rodině za podporu při mém studiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 HISTORICKÝ VÝVOJ TECHNOLOGIE SOUSTRUŽENÍ.....	10
2 SOUSTRUŽENÍ.....	12
2.1 Kinematika soustružení.....	12
2.2 Síly a řezný výkon při soustružení.....	13
2.3 Jednotkový strojní čas.....	14
2.3.1 Podélné soustružení .....	14
2.3.2 Soustružení čelních ploch .....	14
2.4 Dosahovaná přesnost a jakost obrobenej plochy .....	15
3 TYPY SOUSTRUHŮ .....	16
3.1 Hrotové soustruhy.....	16
3.1.1 Univerzální hrotové soustruhy.....	16
3.1.2 Jednoduché hrotové soustruhy (produkční).....	19
3.2 Revolverové soustruhy .....	19
3.3 Svislé soustruhy .....	20
3.3.1 Jednostojanové svislé soustruhy .....	21
3.3.2 Dvoustojanové svislé soustruhy.....	21
3.4 Čelní soustruhy .....	22
3.5 Ručně ovládané soustruhy .....	22
3.6 Poloautomatické soustruhy .....	22
3.6.1 Poloautomatické soustruhy hrotové.....	23
3.6.2 Poloautomatické soustruhy sklíčidlové .....	23
3.6.3 Svislé poloautomatické soustruhy .....	23
3.7 Automatické soustruhy .....	23
4 ROZBOR SITUACE Z FIRMY .....	25
4.1 Dlouhotočný soustružnický automat řízený vačkami A D6A (TOS).....	25
4.1.1 Charakteristika procesu – použití stroje.....	25
4.1.2 Doporučené užití.....	26
4.1.3 Užití ve firmě ASV .....	26
4.2 CNC dlouhotočný automat Poly Gim.....	27

4.2.1	Charakteristika procesu – použití stroje.....	27
4.2.2	Doporučené užití.....	28
4.2.3	Užití ve firmě ASV .....	28
4.3	Jednouúčelový stroj .....	28
4.3.1	Charakteristika procesu – použití stroje.....	28
4.3.2	Doporučené užití.....	29
4.3.3	Užití ve firmě ASV .....	29
5	SMĚRY VÝVOJE .....	30
6	DISKUZE .....	31
	ZÁVĚR .....	32
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	33
	Seznam použitých symbolů a zkratk.....	36
	SEZNAM PŘÍLOH.....	38

## ÚVOD

Soustružení v dnešní době představuje jeden z nejpoužívanějších způsobů třískového obrábění. Jeho historie sahá až do doby kamenné a blíže se jí věnuje první kapitola.

Následuje popis této technologie a základní výpočtové vztahy pro rychlosti, síly a jednotkové strojní časy.

V současnosti téměř každá firma využívá tuto technologii, byť jen okrajově jako podpůrného prostředku k jiné vlastní výrobě. Je to dáno velkou rozmanitostí možných tvarů obrobených ploch i různým konstrukčním řešením samotných soustruhů dle požadavku na konečný obrobek. Přehled typů soustruhů tvoří třetí kapitola, včetně uvedení jejich vhodného použití a parametrů. Na toto navazuje další část, věnující se vzorovým ukázkám využití soustruhů přímo ve firmě, výhodám a nevýhodám jejich nasazení.

V konkrétních situacích ve firmě je proto zapotřebí posouzení zkušeného technologa, který z mnoha druhů soustruhu bude pro daný úkon nejvhodnější. Především menší firmy dodnes využívají starších konvenčních soustruhů hlavně z důvodu nízkých pořizovacích a provozních nákladů. Stále častěji je ale nahrazují moderní výkonné stroje s CNC řízením. Jejich předností je flexibilita využití, vysoká přesnost a automatizace procesu.

Zvláštnost představuje jednoúčelový stroj (obr. 1). Ten v sobě může spojovat několik požadavků kladených na proces obrábění, které by klasicky vyráběné a dodávané soustruhy nebyly schopny plnit. Nutným předpokladem ke konstrukci takového stroje je velice dobré lidské technické zázemí – v dané oblasti zkušenosti a dostatečně kvalifikovaní zaměstnanci.

Potřeba rychlé, automatické, flexibilní a přesné výroby v dnešní době posouvá kupředu především vývoj a zdokonalení CNC soustruhů.

Poslední část práce se věnuje současným trendům a směrům vývoje v oblasti strojů pro soustružení.



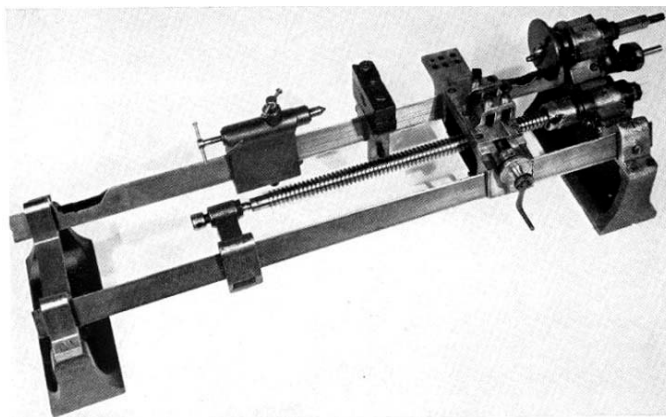
Obr. 1 Jednoúčelový stroj.

## 1 HISTORICKÝ VÝVOJ TECHNOLOGIE SOUSTRUŽENÍ

Podstatná část historického vývoje soustružení se odehrála během průmyslové revoluce. Samotná prehistorie sahá ale do dob mnohem dřívějších. V Egyptě byly nalezeny soustružené předměty již z doby kamenné, další pak z doby bronzové. Podobně i staří Řekové a Římané znali soustruh. Princip konstrukce soustruhů využívaný až do středověku je popsán na náhrobku starořímského kameníka. Jedná se o tzv. smyčcový soustruh. Soustružený předmět byl uložen mezi dvěma pevnými hroty a otáčen třetivou velkého luku, kterou byl obtočen [1].

Další zaznamenaný vývoj vycházel také ze smyčcového soustruhu. Poháněn byl od poloviny 13. století šlapadlem, což umožnilo soustružníkovi pracovat oběma rukama. Zdokonalování během 14. a 15. století spočívalo v pohonu soustruhu vodní silou, lankem a závažím, či lanovým převodem z kola otáčeného klikou. Významný malíř, sochař, přírodovědec, architekt, vynálezce a konstruktér Leonardo da Vinci přinesl myšlenku šlapacího soustruhu se setrvačnickem. V druhé polovině 16. století se objevily nákresy soustruhu na řezání závitů a soustružení podle šablony [2].

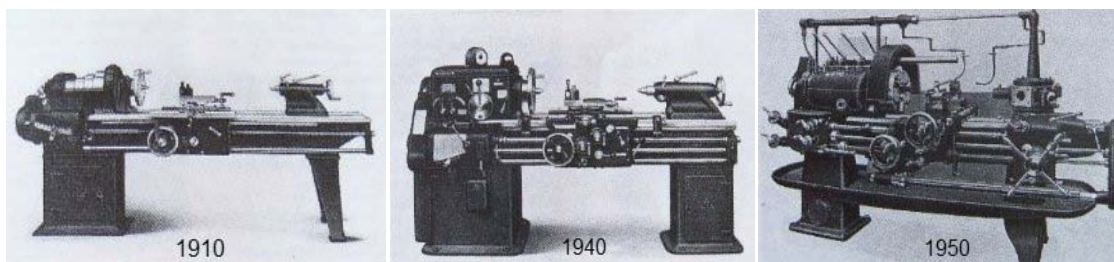
Soustruhy bylo dále nutné přizpůsobit k čím dál častějšímu obrábění kovů, které postupně nahrazovaly obrábění dřeva. Podstatné bylo období průmyslové revoluce v 18. a 19. st. [3]. Objevila se první novodobá konstrukce kovoobráběcího železného soustruhu, který měl pevně vedený suport, jenž umožnil pohyb nože podél i kolmo k soustruženému předmětu. Vynálezce tohoto řešení, anglický mechanik Henry Maudslay, jej v roce 1800 zdokonalil k řezání přesných závitů (obr. 1.1) [2]. Během 19. století byl zaveden revolverový systém, aby umožnil rychlou výměnu nástrojů [3].



Obr. 1.1 Soustruh k řezání přesných závitů [4].

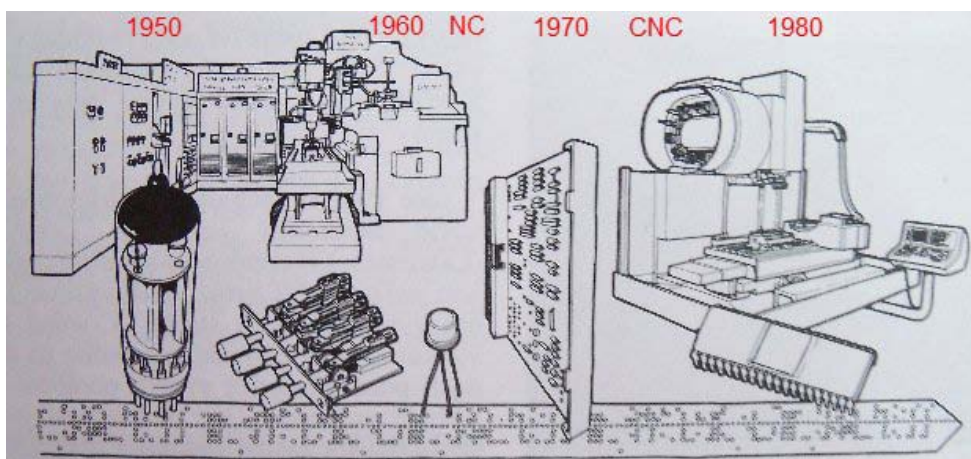
Během 20. století došlo k podstatnému zrychlení této technologie. To bylo umožněno především využitím nových materiálů na soustružnických nožích. Lze porovnat dobu potřebnou k provedení operace u jednotlivých materiálů: kalená nástrojová uhlíková ocel (100 minut), rychlořezná ocel (26 minut), břity ze slévárenské slitiny (15 minut), břity ze slinutých karbidů (6 minut), břity z povlakovaných druhů slinutých karbidů (méně než 1 minuta) [3].

Měnicí se podobu soustruhů během 20. století zachycuje obr 1.2.



Obr. 1.2 Hlavní vývojová stádia soustruhů z první poloviny 20. století [3].

Od 50. do 70. let se v průmyslu uplatňovaly především kopírovací soustruhy vybavené šablonami a současně také víceřetenové automaty. V 50. letech se projevuje i snaha o automatizaci výroby (obr. 1.3) především z důvodu zhuštění produkce. Tak bylo zavedeno číslicové řízení (NC - Numerical control) nejdříve pomocí děrné pásky, později magnetické pásky. Roku 1955 byly vystaveny první NC – soustruhy na výstavě IMTS v Chicagu [3]. V 70. letech bylo na trh uvedeno první soustružnické centrum s rotačními nástroji pro frézování a vrtání od firmy Herbert. V této době byly NC systémy doplněny o paměť a umožnily editaci programů. Jednalo se tedy o velmi blízkého předchůdce k CNC systémům. Další důležitý posun ve vývoji představovaly 80. léta, kdy začaly být stroje vybavovány zásobníky pro nástroje a obrobky. Tehdejší řídicí systémy pracovaly na bázi CNC/PLC s multiprocesorovými mikropočítačovými strukturami. Během 90. let 20. století došlo k výraznému zvýšení přesnosti výroby a vzrostla variabilita obráběných dílů [5].



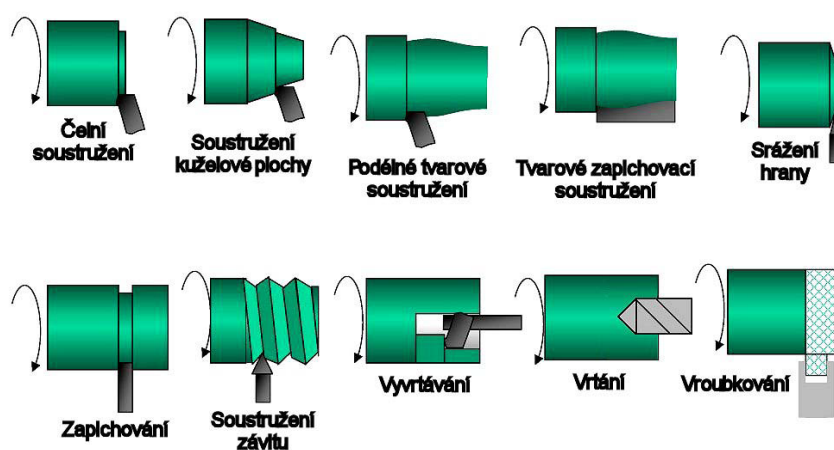
Obr. 1.3 Vývoj číslicového řízení (NC) [3].

## 2 SOUSTRUŽENÍ

Soustružení představuje nejčastěji používanou metodu obrábění ve strojírenství. Používá se ke zhotovení součástí rotačních tvarů, většinou za použití jednobřítých nástrojů s definovanou geometrií břitu, které odřezávají přebytečný materiál ve formě třísky.

U této metody jsou dva pohyby: hlavní a posuvový. Hlavní pohyb koná obrobek. Jedná se o pohyb rotační. Posuvový pohyb koná nástroj a jedná se o pohyb přímočarý.

Soustružení umožňuje obrobení ploch válcových (vnějších i vnitřních), kuželových, tvarových i rovinných čelních. Při soustružení válcové plochy je řezný pohyb realizován po šroubovici a u čelní plochy po Archimédově spirále. Na soustruzích lze provádět i další operace (obr. 2.1): vrtat, vyvrtávat, vystružovat, řezat závity, vroubkovat, válečkovat, hladit, leštit a vyrábět hřbetní plochy tvarových fréz podsoustružováním [6].



Obr. 2.1 Základní práce na soustruhu [6].

Při podélném soustružení probíhá pohyb nástroje ve směru posuvu rovnoběžně s osou obrobku. Nástroj se může pohybovat kolmo k ose obrobku. V tomto případě se jedná o čelní soustružení. Možné jsou i kombinace obou pohybů, kdy se nástroj pohybuje oběma uvedenými směry. Tento proces je nazýván jako kopírovací soustružení (založené na používání šablon), kterým lze docílit kuželových nebo zakřivených ploch. Kopírovací soustružení bylo postupně vytlačováno CNC řízenými stroji [3].

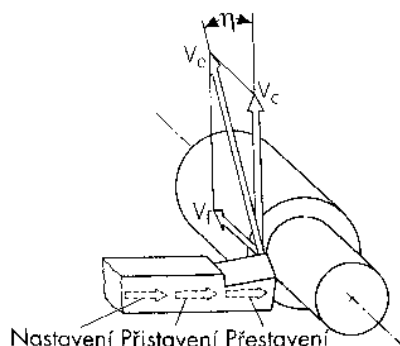
### 2.1 Kinematika soustružení

Souvislosti mezi rychlostmi během soustružení jsou uvedeny v tab. 2.1 a obr. 2.2.

Tab. 2.1 Parametry řezu [6].

Název veličiny	Výpočetní vztah	Jednotky	Číslo vztahu
Řezná rychlost	$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	[m.min <sup>-1</sup> ]	(2.1)
Posuvová rychlost	$v_f = f \cdot n$	[mm.min <sup>-1</sup> ]	(2.2)
Rychlost řezného pohybu	$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} = 10^{-3} \cdot n \cdot \sqrt{(\pi \cdot D)^2 + f^2}$	[m.min <sup>-1</sup> ]	(2.3)
Legenda:			
D [mm] – průměr obráběné plochy		f [mm] – posuv na otáčku obrobku	
n [min <sup>-1</sup> ] – otáčky obrobku			

Řezná rychlost  $v_c$  je závislá na počtu otáček a na vzdálenosti bodu řezu a osy soustružení  $d/2$ . Především při soustružení čelních ploch je důležité, že se řezná rychlost s klesajícím průměrem směrem ke středu obrobku snižuje. Pokud by měla zůstat konstantní, je zapotřebí regulovat počet otáček  $n$  [7].



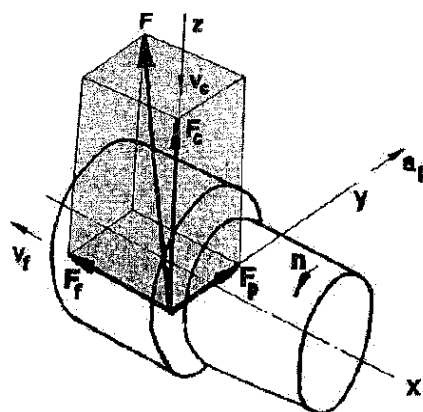
Obr. 2.2 Rychlost hlavního a vedlejších pohybů [7].

## 2.2 Síly a řezný výkon při soustružení

Vztahy pro výpočet velikosti sil působících při soustružení jsou uvedeny v tab. 2.2 a jejich směry na obr. 2.3.

Tab. 2.2 Síly při soustružení [6, 8].

Název veličiny	Výpočetní vztah	Jednotky	Číslo vztahu
<b>Řezná síla</b>	$F_c = C_{Fc} \cdot a_p^{x_{Fc}} \cdot f^{y_{Fc}}$	[N]	(2.4)
<b>Posuvová síla</b>	$F_f = C_{Ff} \cdot a_p^{x_{Ff}} \cdot f^{y_{Ff}}$	[N]	(2.5)
<b>Pasivní síla</b>	$F_p = C_{Fp} \cdot a_p^{x_{Fp}} \cdot f^{y_{Fp}}$	[N]	(2.6)
<b>Celková řezná síla</b>	$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2}$	[N]	(2.7)
<b>Legenda:</b>			
$C_{Fc}, C_{Ff}, C_{Fp}$ [-]	materiálové konstanty		$a_p$ [mm] – šířka záběru ostří
$x_{Fc}, x_{Ff}, x_{Fp}$ [-]	exponenty vlivu $a_p$		$f$ [mm] – posuv na otáčku
$y_{Fc}, y_{Ff}, y_{Fp}$ [-]	exponenty vlivu $f$		



Obr. 2.3 Síly při soustružení [8].

Řezný výkon se vypočte dle vztahu (2.8) [8]

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{6 \cdot 10^7} \quad (2.8)$$

kde:  $P_c$  [kW] – řezný výkon

$F_c$  [N] – řezná síla

$v_c$  [m.min<sup>-1</sup>] – řezná rychlost

### 2.3 Jednotkový strojní čas

Při určování jednotkového strojního času je rozhodující, zda se jedná o podélné soustružení válcové plochy nebo soustružení čelní plochy.

#### 2.3.1 Podélné soustružení

Vztahy pro stanovení jednotkového strojního času při podélném soustružení jsou uvedeny v tab. 2.3. Jednotlivé dráhy jsou znázorněny na obr. 2.4.

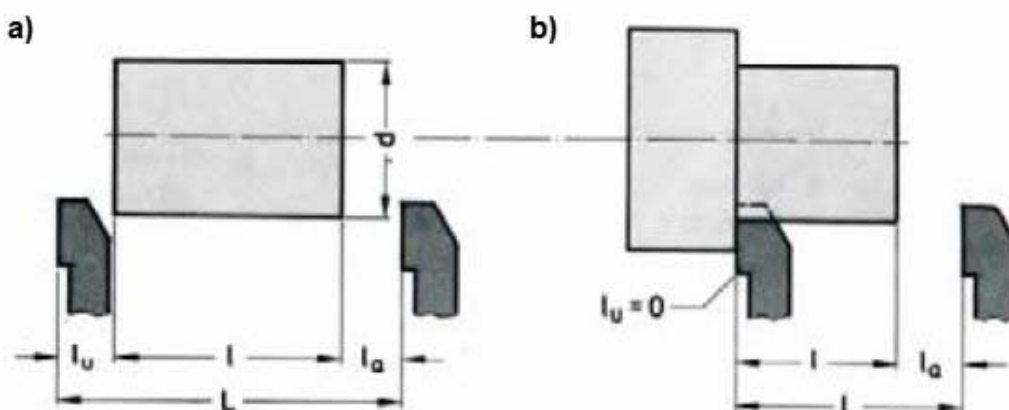
Tab. 2.3 Vztahy ke stanovení jednotkového strojního času [6].

Název veličiny	Výpočetní vztah	Jednotky	Číslo vztahu
<b>Dráha nástroje ve směru pohybu</b>	$L = l + l_n + l_p$	[mm]	(2.9)
<b>Jednotkový strojní čas</b>	$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f}$	[min]	(2.10)

Legenda:

$l$ [mm] – délka soustružené plochy	$L$ [mm] – dráha nástroje
$l_n$ [mm] – délka náběhu	$n$ [min <sup>-1</sup> ] – otáčky obrobku
$l_p$ [mm] – délka přeběhu	$f$ [mm] – posuv na otáčku

V uvedeném vztahu pro dráhu nástroje  $L$  se jedná o součet délky soustružené plochy  $l$ , délky náběhu  $l_n$  ( $l_a$ ) a délky přeběhu  $l_p$  ( $l_u$ ).



Obr. 2.4 Dráhy při podélném soustružení válcových ploch:

a) Soustružení celé délky, b) Soustružení k nákrůžku [7].

#### 2.3.2 Soustružení čelních ploch

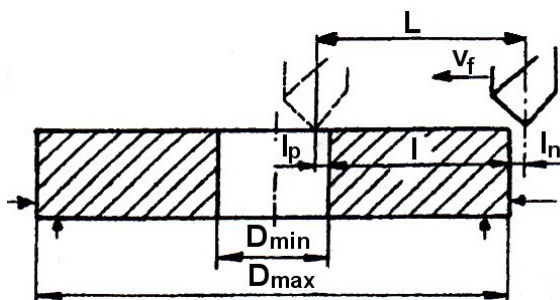
Vztahy pro stanovení jednotkového strojního času při soustružení čelních ploch jsou uvedeny v tab. 2.4. Jednotlivé dráhy jsou znázorněny na obr. 2.5.

Tab. 2.4 Vztahy ke stanovení jednotkového strojního času [6].

Název veličiny	Výpočetní vztah	Jednotky	Číslo vztahu
<b>Dráha nástroje ve směru pohybu</b>	$L = \frac{[(D_{\max} + 2 \cdot l_n) - (D_{\min} - 2 \cdot l_p)]}{2}$	[mm]	(2.11)
<b>Jednotkový strojní čas obrábění při konstantních otáčkách obrobku</b>	$t_{ASn} = \frac{L}{n \cdot f}$	[min]	(2.12)
<b>Jednotkový strojní čas při obrábění konstantní řeznou rychlostí</b>	$t_{ASv} = \frac{\pi \cdot [(D_{\max} + 2 \cdot l_n)^2 - (D_{\min} - 2 \cdot l_p)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot v_c \cdot f}$	[min]	(2.13)

Legenda:

$D_{\max}$ [mm] – maximální průměr	$L$ [mm] – dráha nástroje
$D_{\min}$ [mm] – minimální průměr	$n$ [ $\text{min}^{-1}$ ] – otáčky obrobku
$l_n$ [mm] – délka náběhu	$f$ [mm] – posuv na otáčku
$l_p$ [mm] – délka přeběhu	$v_c$ [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ] – řezná rychlost



Obr. 2.5 Jednotkový strojní čas – čelní soustružení [6].

## 2.4 Dosahovaná přesnost a jakost obrobenej plochy

Dosažitelné přesnosti a jakosti obrobenej plochy jsou uvedeny v tab. 2.5.

Tab. 2.5 Dosahované parametry při obrábění [9].

Způsob obrábění	Přesnost rozměrů IT	Průměrná aritmetická úchylka profilu Ra [ $\mu\text{m}$ ]
<b>Hrubování</b>	$\geq 12$	$> 6,3$
<b>Obrábění načisto</b>	9-11	1,6–6,3
<b>Jemné obrábění</b>	5-8	0,2–1,6
<b>Speciální dokončovací obrábění</b>	$< 5$	$< 0,2$

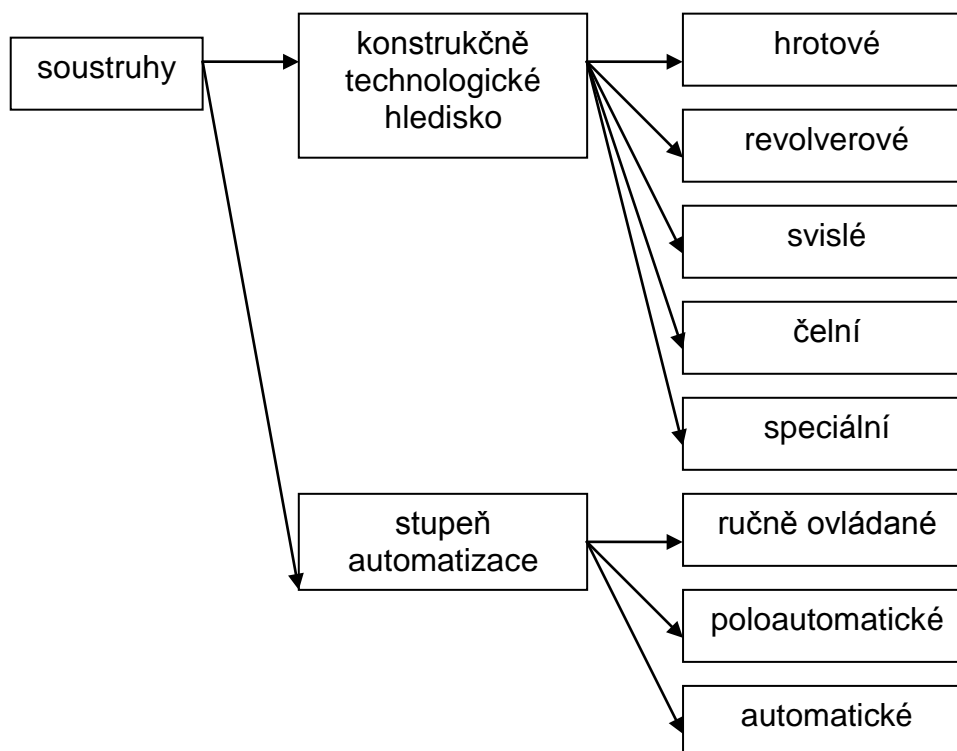
Hodnoty v tabulce závisí na řezných podmínkách, geometrii břitu nástroje, obráběném materiálu a řezném prostředí [9].

### 3 TYPY SOUSTRUHŮ

Stroje používané pro soustružení, soustruhy, jsou třískové obráběcí stroje. Ve strojírenské praxi představují největší podíl strojírenské obráběcí techniky (30 až 40%) [6].

S prací na soustruhu dále souvisí tyto činnosti: ošetřování stroje (čištění), výměna nástrojů, osazování soustruhu nástroji dle požadovaného způsobu obrábění, odzkoušení kontrolních řezů a samotné obrábění [3].

Lze rozlišit velký počet typů soustruhů, jak uvádí schéma na obr. 3.1.



Obr. 3.1 Schéma rozdělení soustruhů [6].

#### 3.1 Hrotové soustruhy

Využití hrotových soustruhů je především v kusové a malosériové výrobě. Lze jimi obrábět vnější a vnitřní rotační plochy, rovinné čelní plochy, řezat závity, soustružit kuželové plochy a další plochy tvarové. Výhodou hrotových soustruhů je možnost soustružit hřídelové a přírubové součásti různých rozměrů a tvarů bez nutnosti náročného seřizování stroje. Jejich velikost se posuzuje především podle velikosti maximálního průměru obrobku a největší délky soustružení. Ta je dána vzdáleností mezi hroty.

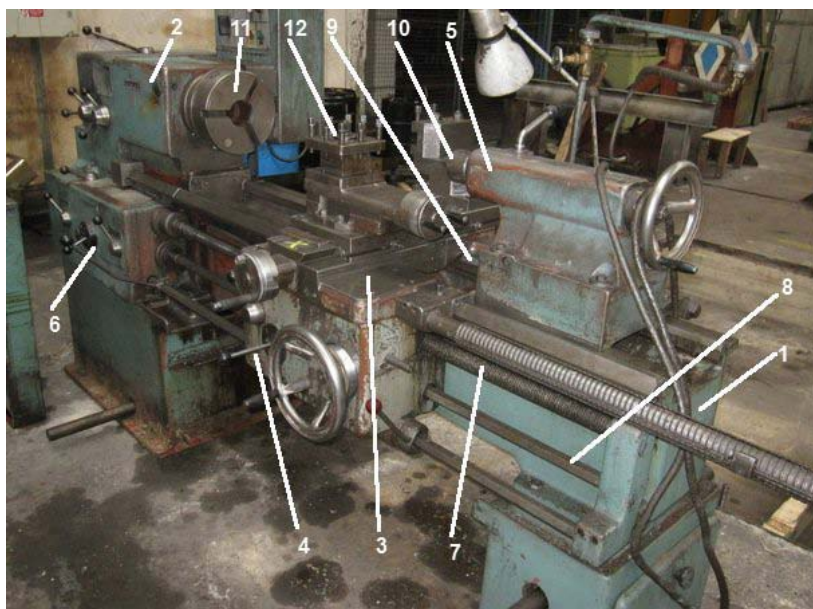
Tento typ soustruhů lze dále rozdělit na dvě podskupiny – soustruhy hrotové univerzální a jednoduché [10].

##### 3.1.1 Univerzální hrotové soustruhy

Univerzální hrotové soustruhy mají vodící šroub a velký rozsah otáček i posuvů. Odsud plyne jejich univerzálnost. Vodící šroub umožňuje řezat veškeré druhy závitů s velkými rozsahy stoupání. Dále na nich lze obrábět vnější a vnitřní rotační plochy, rovinné plochy

čelní a soustružit kuželové plochy několika možnými způsoby. Velmi krátké kužely lze soustružit pomocí šikmého břitu nože a příčného posuvu, při ručním posuvu nástroje natočením nožového suportu, či vyosením koníku u dlouhých a štíhlých kuželů [10, 13].

Jednotlivé části stroje jsou zobrazeny na soustruhu v obr. 3.2. Pro ukázkou se jedná o univerzální hrotový soustruh.



- 1 - lože,
- 2 - vřeteník,
- 3 - suport,
- 4 - suportová skříň,
- 5 - koník,
- 6 - posuvová převodovka,
- 7 - vodící šroub,
- 8 - vodící tyč,
- 9 - vodící plochy,
- 10 - hrotová objímka,
- 11 - sklíčidlo,
- 12 - otočná nožová hlava

Obr. 3.2 Části univerzálního hrotového soustruhu [10, 11].

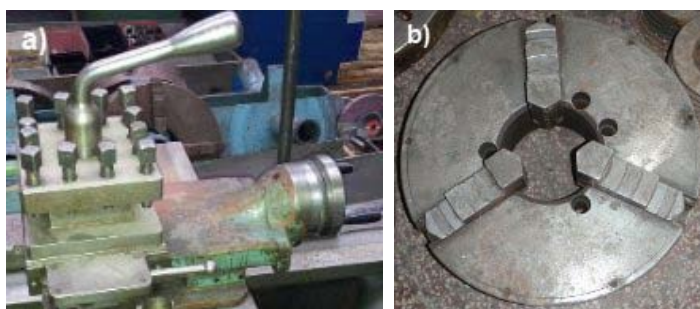
### Účel a konstrukce vybraných částí

Skladba stroje je následující [12, 13]:

- lože (opěrná a nosná část) funguje jako nosič všech pevných a pohyblivých celků (např. vřeteník, suport, vodící plochy) a zachycuje všechny síly a chvění při soustružení. Musí také umožňovat odvod třísek. Jedná se o tuhou skříňovou konstrukci vyrobenou ze speciální šedé litiny (popř. svařovaná konstrukce),
- vřeteník plní funkci uložení pracovního vřetena, které je duté a přenáší krouticí moment. Dalším požadavkem je zachycení radiálních a axiálních sil. Konstrukcí je to tuhá převodovka z šedé litiny bez oscilací,
- saně se suportem umožňují uložení a pohyb nástroje do požadované polohy (příčný a rovinný pohyb nástroje-příčný suport, podélný a šikmý pohyb-horní nožové saně). Na těchto nožových saních je umístěn držák pro upínání nástrojů-nožová hlava, kterou lze natáčet a upevnit do ní čtyři nástroje. Pohyb může být řízen ručně, mechanicky, či programem. Suport se po loži pohybuje pomocí vodící tyče nebo vodícího šroubu,
- suportová skříň slouží k uložení pohonu suportu a převodu rotačního pohybu tažných elementů na podélný pohyb saní a příčný pohyb suportu,
- koník slouží jako opěrné rameno pro obrobek, či upnutí středových nástrojů (např. vrtáky, nástroje pro řezání závitů). Jedná se o dvoudílné litinové těleso. Spodní část koníku je podélně přestavitelná na vlastních vodících plochách a horní část příčně nastavitelná mírným vychýlením,

- posuvová převodovka přenáší řezný pohyb na tažné elementy, což je vodící šroub a tažný hřídel (tyč). Je zde pohon od pracovního vřetena přes reverzační převod a výměnná kola,
- vodící šroub umožňuje pouze podélný posuv při řezání závitů. Jedná se o závitovou hřídel zpravidla s rovnoměrným lichoběžníkovým závitem, který má velmi přesné stoupání,
- vodící tyč zajišťuje podélný a příčný posuv suportu,
- vodící plochy zabezpečují uložení a vedení suportu a koníku. Tvoří část lože ze speciální šedé litiny a kluzné plochy z tvrzené litiny, litiny kalené plamenem.

Jednotlivé vybrané části zobrazuje obr. 3.3.



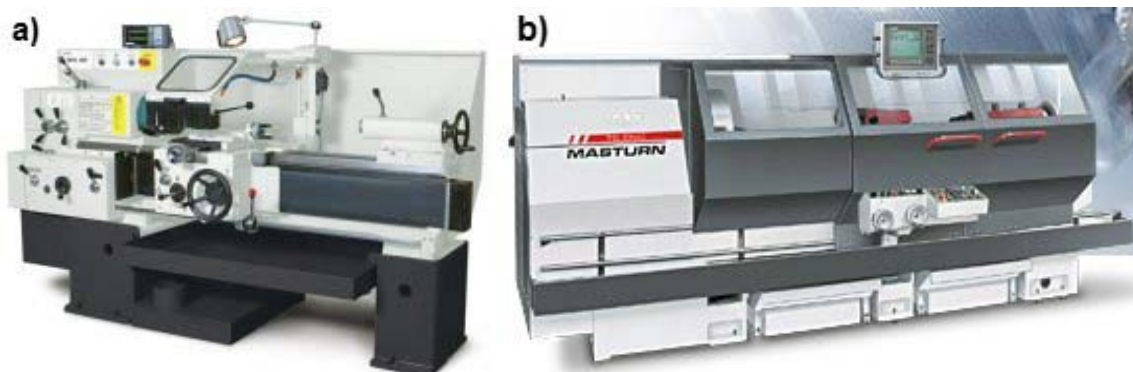
Obr. 3.3 Jednotlivé části soustruhu: a) nožový suport pro hrotový soustruh SV 18 [14], b) sklíčidlo o průměru 500 mm [15].

### Konkrétní stroj a výrobce

Dříve vyrobený stroj je například hrotový soustruh SN 50 B/1250 (obr. 3.2) firmy TOS Trenčín. [11] Z dalších strojů této firmy lze jmenovat hrotový univerzální soustruh SUI 50/1000 a SUI 50/1500. Číslo 50 v označení znamená, že oběžný průměr nad ložem je 500 mm a číslo uvedené za lomítkem představuje vzdálenost mezi hroty v mm [16].

V dnešní době na tradici výroby univerzálních hrotových soustruhů pod značkou TOS Trenčín navazuje akciová společnost TRENS SK, a. s. [17]. Jedná se o největšího výrobce obráběcích strojů na Slovensku [18]. Díky vysoké kvalitě a pokračujícímu vývoji dosahují vysokých počtů prodaných soustruhů do celého světa [17]. Z produkce této firmy lze uvést například soustruh SN 32 (obr. 3.4). Předností tohoto typu je vysoká přesnost obrábění, malé rozměry, jednoduché ovládání, dlouhá životnost a nenáročná údržba. Stroj disponuje širokým rozsahem otáček  $14\text{--}2500\text{ min}^{-1}$ , což zaručuje vysokou flexibilitu a univerzálnost při obrábění [19]. Soustruh SN 32 je určen především k obrábění hřídelových a přírubových součástí v kusové a středně sériové výrobě. Lze obrábět plochy vnitřní a vnější válcové, kuželové, kulové a lze i řezat závity metrické, palcové, modulové a pitch [20]. Kompletní technické údaje o stroji jsou uvedeny v příloze 1.

Dalším představitelem této skupiny je soustruh Masturn 820 CNC (obr. 3.4) firmy KOVOSVIT MAS, a. s. Jak již název napovídá, jedná se o stroj, který je schopen pracovat v automatickém cyklu s podporou CNC systému. Kromě toho je možné obrábění provádět i ručním řízením jako na běžném konvenčním soustruhu. Masturn 820 CNC je jednoduchý, vysoce přesný, výkonný a vhodný pro kusovou a malosériovou výrobu. Díky konstantní řezné rychlosti lze kvalitně obrábět dílce. Číslo 820 v názvu označuje velikost oběžného průměru nad ložem 820 mm [22].



Obr. 3.4 Univerzální hrotový soustruh: a) SN 32 [19], b) Masturn 820 CNC [22].

### 3.1.2 Jednoduché hrotové soustruhy (produkční)

Jednoduché hrotové soustruhy se vyznačují tím, že nemají vodící šroub. Jejich využití je především pro hrubovací práce. Oproti univerzálním hrotovým soustruhům mají menší rozsah otáček a bývají vybavovány elektromotorem s větším výkonem [10].

### 3.2 Revolverové soustruhy

Revolverové soustruhy se používají především v menších a středních sériích. Lze na nich soustružit podélně i příčně a dále v ose obrobku vrtat, vyvrtávat, vystružovat a řezat závity [6].

Výroba na nich je vhodná pro součásti vyžadující k obrobení větší počet nástrojů. Obrábění se provádí na jedno upnutí postupně více nástroji v jednotlivých polohách revolverové hlavy jejím pootočením. Odsud plynou hlavní výhody revolverových soustruhů spočívající v rychlém a přesném nastavení nástroje vzhledem k upnutému obrobku a možnost obrábět několika nástroji současně. Obráběný dílec je možno upínat do kleštin v případě, pokud je výchozím polotovarem tyčový materiál, nebo do sklíčidel u výkovků, výlisků a odlitků [10].

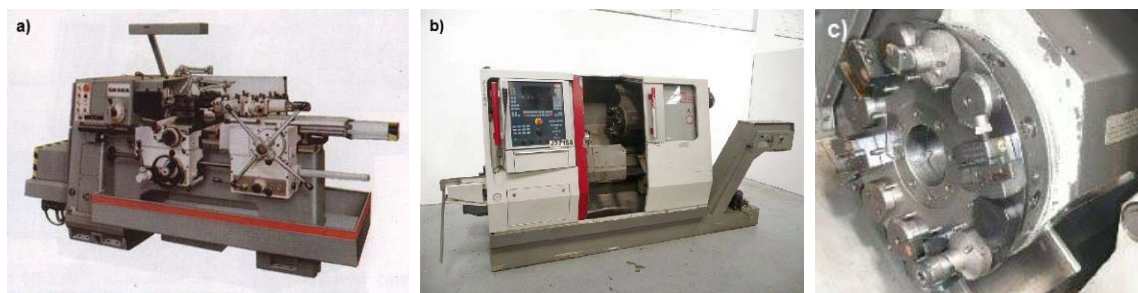
Dle největšího průměru tyče, která projde vřetenem, se určuje velikost revolverových soustruhů. Rozlišují se malé, střední a velké [13]. Lze je také dále dělit podle polohy osy otáčení na soustruhy s vodorovnou, svislou, nebo šikmou osou revolverové hlavy [10].

#### Konkrétní stroj a výrobce

Mezi revolverové soustruhy patří typ SR 50–A výrobce ZPS (obr. 3.5). Je určen pro výrobu součástí z tyčového materiálu a přírbových součástí střední velikosti, které jsou upínány ve sklíčidle. Rozsah otáček vřetena je  $28\text{--}1400\text{ min}^{-1}$  díky hydraulickomechanickému řazení otáček s předvolbou 18 stupňů. Pohon zajišťuje elektromotor o výkonu 9 kW.

Tento stroj splňuje požadavek na vysokou produktivitu práce a na požadovanou přesnost v různých druzích strojírenské výroby. Lze na něm kromě soustružení vnějších a vnitřních válcových ploch například i řezat závity, kopírovat tvary, vrtat a vystružovat [23].

Další zástupce je CNC soustružnické a frézovací centrum TNA 300 (obr. 3.5) firmy Traub. Stroj je vybaven revolverovou hlavou (obr. 3.5), která má dvanáct pozic pro poháněné nástroje. Toto obráběcí centrum o hmotnosti 4572 kg disponuje maximální délkou soustružení 450 mm a maximálními otáčkami  $4000\text{ min}^{-1}$  [25].



Obr. 3.5 Revolverový soustruh: a) SR 50-A [24], b) TNA 300 [25],  
c) revolverová hlava stroje TNA 300 [25].

### 3.3 Svislé soustruhy

Na tomto druhu soustruhů je možno obrábět vnější a vnitřní válcové plochy, řezat závity, při natočení suportů kuželové plochy a s použitím kopírovacího zařízení lze soustružit i plochy tvarové. Hlavní využití svislých soustruhů je v kusové a malosériové výrobě [6].

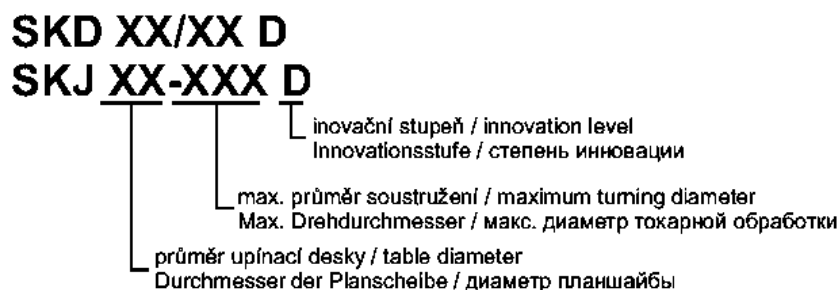
Svislý soustruh, často nazývaný karusel, se skládá ze tří hlavních částí: otočný stůl, stojany a příčníky se suporty. Právě dle průměru stolu se rozlišují dvě skupiny. Jedná se o soustruhy malé – jedno stojanové a velké – dvou stojanové [10].

#### Výrobci

K předním výrobcům svislých jedno stojanových i dvou stojanových soustruhů u nás patří firmy TOSHULIN, a. s. a ČKD BLANSKO-OS, a. s.

Firma TOSHULIN, a. s. se zabývá výrobou svislých soustruhů a svislých soustružnických center pro výkonné a přesné soustružení. Soustruhy dále umožňují vrtat, řezat závity, frézovat a brousit. Jsou nabízeny v osmi typových řadách s průměrem upínací desky od 1250 do 5000 mm, přičemž od průměru 2500 mm jsou dvou stojanové koncepce. Všechny jsou vybaveny automatickou výměnou nástrojů ze zásobníku, CNC řízením a moderními střídavými pohony od firmy Siemens nebo Fanuc [26].

ČKD BLANSKO-OS, a. s. již od roku 1951 vyrábí těžké svislé soustruhy jedno stojanové, označované SKJ a dvou stojanové označené SKD. Systém značení je na obr. 3.6. Kromě soustružení umožňují frézování, vyvrtávání, vrtání a broušení. Důležitý mezník v historii firmy představuje přestěhování do nových prostor v areálu sesterské společnosti TOS KURIM-OS, a. s. [27, 28].



Obr. 3.6 Systém značení karuselů ve firmě ČKD BLANSKO-OS, a. s [29].

### 3.3.1 Jednostojanové svislé soustruhy

Vyznačují se zpravidla průměrem stolu do 1200 mm. Tato hranice nemusí být ale vždy přesně dodržena. Na příčniku, který se pohybuje po stojanu, mají suport s pětibokou revolverovou hlavou. Přímo na stojanu je druhý suport [10].

#### Konkrétní stroj a výrobce

Jednostojanové svislé soustruhy zastupuje produktová řada SKE (obr. 3.7) s průměrem upínací desky 1250, 1600 a 2000 mm vyráběné firmou TOSHULIN, a. s. Jejich znakem je automatická výměna nástrojů ze zásobníku pro 9 či 12 poloh. V zásobníku mohou být soustružnické nožové držáky, vrtací, frézovací a brousící vřetena [30].

Dalším výrobcem jednostojanových svislých soustruhů je ČKD BLANSKO-OS, a. s. Umožňují obrábět díl s průměrem až 16 m, výškou až 6,5 m a hmotností až 450 t. Označují se SKJ. Největší z této skupiny je svislý soustruh SKJ 80-160 D (obr. 3.7), který umožňuje soustružení ve velkém rozsahu průměru obrobků při nejvýhodnějším postavení stojanu. Především je vhodný pro soustružení dílu ve tvaru prstenců, které při svém velkém průměru nepotřebují opracování ve středu. Stroj díky dobrému konstrukčnímu řešení zabezpečuje stabilitu geometrické přesnosti a bohaté technologické možnosti. Rozměry soustruhu jsou 22,5 x 16 x 20 m a hmotnost 321000 kg [29].



Obr. 3.7 Jednostojanový svislý soustruh: a) řady SKE [30], b) SKJ 80-160 D [29].

### 3.3.2 Dvoustojanové svislé soustruhy

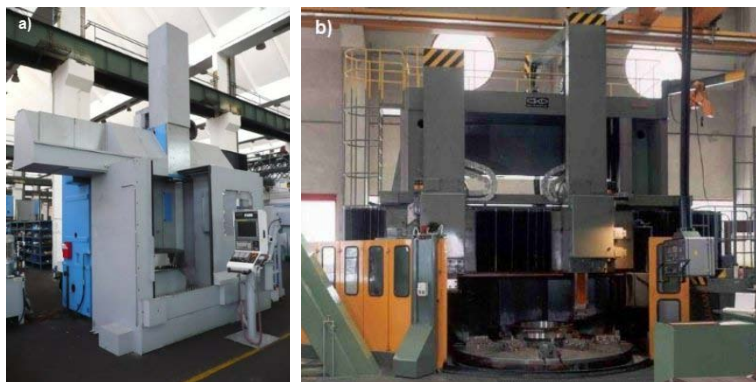
Do této skupiny se řadí soustruhy s průměrem otočného stolu do 18000 mm. Příčnick se dvěma suporty se pohybuje po obou stojanech. Další suport se nachází na jednom nebo dvou stojanech [6].

#### Konkrétní stroj a výrobce

Firma TOSHULIN, a. s. se zabývá výrobou dvoustojanových svislých soustruhů v produktové řadě SKL (obr. 3.8). Stroje této řady mají průměry upínacích desek 800, 1000 a 1250 mm. Výhodu dvoustojanového provedení představuje především zvětšení oběžného průměru pro obrábění v poměru k průměru upínací desky. Soustruhy řady SKL tvoří svařovaná konstrukce lože, stojanu, příčnicku a smykadla. Příčnick zajišťuje spojení mezi stojany. Stroje disponují zásobníkem nástrojů pro 16 či 24 nástrojů, který je umístěn na podlaze po pravé straně a k jeho pohybu slouží servopohon [31].

SKD je označení dvoustojanových svislých soustruhů z produkce firmy ČKD BLANSKO-OS, a. s. Tyto stroje umožňují obrábět obrobek s průměrem do 7 m, výšky do 5,5 m

a hmotnosti do 450 t. Nejmenší zástupce této skupiny je soustruh SKD 28/35 D (obr. 3.8), který je vhodný jak pro obtížné obrábění jako hrubování odlitků a výkovků, tak i pro přesné obrábění. Vysokého výkonu i přesnosti obrábění se dosahuje díky uzavřenému portálovému rámu, který se vyznačuje vysokou tuhostí [29].



Obr. 3.8 Dvoustojanový svislý soustruh: a) řady SKL [31], b) SKD 28/35 D [29].

### 3.4 Čelní soustruhy

U čelních soustruhů se obrobek upíná na lícni desku a lze na nich obrábět díly velkých průměrů a malých délek. [13] Mají jeden nebo dva podélné suporty a zpravidla nemají koníka (jen ve výjimečných případech, kdy je to nutné pro podepření obrobku) [6].

#### Konkrétní stroj a výrobce

Mezi čelní soustruhy patří stroj GHT 8-2000 španělského výrobce Geminis. K hlavním technickým parametrům patří oběžný průměr nad ložem 2000 mm, oběžný průměr nad suportem 1300 mm, výkon motoru 51 kW a hmotnost stroje 4000 kg. Další údaje uvádí příloha 2 [32].

### 3.5 Ručně ovládané soustruhy

Tyto soustruhy, také nazývané konvenční, řídí obsluha tlačítky, pákami a ovládacími kolečky. Na rozdíl od soustruhů s CNC řízením se ručně ovládané soustruhy vyznačují nízkou cenou. Jejich další výhodou je, že pracovník nepotřebuje specifické znalosti programování. Toto je vykoupeno požadavkem na velmi zkušenou obsluhu [6, 33].

#### Konkrétní stroj a výrobce

K takto ovládaným strojům patří většina soustruhů staršího data výroby. Jedním z nich je hrotový soustruh SN 50 B/1250 (obr. 3.2) firmy TOS Trenčín.

Firma TOS ručně ovládané soustruhy vyrábí i v dnešní době. Jedná se o stroje řady SU. Konkrétně univerzální hrotový soustruh SU 63 H je vhodný pro kusovou a malosériovou výrobu. Využívá se pro hrubovací a dokončovací soustružnické práce, pro řezání závitů a vyvrtávání na hřídelových a přírubových dílcích. Výhodou je univerzálnost zajištěná velkým rozsahem zvláštního příslušenství [34].

### 3.6 Poloautomatické soustruhy

Používají se především k výrobě středních a velkých sérií. Poloautomatický charakter spočívá v automatickém cyklu nástrojů použitím křivkových kotoučů, kopírovacích

systemů, či aplikací CNC. Vše ale nelze zautomatizovat a pro další opakování téhož cyklu je zapotřebí zásah obsluhy.

U poloautomatických soustruhů lze dle způsobu upínání obrobku rozlišit dvě hlavní skupiny: hrotové a sklíčidlové. Další speciální skupinu tvoří svislé poloautomatické soustruhy [10].

V dnešní době je u mnoha strojů volitelný režim ovládání: manuální, poloautomatický, automatický. Příklad takového soustruhu je uveden na obr. 3.10.

### 3.6.1 Poloautomatické soustruhy hrotové

Dále se dělí na kopírovací a několikanožové. Lze je použít k obrábění hřídelových součástí mezi hroty a mají dva nebo tři suporty, které mohou současně vykonávat pohyb [10, 13].

### 3.6.2 Poloautomatické soustruhy sklíčidlové

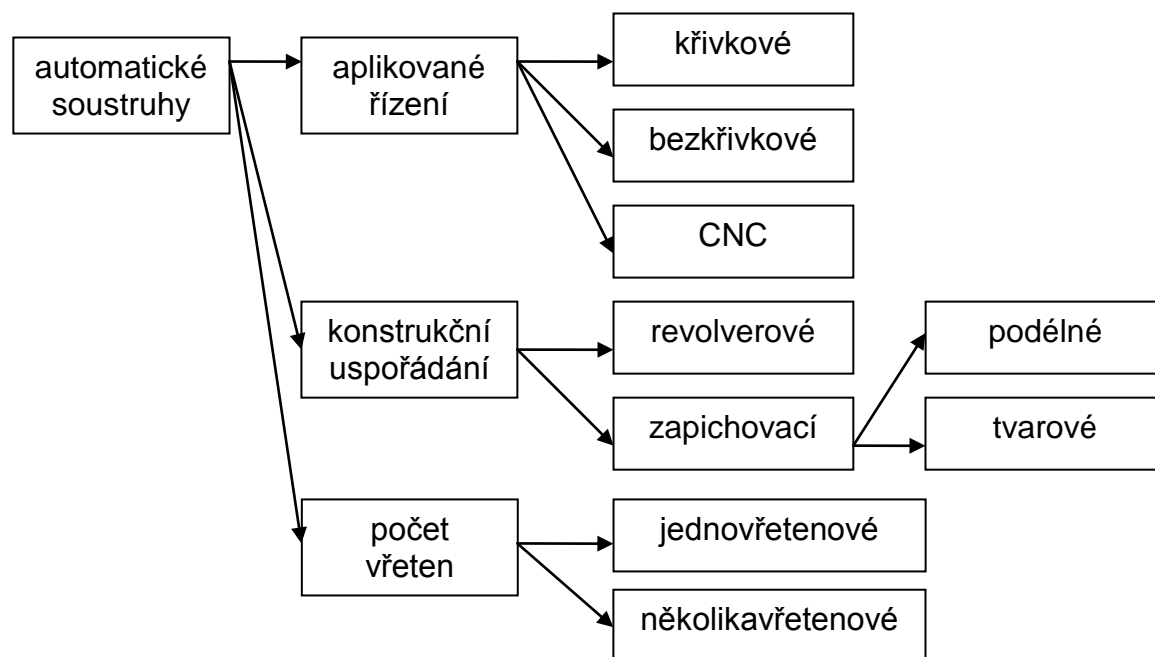
Toto ozančuje dvě podskupiny: suportové a revolverové. Obráběné součásti jsou upínány letmo ve sklíčidle. Tyto soustruhy se používají k obrábění přírubových součástí [10, 13].

### 3.6.3 Svislé poloautomatické soustruhy

Svislé poloautomatické soustruhy mohou mít dva kopírovací suporty a příčný suport. Využívá se jich k výrobě středních a velkých přírubových součástí [10].

### 3.7 Automatické soustruhy

Podávání, upínání a obrábění probíhá plně automaticky. Automatické soustruhy se používají k obrábění složitých rotačních součástí nejčastěji z tyčového materiálu ve velkosériové a hromadné výrobě. Jejich příslušenství umožňuje dokončení součástí i pomocí nesoustružnických operací jako je frézování drážek a vrtání děr kolmých k ose [10, 13]. Automatické soustruhy lze dělit, jak ukazuje schéma na obr. 3.9.



Obr. 3.9 Schéma rozdělení automatických soustruhů [10].

Soustruhy křivkové mají pracovní cyklus nástroje řízený křivkovými bubny a vačkami. Bezkrivkové mají tento cyklus řízen pomocí narážek [13].

Soustruhy s CNC řízením patří k extrémně výkonným strojům. Pořizovací náklady na ně jsou ale vysoké a je nutno obrábět velké množství obrobků, aby se vyplatilo jejich pořízení. Dále je nutná znalost specifického programování, což vede k částečné ztrátě flexibility při používání [33].

#### Konkrétní stroj a výrobce

V dnešní době se nejvíce využívá CNC řízení. K zástupcům patří soustruh s vodorovným ložem SF 89/4000 CNC (obr. 3.10) firmy FERMAT CZ s. r. o. Číslo v názvu stroje značí oběžný průměr nad ložem 890 mm a maximální točnou délku 4000 mm. Tento stroj je určen pro obrábění rotačních součástí z děleného a tyčového materiálu. Lze obrábět i hutní polotovary. Dosažení požadovaných parametrů výrobku a stabilitu procesu zajišťuje vysoká tuhost stroje. K dalším charakteristikám patří vysoká přesnost, rychlost, výkonnost a jednoduchá obsluha. Tento typ soustruhů umožňuje ovládání ve třech režimech. Jedná se o režim manuální (ovládání suportu pomocí koleček), poloautomatický a plně automatický [35].



Obr. 3.10 CNC soustruh SF 89/4000 CNC [35].

## 4 ROZBOR SITUACE Z FIRMY

Tato část se věnuje využití soustruhů v praxi v konkrétní firmě a situaci. Dále zhodnocuje výhody a nevýhody jednotlivých užívaných soustružnických technologií.

ASV výrobní družstvo (dále jen ASV) se sídlem v Solnici (obr. 4.1) je firma zabývající se především oblastí tvářecích technologií, tedy ohýbáním drátů, tyčí, trubek a lisování plechů zejména pro automobilový a textilní průmysl. Doplňující technologii představuje robotické svařování metodou MIG pro hmotnější a složitější díly, bodové svařování drátěných podsestav a v neposlední řadě soustružení. Velice zajímavé je, že tato firma nevyužívá pouze konvenčně výrobci dodávané soustruhy, ale staví si vlastní jednoúčelové stroje, které v sobě kombinují obráběcí i tvářecí technologie.

Tato firma patří se svými cca 160 zaměstnanci spíše do kategorie malých až středních firem. Díky zkušenostem a schopnostem tavných techniků, kteří vyrobili ještě dalších cca 50 jednoúčelových strojů, se ASV Solnice stalo významným vývojovým partnerem mnoha velkých firem, jakými jsou např. WITTE Automotive, Fehrer Automotive GmbH a další.



Obr. 4.1 Sídlo firmy ASV Solnice.

### 4.1 Dlouhotočný soustružnický automat řízený vačkami A D6A (TOS)

Další část se věnuje vlastnostem a využití soustruhu A D6A (obr. 4.2, 4.3).

#### 4.1.1 Charakteristika procesu – použití stroje

Technologie vačkově řízených automatů je výhodná především pro větší série (od cca 10000 ks v dávce) minimálně 100000 kusů za rok, jednodušších dílců, u kterých postačí pouhý přísuv nástroje do místa řezu a pro vyrobení tvaru dílu je nutné mít tento tvar vybroušený již do nástroje či nástrojové sestavy.

V těchto případech je pak technologie nákladově výhodnější než použití dražších a univerzálnějších NC soustruhů. Je ale nutné počítat s časem na seřízení stroje pro zápichy, vnější tvary, vnitřní kužele a výrobu speciálních nástrojů. Dle složitosti dílu se jedná o 1,5 až 25 hodin.



Obr. 4.2 Celkový pohled na soustruh A D6A a logo výrobce.

#### Výhody:

- u starších strojů nízká pořizovací cena,
- nízké provozní náklady pro velkosériovou výrobu,
- ve výrobě s vyšší sériovostí možnost obsluhy i několika strojů jedním operátorem nebo seřizovačem (dle charakteru výroby).

#### Nevýhody:

- náročnější přeseřízení stroje v mnoha případech spojené s nutností vyrobení nových vaček,
- nutnost vyrobení tvarových nástrojů pro obrobení tvarů dílu (nástroje k obrobku umí stroj pouze přisouvat),
- pro optimální zajištění efektivní výroby nutnost dokoupení nástrojařské brusky na tvary (starší typy kopírovacích brusek, v ČR nejčastěji Studer a Oerlikon) a poměrně náročné zapracování brusice,
- nové NC brusky pro tvarové broušení jsou vzhledem k charakteru a přesnosti prováděných operací velice drahé a jejich použití je možné pouze ve větších automatárnách.

#### 4.1.2 Doporučené užití

Starší soustruhy typu A D6A vhodné především pro velkosériovou výrobu je možné zakoupit na trhu použitých strojů relativně velice levně. Je nutné je však vždy pořídit s dostatečnou sadou základních vaček a ještě lépe s pomocným kopírovacím zařízením pro jejich výrobu. Výroba tvarových nástrojů a především vlastních vaček je velice náročná především na dostatečné technologické zkušenosti. Například vačky švýcarských dlouhotočných automatů Tornos bývají pro udržení optimální životnosti povrchově kalené při zajištění přesnosti jejich tvaru v setinách milimetru.

#### 4.1.3 Užití ve firmě ASV

Firma ASV zakoupila 2 stroje A D6A jako doplňující technologie pro svou hlavní výrobu v oblasti tvářecích technologií. Protože se jedná většinou o velice jednoduché výrobky (tyčky s opracovanými konci, navařovací pouzdra vyráběná ve středních sériích) postačují tyto dnes již technicky zastaralé stroje. Konkrétní výrobek a pracovní postup zachycuje pracovní návodka v příloze 3.

Pro jejich nasazení v ASV hovořila především pořizovací cena, relativně nízké provozní náklady a schopnosti personálu firmy se stroji pracovat. I tak se počítá v rámci investičních priorit s jejich nahrazením NC soustruhem.



Obr. 4.3 Detailnější přední a zadní pohled na soustruh.

## 4.2 CNC dlouhotočný automat Poly Gim

K zástupcům modernějších strojů patří dlouhotočný automat Poly Gim (obr. 4.4, 4.5). Dále jsou popsány jeho vlastnosti a využití.

### 4.2.1 Charakteristika procesu – použití stroje

CNC technologie má velice široké pásmo použití od kusové výroby složitých tvarových dílců (např. tvárníků pro nástrojařské použití) až po výrobu středních a vysokých sérií tvarově složitých dílů (od 50 ks v dávce až po 150000 ks za rok).



Obr. 4.4 Celkový pohled na automatický soustruh Poly Gim a řídicí desku.

### Výhody

- flexibilita využití,
- snadná přeprogramovatelnost na jiný výrobek a přeseřízení stroje,
- možnost optimalizace obráběcího procesu využitím simulačních programů na pracovišti programátora mimo obráběcí stroj,
- možnost ověření bezkolizních trajektorií nástrojů,
- možnost využití standardního nářadí na obrobení tvarově složitého výrobku,

- variabilní přenastavení řezných podmínek pro optimalizaci obráběcího procesu,
- zrychlení a především zpřesnění výroby dílce využitím možnosti provedení kumulované operace „na jedno upnutí“ s využitím čtvrté hnané a řízené osy – tedy možnost radiálního vrtání a frézování na upnutém soustruženém díle,
- možnost práce v automatickém cyklu s možností vícestrojové obsluhy, tedy dohledu operátora či seřizovače nad více stroji.

Nevýhody

- vyšší pořizovací cena,
- nutnost dovybavení periferií (seřizovací pult nástrojů).

#### 4.2.2 Doporučené užití

Tento dlouhotočný automat Poly Gim nachází široké spektrum využití od nástrojařské praxe až k sériové výrobě.

#### 4.2.3 Užití ve firmě ASV

V ASV Solnice je vzhledem k charakteru firmy zaměřené na tvářecí technologie tento stroj využit z cca 25 % pro výrobu tvarových dílů nástrojů, zbylých 75 % využití činí výroba tvarových dílů v malých a středních sériích od 50 do 15000 ks dílů ve výrobní dávce. Konkrétní výrobek a pracovní postup zachycuje pracovní návodka v příloze 4.



Obr. 4.5 Pohledy do pracovního prostoru stroje.

### 4.3 Jednoučelový stroj

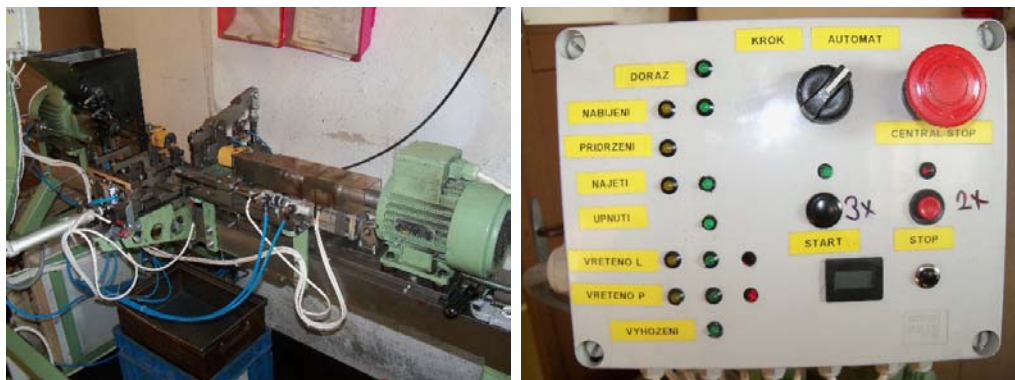
Zajímavost mezi stroji pro soustružení představuje jednoučelový stroj (obr. 4.6). Níže jsou uvedeny jeho vlastnosti a vhodné využití.

#### 4.3.1 Charakteristika procesu – použití stroje

Jednoučelové stroje (některé s možností přestavení na skupiny podobných dílů) jsou s výhodou využívány pro hromadnou, velkosériovou výrobu dílů nad cca 200000 kusů za rok nebo dílů s určitou specifičností či jako kombinace běžně nespojovaných technologií (obrábění a tváření).

Pokud jsou tyto stroje dovybaveny optickými čidly, kamerami, odměřovacími pravítky (aktivně spojenými s řízením stroje – u nejjednodušších strojů postačí jako základní stupeň

zastavení stroje a signalizace poruchového stavu při nedosažení nastavených parametrů na výrobku) dokáží zajistit rozměrově velice stabilní výrobek.



Obr. 4.6 Celkový pohled na jednoúčelový stroj a jeho ovládání.

#### Výhody

- možnost zajištění nestandardních operací či jejich kombinací,
- při optimálně navržené stavbě a charakteru programování možnost přesně reagovat na požadavek zákazníka na výrobek včetně možnosti 0 PPM vadných výrobků při správném nastavení aktivních kontrolních členů,
- nízké provozní náklady,
- oproti univerzálním strojům je většinou výhodou i nižší cena speciálně konstruovaného stroje.

#### Nevýhody

- většinou velice úzce vymezené spektrum využití,
- nutnost mít velice dobré lidské technické zázemí – tedy i požadavek na náklady promítnuté především do jejich platů, ale i nástrojařského vybavení,
- poměrně složitá legislativa schvalování strojů dle zákona 22 / 97 Sb.

#### 4.3.2 Doporučené užití

Ve velkosériové výrobě pro provádění jednoduchých operací, pro které by byla univerzální technologie NC strojů příliš drahá, všude tam, kde je potřeba kombinovaných operací nezajistitelných na běžném typu obráběcího či tvářecího stroje, provádění zvláštních technologických operací atd.

#### 4.3.3 Užití ve firmě ASV

ASV Solnice se pohybuje v oblasti hromadných výrob automobilového průmyslu. Protože krom požadavku na téměř 100 % zajištění kvality (běžně smluvně potvrzováno 50-150 PPM nestandardních výrobků) je dalším klíčovým požadavkem na výrobek jeho cena, pracuje v ASV dnes již cca 50 podobných jednoúčelových strojů, jejichž stavba byla zaměřena především na splnění obou uvedených parametrů – kvality a ceny. Konkrétní výrobek společně s pracovním postupem zachycuje pracovní návodka v příloze 5.

## 5 SMĚRY VÝVOJE

V dnešní době se na trzích celého světa projevuje postkrizové období. Hlavními požadavky zákazníků jsou stroje s maximální přidanou hodnotou a přizpůsobené jejich konkrétním požadavkům. Jedná se především o vysokou produktivitu soustružení a vysokou přesnost při co nejnižších nákladech na používání stroje. Toto společně se snahou o snižování ekologických dopadů vytváří prostor pro další inovace technologií.

Současným trendem je nahrazení více obráběcích strojů jako např. soustruh, frézka a další, jedním multifunkčním obráběcím centrem, které je schopno soustružit, frézovat, vyvrtávat, vystružovat a ostatních operací [36].

Další směr vývoje představuje postupné nahrazování konvenčních soustruhů staršího data výroby CNC řízenými stroji. Postupně dochází také ke zjednodušování jejich ovládání a obsluha nemusí znát zásady složitého programování. Zástupcem jednoduchého a přehledného řídicího systému je Fanuc, kterému stačí zadat údaje o vyráběném dílci a o vše ostatní se postará elektronika [37].

Nelze opomenout snahu o funkcionalitu, spolehlivost a design (obr. 5.1) strojů pro soustružení, na kterém se podílí specialisté (i u těžkých soustruhů).

V současnosti se do popředí dostává také ekologická šetrnost stroje. Z tohoto důvodu jsou stroje vybavovány vysoce úspornými pohony os a vřeten, LED osvětlením pracovního prostoru stroje a optimalizovaným procesem jednotlivých spotřebičů tlakové a elektrické energie [38].

Výrobce ČKD BLANSKO-OS, a. s. v oblasti těžkých svislých soustruhů (karuselů) směřuje vývoj k větší univerzálnosti, redukci časů pro přípravu a obrábění, využití nových technologií a nástrojů a také ke zvýšení bezpečnosti a komfortu pro obsluhující personál. Tento vývoj je ale poněkud složitější vzhledem k relativně malému ročnímu počtu vyráběných strojů. Proto se nová řešení neověřují na prototypovém stroji, ale je zpravidla nutné je ověřit na strojích určených přímo pro zákazníka. Tomuto předchází specializované výpočty dílů a metody virtual prototypingu [39].



Obr. 5.1 Design svislého soustruhu Powerturn 2500 firmy TOSHULIN, a. s. [38].

## 6 DISKUZE

Tato práce kromě samotných strojů popisuje i technologii soustružení včetně historického vývoje a souvisejících zákonitostí. Dostupných informací a zdrojů je velké množství, proto bylo nutné vzhledem k rozsahu práce vybrat jen to nejpodstatnější. To samé platí pro výrobce soustruhů v přehledové části typů těchto strojů. Z kapacitních důvodů byli vybráni jen určití výrobci. Tuto kapitulu by bylo možno ještě rozšířit o další výrobce: Mazak, DMG/MORI SEIKI, Haas Automation, Inc., TAJMAC–ZPS, a. s., CZ.TECH Čelákovice, a. s.

Na přehled typů soustruhů, včetně jejich vlastností a vhodnosti použití, navazují příklady využití soustruhů v konkrétní firmě.

Parametry pro volbu mohou být následující: požadavky na přesnost obrobku, sériovost výroby, flexibilita procesu, pořizovací náklady na soustruh a jeho příslušenství, provozní náklady, stupeň automatizace procesu a další.

Z posouzení konkrétních situací ve firmě ASV výrobní družstvo vyplývá, že:

- pro výrobu jednodušších dílců ve větších sériích je nasazení staršího dlouhotočného soustružnického automatu řízeného vačkami A D6A nákladově výhodnější než použití univerzálnějších avšak dražších NC soustruhů,
- nevýhodu výroby na těchto dnes již technicky zastaralých strojích představuje především potřeba náročnějšího přeseřízení dle složitosti dílu 1,5 až 25 hodin, často také spojeno s nutností výroby nových vaček, proto se tyto stroje v budoucnu nahradí NC soustruhy,
- moderní technologie je zastoupena CNC dlouhotočným automatem Poly Gim umožňujícím práci v automatickém cyklu, zrychlení a především zpřesnění výroby a flexibilní využití pro kusovou výrobu složitých tvarových dílců, ale i výrobu středních až vysokých sérií,
- proti nasazování tohoto typu CNC soustruhu hovoří především vyšší pořizovací náklady, což může být právě v případě menší firmy jeden z předních rozhodujících aspektů,
- specifickou variantu představuje přímo ve firmě navrhovaný jednoúčelový stroj vhodný pro velkosériovou výrobu nad cca 200000 kusů za rok, pro které by byla výroba na NC stroji příliš drahá, nebo dílů, při jejichž výrobě je potřeba kombinace běžně nespojovaných technologií (obrábění a tváření),
- při takovéto sérii se již vyplatí konstrukce jednoúčelového stroje díky jeho nízkým nákladům na provoz a zpravidla i nižší pořizovací ceně jednotlivých komponent než jsou náklady na pořízení univerzálního stroje,
- mezi negativa jednoúčelového stroje patří především jeho úzce vymezené spektrum použití, poměrně složitá legislativa schvalování stroje a potřeba vysoce technicky kvalitního a kvalifikovaného zázemí.

## ZÁVĚR

Třískové obrábění na soustruzích představuje v technické praxi velmi často používanou technologii (30 až 40 %). Zejména proto dochází k neustálému vývoji a zdokonalování soustruhů.

Technologie soustružení je ale doložitelná již od doby kamenné archeologickými nálezy z Egypta. Podstatná část vývoje se odehrála během průmyslové revoluce v 18. a 19. století, kdy se z obrábění dřeva přechází na obrábění kovů. Podrobněji se historickým vývojem zabývá první kapitola.

Dále je uváděna charakteristika a obecné výpočtové vztahy spojené se soustružením. Jedná se především o kinematiku soustružení, řezné síly, výkon a jednotkový strojní čas. Tyto vztahy jsou nedílnou součástí již během plánování a návrhu výroby.

Právě široké spektrum obráběcích úkonů, které je možné na soustruzích vykonávat, představuje důvod, proč jsou tyto stroje tak hojně využívány v malých i velkých firmách. Díky rozdílnému konstrukčnímu uspořádání a způsobu ovládní lze pro danou operaci volit konkrétní vhodný typ stroje. V dnešní době jsou konvenční soustruhy nahrazovány soustruhy s CNC řízením. Především tímto směrem se tedy ubírá další vývoj. Výrobci musí splnit vysoké požadavky na přesnost a produktivitu při co nejnižších nákladech na používání stroje.

Nabídka na trhu nových i použitých strojů pro soustružení je široká a vždy záleží na posouzení technologa a finančních možnostech firmy, které řešení s přihlédnutím ke všem požadavkům využije.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. *Tosvarnsdorf.cz* [online]. 5. 9.2003 [cit. 2012-01-17]. Vzpomínky 75 – Historie obrábění 2. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/o-spolecnosti/historie/vzpominky/clanky/vzpominky-75-historie-obrabeni-2.html>>.
2. *Tosvarnsdorf.cz* [online]. 19.9.2003 [cit. 2012-01-17]. Vzpomínky 76 – Historie obrábění 3. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/o-spolecnosti/historie/vzpominky/clanky/vzpominky-76-historie-obrabeni-3.html>>.
3. AB SANDVIK COROMANT – SANDVIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění : kniha pro praktiky*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting – A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
4. *Homepages.tig.com.au* [online]. 3.1.2000 [cit. 2012-01-25]. Art and mystérie of turning. Dostupné z WWW: <<http://homepages.tig.com.au/~dispater/turning.htm>>.
5. POLZER, Aleš. *Techtydenik.cz* [online]. [cit. 2012-01-28]. Akademie CNC obrábění (1). Dostupné z WWW: <<http://www.techtydenik.cz/akademie.php>>.
6. HUMÁR, Anton. *Technologie I – Technologie obrábění – 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [online], [cit. 2012-01]. Dostupné na WWW: <[http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-1cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf)>.
7. *GARANT příručka obrábění*. S.1 : S.n., 2006. 641 s.
8. FOREJT, Milan; PÍŠKA, Miroslav. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
9. KATEDRA OBRÁBĚNÍ A MONTÁŽE, TU V LIBERCI. *Kom.tul.cz* [online]. 3.2001, poslední revize 8.3.2004 [cit. 2012-02-7]. Dostupné z WWW: <[http://www.kom.tul.cz/soubory/tob\\_rp.pdf](http://www.kom.tul.cz/soubory/tob_rp.pdf)>.
10. KOČMAN, Karel; PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
11. *Strojesvoboda.cz* [online]. [cit. 2012-02-11]. Soustruh hrotový. Dostupné z WWW: <<http://strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Soustruh&key=&id=2697&ids=2734&o=1>>.
12. *Strojirenstvi-ucivo.blogspot.com* [online]. 3.2011 [cit. 2012-02-11]. Strojírenství pro střední školy. Dostupné z WWW: <<http://strojirenstvi-ucivo.blogspot.com/2011/03/315911-casti-soustruhu.html>>.
13. *Tumlikovo.cz* [online]. 31.10.2010 [cit. 2012-02-17]. Druhy soustruhů. Dostupné z WWW: <<http://www.tumlikovo.cz/druhy-soustruhu/>>.
14. *Strojesvoboda.cz* [online]. 24.11.2011 [cit. 2012-02-21]. Nožový suport. Dostupné z WWW: <<http://strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Soustruh&key=&id=3210&ids=3247&o=1>>.

15. *Strojesvoboda.cz* [online]. 5.10.2011 [cit. 2012-02-21]. Sklíčidlo. Dostupné z WWW: <<http://strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Soustruh&key=&id=3135&ids=3171&o=1>>.
16. *Fmt-group.com* [online]. c2005 [cit. 2012-03-01]. Soustruh hrotový. Dostupné z WWW: <[http://www.fmt-group.com/stroj\\_view.php?IdStroje=502125](http://www.fmt-group.com/stroj_view.php?IdStroje=502125)>.
17. *Trens.sk* [online]. c2009 [cit. 2012-03-01]. Produkty. Dostupné z WWW: <[http://www.trens.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=35&Itemid=13&lang=sk](http://www.trens.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=13&lang=sk)>.
18. *Trens.sk* [online]. c2009 [cit. 2012-03-01]. O společnosti. Dostupné z WWW: <[http://www.trens.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=34&Itemid=3&lang=sk](http://www.trens.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=3&lang=sk)>.
19. *Trens.sk* [online]. c2009 [cit. 2012-03-06]. SN 32. Dostupné z WWW: <[http://www.trens.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=66&lang=sk](http://www.trens.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=66&lang=sk)>.
20. *Tstservis.cz* [online]. c2005 [cit. 2012-03-06]. Univerzální hrotový soustruh Trens řady SN 32. Dostupné z WWW: <<http://www.tstservis.cz/sn32.php>>.
21. *Prospekt SN 32*. Trenčín: TRENS SK, a.s., 2011. 2 s. Dostupné z WWW: <[http://www.trens.sk/images/stories/2011/Letaky%20sk/SN\\_32\\_Layout%201.pdf](http://www.trens.sk/images/stories/2011/Letaky%20sk/SN_32_Layout%201.pdf)>.
22. *Kovosvit.cz* [online]. c2009 [cit. 2012-03-13]. Masturn 820 CNC. Dostupné z WWW: <<http://www.kovosvit.cz/cz/masturn-70-cnc/>>.
23. *Mivazlin.cz* [online]. c2000, poslední revize 4.6.2003 [cit. 2012-03-19]. Revolverový soustruh SR 50 - A. Dostupné z WWW: <<http://www.mivazlin.cz/techdata/sr50a.php>>.
24. *Mivazlin.cz* [online]. c2000, poslední revize 30.11.2003 [cit. 2012-03-19]. Soustruh SR 50 - A. Dostupné z WWW: <<http://www.mivazlin.cz/foto/sr50a.php>>.
25. *Cnc-stenzel.cz* [online]. 2.7.2011 [cit. 2012-03-25]. Traub TNA 300. Dostupné z WWW: <[http://www.cnc-stenzel.cz/CNC\\_soustruh/Katalog\\_Traub\\_TNA\\_300-4623.html?manufacturers\\_id=37](http://www.cnc-stenzel.cz/CNC_soustruh/Katalog_Traub_TNA_300-4623.html?manufacturers_id=37)>.
26. *Toshulin.com* [online]. [cit. 2012-03-25]. Základní informace o produktech. Dostupné z WWW: <<http://www.toshulin.com/stranka.asp?idstranka=4&mapa=13&l=CS>>.
27. *Ckd-blansko.cz* [online]. 23.11.2011 [cit. 2012-03-28]. Profil společnosti. Dostupné z WWW: <<http://www.ckd-blansko.cz/o-spolecnosti/profil-spolecnosti/>>.
28. *Ckd-blansko.cz* [online]. 24.11.2011 [cit. 2012-03-28]. Historie společnosti. Dostupné z WWW: <<http://www.ckd-blansko.cz/o-spolecnosti/historie-spolecnosti/>>.
29. *Katalog-těžké svislé soustruhy*. Blansko: ČKD BLANSKO-OS, a.s., 2010. 40 s. Dostupné z WWW: <[http://www.ckd-blansko.cz/download/Katalog\\_CKD\\_Blansko.pdf](http://www.ckd-blansko.cz/download/Katalog_CKD_Blansko.pdf)>.
30. *Toshulin.com* [online]. [cit. 2012-03-28]. Produktová řada SKE. Dostupné z WWW: <<http://www.toshulin.com/stroj.asp?idstroj=4&mapa=14&l=CS>>.

31. *Toshulin.com* [online]. [cit. 2012-04-02]. Produktová řada SKL. Dostupné z WWW: <<http://www.toshulin.com/stroj.asp?idstroj=2&mapa=14&l=CS>>.
32. *Geminis-katalog GHT 8 čelní soustruh*. Elgoibar: GORATU MAQUINAS HERRAMIENTA, s.a., 2007. 2 s. Dostupné z WWW: <<http://www.teximp.cz/product/76-celni-soustruh.html>>.
33. *Automatizace.cz* [online]. c2004 [cit. 2012-04-02]. Kompaktní řídicí systémy pro soustruhy firmy AMK. Dostupné z WWW: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1821>>.
34. *Tosas.cz* [online]. c2010 [cit. 2012-04-02]. SU 63 H. Dostupné z WWW: <[http://www.tosas.cz/index.php?id\\_document=10118](http://www.tosas.cz/index.php?id_document=10118)>.
35. *Katalog produktů*. Brno: FERMAT CZ, s.r.o., 2008. 52 s. Dostupné z WWW: <[http://www.fermatmachinery.com/files/1271-Katalog\\_produkту\\_2008\\_FINAL.pdf](http://www.fermatmachinery.com/files/1271-Katalog_produkту_2008_FINAL.pdf)>.
36. *TECHNIK: automatizace, technologie, inovace, trhy*. Č. 9 (září 2011). Praha: Economia, 1992-. Vychází měsíčně. ISSN 1210-616x.
37. *Mmspektrum.com* [online]. 17.4.2002 [cit. 2012-04-13]. Inovace konvenčních soustruhů CNC řízením. Dostupné z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/inovace-konvencnich-soustruhu-cnc-rozenim.html>>.
38. *Mmspektrum.com* [online]. 19.12.2011 [cit. 2012-04-15]. EMO Hannover, Část 4, Svislé soustruhy. Dostupné z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/emo-hannover-cast-4-svisle-soustruhy.html>>.
39. *Mmspektrum.com* [online]. 12.5.2009 [cit. 2012-04-16]. Nová řešení ve stavbě těžkých svislých soustruhů. Dostupné z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/nova-reseni-ve-stavbe-tezkych-svislych-soustruhu.html>>.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
<b>CNC</b>	[-]	Computer Numerical Control
<b>ČR</b>	[-]	Česká republika
<b>IMTS</b>	[-]	International Manufacturing Technology Show
<b>IT</b>	[-]	International Tolerance
<b>LED</b>	[-]	Light-Emitting Diode
<b>MIG</b>	[-]	Metal Inert Gas
<b>NC</b>	[-]	Numerical Control
<b>PLC</b>	[-]	Programmable Logic Controller
<b>PPM</b>	[-]	parts per million
<b>Sb.</b>	[-]	sbírka zákonů
<b>a. s.</b>	[-]	akciová společnost
<b>ks</b>	[-]	kus
<b>s. r. o.</b>	[-]	společnost s ručením omezeným

Symbol	Jednotka	Popis
<b>C<sub>Fc</sub></b>	[-]	materiálová konstanta
<b>C<sub>Ff</sub></b>	[-]	materiálová konstanta
<b>C<sub>Fp</sub></b>	[-]	materiálová konstanta
<b>D</b>	[mm]	průměr obráběné plochy
<b>D<sub>max</sub></b>	[mm]	maximální průměr
<b>D<sub>min</sub></b>	[mm]	minimální průměr
<b>F</b>	[N]	celková řezná síla
<b>F<sub>c</sub></b>	[N]	řezná síla
<b>F<sub>f</sub></b>	[N]	posuvová síla
<b>F<sub>p</sub></b>	[N]	pasivní síla
<b>L</b>	[mm]	dráha nástroje ve směru pohybu
<b>P<sub>c</sub></b>	[kW]	řezný výkon
<b>Ra</b>	[μm]	průměrná aritmetická úchylka profilu

$a_p$	[mm]	šířka záběru ostří
$f$	[mm]	posuv na otáčku obrobku
$l$	[mm]	délka soustružené plochy
$l_a$	[mm]	délka náběhu
$l_n$	[mm]	délka náběhu
$l_p$	[mm]	délka přeběhu
$l_u$	[mm]	délka přeběhu
$n$	[ $\text{min}^{-1}$ ]	otáčky obrobku
$t_{AS}$	[min]	jednotkový strojní čas
$t_{ASn}$	[min]	jednotkový strojní čas obrábění při konstantních otáčkách obrobku
$t_{ASv}$	[min]	jednotkový strojní čas při obrábění konstantní řeznou rychlostí
$v_c$	[ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	řezná rychlost
$v_e$	[ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	rychlost řezného pohybu
$v_f$	[ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	posuvová rychlost
$x_{Fc}$	[-]	exponent vlivu $a_p$
$x_{Ff}$	[-]	exponent vlivu $a_p$
$x_{Fp}$	[-]	exponent vlivu $a_p$
$y_{Fc}$	[-]	exponent vlivu $f$
$y_{Ff}$	[-]	exponent vlivu $f$
$y_{Fp}$	[-]	exponent vlivu $f$

**SEZNAM PŘÍLOH**

- |           |  |
|-----------|--|
| Příloha 1 | Technické parametry univerzálního hrotového soustruhu SN 32 firmy TRENS SK |
| Příloha 2 | Technické parametry čelního soustruhu GHT 8 firmy GEMINIS                  |
| Příloha 3 | Pracovní návodka pro soustruh A D6A  |
| Příloha 4 | Pracovní návodka pro CNC soustruh Poly Gim                                 |
| Příloha 5 | Pracovní návodka pro jednoúčelový stroj                                    |

# PŘÍLOHA 1

Technické parametry univerzálního hrotového soustruhu SN 32 firmy TRENS SK [21].

## CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY

- Malá zastavaná plocha
- Zvětšení obožného průměru – vybratí v lůžku
- Jednoduché radenie
- Jednoduchá údržba
- Plnohodnotné palcové a metrické vyhotovenie
- Možnosť úpravy pre rôzne napätové elektrické siete
- Široký rozsah vyhotovení a príslušenstva
- CE normy bezpečnosti

## KVALITA OPRACOVANIA MATERIÁLU

- Stabilita pri rezaní materiálu
- Ergonomické ovládanie
- Pohon vretena spojками, plynulé zastavenie pohybu brzdou

## ZIVOTNOSŤ A RENTABILITA

- Kalené plochy lůžka
- Nízke prevádzkové náklady
- Dostupnosť servisu – skúsenosti

## STANDARD

- Sprievodná dokumentácia
- Redukčné puzdro do vretena
- Hrot MORSE 5
- Náradie na obsluhu
- Strihové kolíky
- Sada výmenných kolies

## TECHNICKÉ PARAMETRE

### Pracovný rozsah

Obožný priemer nad lůžkom	330 mm
Obožný priemer nad suportom	168 mm
Obožný priemer v prelomení	520 mm
Užitková dĺžka prelomenia	230 mm
Vzdialenosť hrotov	750, 1000 mm
Výška hrotov nad lůžkom	160 mm

### Vreteno

Rozsah otáčok	14 – 2500 min <sup>-1</sup>
Predný koniec	STN ISO 702/III – B6
Vřtanie	52 mm
Vnútorňý kužel	MORSE 6
Max. krút. moment/mezdné otáčky	1000/40 Nm/min <sup>-1</sup>

### Superty

Pracovňý pohyb priečneho suportu	250 mm
Pracovňý pohyb nožového suportu	140 mm
Max. rozmer noža	20 x 20 mm
Počet stupňov posuvov	38
Rozsah pracovňých posuvov pozdľžňých	0,025 – 3,2 mm.ot <sup>-1</sup>
Rozsah pracovňých posuvov priečňých	0,12 – 1,6 mm.ot <sup>-1</sup>
Rýchloposuv pozdľžňý	bez rýchloposuvu
Rýchloposuv priečňý	bez rýchloposuvu



## VYHOTOVENIA

- Palcové vyhotovenie
- Ukončenie vretena ISO 702/II CAMLOCK
- Výmenné kolesá na rezanie 11,5; 13 a 27 závitov na 1 palec
- Nožová hlava MultiSuisse B
- Tropické vyhotovenie
- Rôzne napájacie napätia a frekvencie
- Numerická indikácia polohy
- Vyhotovenie s brzdou vretena – nožňý central stop

## PRÍSLUŠENSTVO

- Upínacia doska 4-čelustová s priemerom 320 mm
- Hladká upínacia doska s priemerom 320 mm

### Konik

Priemer hrotovej objímky	70 mm
Zdvih hrotovej objímky	180 mm
Vnútorňý kužel hrotovej objímky	MORSE 5
Priečne prestavenie	±12 mm

### Závity

Metrické závity	– počet	26
	– stúpanie	0,25 – 20 mm
Whitvortove závity	– počet	38
	– stúpanie	2 – 160 záv./1"
Modulové závity	– počet	21
	– stúpanie	0,125 – 10 mm
Závity Diametral Pitch	– počet	32
	– počet chodov DP	4 – 160

# PŘÍLOHA 2

Technické parametry čelního soustruhu GHT 8 firmy GEMINIS [32].

## GHT 8

## GEMINIS

	GHT 8 - 1600	GHT 8 - 2000
Diámetro sobre bancada / Spinning over bed / Durchmesser über dem Querschlitten / Diamètre sur la face	1600	2000
Diámetro sobre carro transversal / Spinning over cross slide / Durchmesser über dem Querschlitten / Diamètre sur le chariot transversal	900	1300
Diámetro del eje principal / Main spindle bore diameter / Durchmesser der Spindelbohrung / Diamètre d'alésage de la broche principale	104	150
Nazir del eje principal / Main spindle nose / Spindelnause / Nez de la broche principale	55026-11	55026-15
Diametro del eje en el rodamiento delantero / Spindle diameter on front bearing / Spindelachsdiameter am vorderen Wälzlager / Diamètre de la broche au roulement avant	220	260
Gama 1 de velocidad / Speed range 1 / Geschwindigkeit / Vitesse	0...650	0...180
Gama 2 de velocidad / Speed range 2 / Geschwindigkeit / Vitesse	–	0...710
Motor principal / Main motor / Hauptmotor / Moteur principale	51	51
Par máximo / Max. Torque / Max. Drehmoment / Couple maximum	4500	8400
Recorrido del carro longitudinal / Longitudinal slide travel / Vertikalweg des Längsschlittens / Course du chariot longitudinal	1000	1000
Recorrido del carro transversal / Cross slide travel / Vertikalweg des Querschlittens / Course du chariot transversal	900	1000
Anchura de la bancada / Bed width / Bettbreite / Largeur de la table	1000	1300
Reserva de potencia / Power reserve / Leistungsreserve / Réserve de puissance	3150	4000

**DIAGRAMA PAR - POTENCIA / TORQUE - POWER DIAGRAM / LEISTUNG-DREHMOMENT-DIAGRAMM / DA DRÄHME-COUPLE-PUISSANCE**

**EQUIPAMIENTO STANDARD / STANDARD EQUIPMENT / STANDARD-AUSRÜSTUNG / EQUIPEMENT STANDARD**

- Control número Siemens 8100 - Ejeor 8055 TCC / N numerical control - Siemens 8100 - Ejeor 8055 TCC
- Numerische Steuerung - Siemens 8100 - Ejeor 8055 TCC / Contrôle numérique - Siemens 8100 - Ejeor 8055 TCC
- Torre automática de 4 estaciones / 4 stations automatic turret / Automatische Revolverturm mit 4 Aufnahmen / Tournele automatique à 4 postes
- Transportador de virutas / Swarf conveyor / Späneförderer / Laiterieur à copeaux
- Guías protegidas con cubiertas telescópicas / All guideways with telescopic protections / Die Führungen mit teleskopischen Abdeckungen geschützt / Tous les guides avec protections télescopiques
- Lubricación automática / Automatic lubrication / Automatische Schmiersystem / Lubrification automatique
- Resguardo frontal desmontable / Displaceable frontal guard / Vorder verschübbarer Schutzverkleidung / Protection avant déplaçable
- Resguardo posterior con lámpara de alumbrado / Rear guard with lamp for illumination / Hintere Schutzverkleidung mit Lampe / Protection arrière avec lampe d'éclairage
- Carenado de la zona del motor principal / Guard of the main motor area / Schutzverkleidung um den Bereich des Hauptmotor / Carénage de la zone du moteur principale
- Instalación de refrigeración / Coolant equipment / Kühlsystem / Équipement d'aérosage
- Volante electrónico / Electronic handwheel / Elektronisches Handrad / Volant électronique
- Juego de herramientas de mantenimiento / Maintenance tooling set / Set-Wartungswerkzeuge / Jeu d'outils d'entretien
- Manual de instrucciones / Instructions and maintenance manual / Bedienungs- und Wartungsanleitung / Manuel d'instructions et entretien

**DIMENSIONS (mm.)**



# PŘÍLOHA 4

Pracovní návodka pro CNC soustruh Poly Gim.

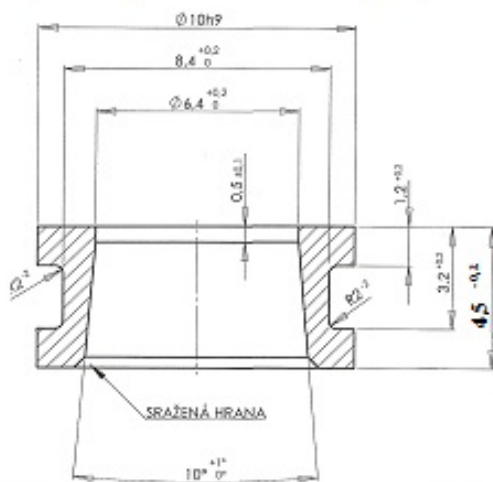
ASV v.d.  
Solnice

## PRACOVNÍ NÁVODKA

Číslo: **335/01**

Název součásti:	Č.součásti:	Poč.lístů: 1	List č.: 1
Název skupiny:	Č. skupiny:	Číslo operace: <b>010</b>	

Popis operace / číslo pracoviště	Výrobní pomůcky Měřidla, obaly, výkresy
<p>Obrábění na CNC obráběcím centru. V programu na seřazeném obráběcím centru soustružit z materiálu <math>\varnothing 10,0 \text{ h9}</math>, jakost 11SMn30 díl BUCHSE 10x4,5.</p> <p>Zarovnat zapíchnutím čelo tyčky (jen u nové tyčky), po té navrtat středící důlek do hloubky, aby došlo k sražení přední hrany buchse. Po navrtání vrtákem <math>\varnothing 6,4^{+0,2}</math> do hloubky min. 5 mm. Kuželovou frézou rozšířit průměr otvoru na pod úhlem <math>10^{\circ \pm 0,1^{\circ}}</math> (dané nástrojem) s ponecháním nerozšířeného otvoru (fásky) <math>0,5^{+0,1}</math> mm. Zapíchnout vnější drážku od hrany L <math>1,2^{+0,2}</math> mm o šířce L <math>3,2^{+0,2}</math> mm na průměr <math>\varnothing 8,4^{+0,2}</math> mm. Upíchnout kroužek v šířce L <math>4,5^{-0,2}</math> mm.</p> <p>Díly nechat olapat od oleje, zbavené přebytečného oleje omýt v odmašťovací kapalině a volně sypat po max. 5000 kusech do plechové palety MARS nebo KLT.</p> <p>Kontrola 5. kusů na začátku směny nebo po přerušení práce a dále výběrem 5 kusů z 500 kusů s provedením záznamu u všech měřených kusů.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\varnothing 10,0^{+0,1}</math></li> <li><math>\varnothing 8,4^{+0,2}</math></li> <li><math>\varnothing 6,4^{+0,2}</math></li> <li>L <math>4,5^{-0,2}</math></li> <li>L <math>1,2^{+0,2}</math></li> <li>L <math>3,2^{+0,2}</math></li> <li>L <math>0,5^{+0,1}</math></li> <li><b>Vizuální kontrola</b> - soustružený povrch musí být hladký bez rýh, ostrých hran a ořepů.</li> </ol> <p>Výsledky hodnot zapsat do záznamového listu pro výrobní kontrolu.</p>	<p>CNC dlouhotočný automat POLY GIN Inv.č. ASV 000308000</p> <p>Plechová paleta Mars nebo KLT.</p> <p>K.M. č. 5. Mikrometr 0-25/0,01 Pos. měř. 0-150/0,02 Pos. měř. 0-150/0,02 Pos. měř. 0-150/0,02 Pos. měř. 0-150/0,02 Pos. měř. 0-150/0,02 Pos. měř. 0-150/0,02</p> <p>OP-152-PI.DOT č. 33501.</p>




dující operace číslo: 020 Mezioperační kontrola	Pracoviště: Montážní dílna KM č. 1	Dne:	Změnu provedl:
index:	Změna:		

ovoval:	Dne: 15.12.2009	Schválit:	Dne:
---------	-----------------	-----------	------

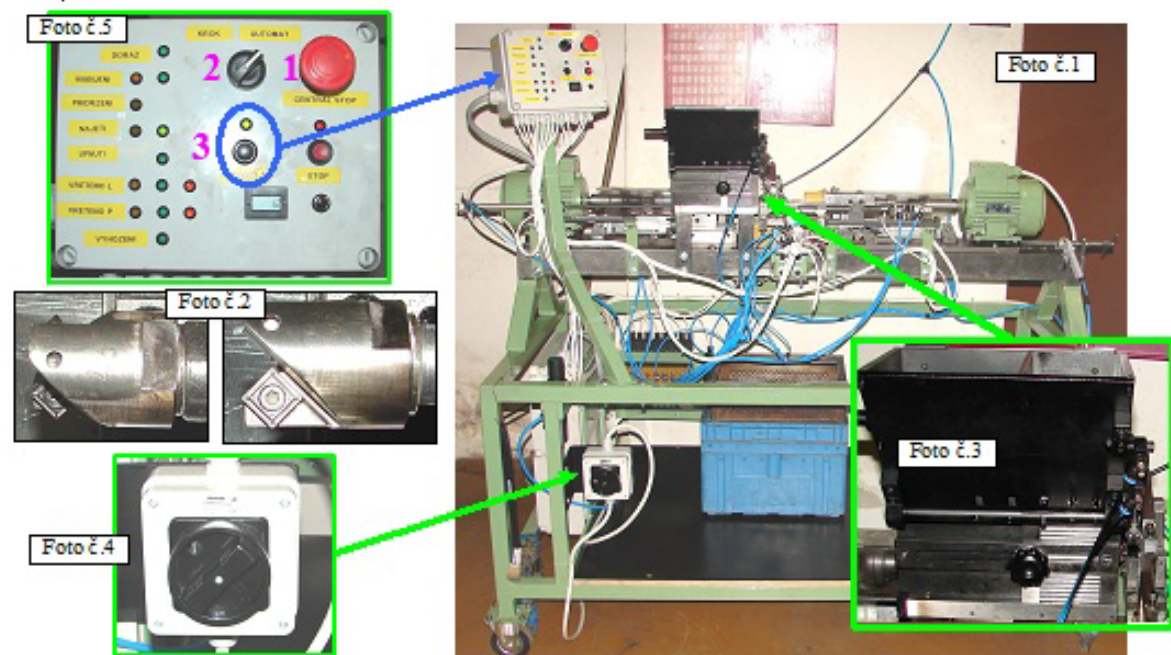
-PI0.DOT

# PŘÍLOHA 5 (1/3)

Pracovní návodka pro jednoúčelový stroj.

		<b>P01</b>		<b>PRACOVNÍ NÁVODKA</b>		<b>Číslo: 340/02</b>	
Typ:	Název dílu:	Č.dílu:	Poč.listů:	List č.:			
Datum vykrezu: 25.06.10	Název skupiny:	Č. skupiny:	3	1			
Změna: 08			Číslo operace: 020				

Číslo úkonu	Popis operace / číslo pracovníků	Výrobní pomůcky Měřidla, obaly, vykresy
	Odjehlování + ohnutí tvaru a odjehlení konce / ASV 695, ASV 672.	
1.	<p>Odjehlování.</p> <p>Do seřazeného odjehlovacího zařízení (viz Foto č.1) osazeným odjehlovací hlavičkou s břity pod úhlem 45° (viz Foto č.2) narovnat do násypného zařízení (viz Foto č.3) nasekaný polotovary <math>\varnothing 4,95^{+0,03} \times 107,9^{+0,1}</math> o jakosti S235JR (viz Foto č.9).</p> <p>Zařízení zapnout nebo vypnout „Černým“ elektrickým spínačem (viz Foto č.4) a pustit do zařízení vzduch. Při vypnutí odpojit od vzduchu.</p> <p><u>Uvedení do automatického provozu – ovládací skříňka (viz Foto č.5):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvolnit – „Centrální stop“ - Vypnutí zařízení – Ztlačit „Centrální stop“.</li> <li>2. Přepnout spínač na automat.</li> <li>3. Zmáčknout startovací tlačítko – 3x : 1. Podání polotovaru z násypky (viz Foto č.6).</li> <li>2. Přesunutí polotovaru do hlavy (viz Foto č.7).</li> <li>3. Odjehlení polotovaru z obou stran (viz Foto č.8).</li> </ol> <p>Odjehlený polotovary (viz Foto č.10) je uvolněn a propadne do zachytné krabice.</p> <p>Odjehlené polotovary rovnat do násypky pneumatického ohýbacího zařízení (viz Foto č.11).</p>	<p>Odjehlovací přípravek pneumatický - univerzální Inv. č. ASV 695.</p>




Následující operace číslo: 025

Index:	Mariopetární kontrola před KOOP.	Pracoviště:	KM č.1	Dne:	Změna provedl:
a	Změna $\varnothing$ polotovaru z 5,0 - 0,03 mm na 4,95 - 0,03 mm + doplňení měření.			28.2.2012	VV Robert Hyněk
Výpracoval: VV Robert Hyněk					
Dne: 28.2.2012		Schválil: VMQ D. Kopecká		Dne: 28.2.2012	

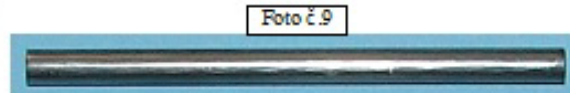
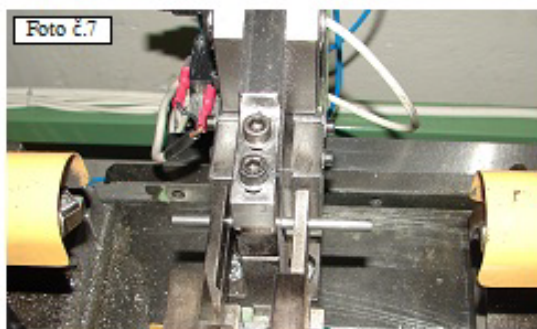
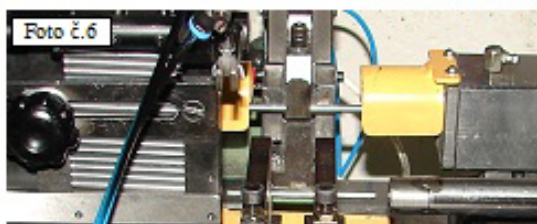
JP-09-P10.DOT

# PŘÍLOHA 5 (2/3)

Pracovní návodka pro jednoúčelový stroj.

	P01	<b>PRACOVNÍ NÁVODKA</b>		Číslo: <b>340/02</b>
	Typ:	Název dílu:	Č.dílů:	Poč.listů: 3   List č.: 2
Datum vyřazení: 25.06.10	Změna: 08	Název skupiny:	Č. skupiny:	Číslo operace: 020
Číslo skom:	Popis operace / číslo pracoviště			Výrobní pomůcky Měřidla, obaly, výkresy

## ODJEHLOVÁNÍ KONCŮ / ASV 695.



## Ohnutí tvaru a odjehlení konce / ASV 672

- Odjehlené polotovary rovnat do násypky pneumatického ohýbacího zařízení (viz. Foto č.11). Pneum. ohýbací a srážecí přípravek  
Uvedení do automatického provozu – ovládací sřítka (viz. Foto č.12):  
  - Uvolnit – „Centrální stop“ - Vypnutí zařízení – Zatlčit „Centrální stop“.
  - Přepnout spínač na automat.
  - Zmáčknuv **ele** tlačítko – spuštění motoru.
  - Zmáčknuv **startovací** tlačítko – 1. Spuštění vzduchu – pohotovostní poloha.  
2. Přesunutí polotovaru do hlavy (viz. Foto č. 7).
 Zařízení si z násypky přesune polotovar do ohýbacího prostoru, kde dojde k ohnutí  $21,6 \pm 0,3$  (19,1),  $94,0 \pm 0,3$  (91,5) a  $89^{\circ}42' \pm 30'$  a přidržení polotovaru (viz. Foto č. 13). Z pravé strany provede odjehlovací hlavička s břity pod úhlem  $45^{\circ}$  (viz. Foto č.14) odjehlení konce.  
 Po odjehlení přípravek hotový díl uvolní a vyhodí do záchytné krabčky.  
 Hodinovou produkci ponechat odděleně a po kladném výsledku měření kontrolních rozměrů, díly volně ukládat (sypat) do kovové palety VP 7101-K, max. 16 000 kusů.

Paleta kovová VP 7101-K

Následující operace číslo: 025

Pracoviště:

Index:	Měsoprávní kontrola před KOOP	Změna	KM č.1	Dne	Změna provedl:

Vypracoval:  
VV Robert Hynek  
P-09-P10.DOT


Dne: 28.2.2012

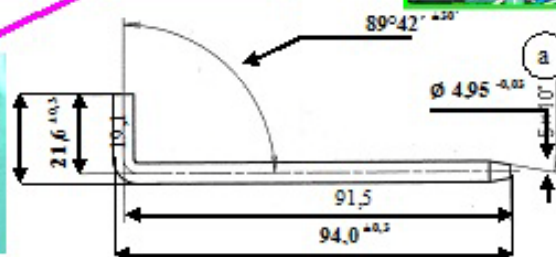
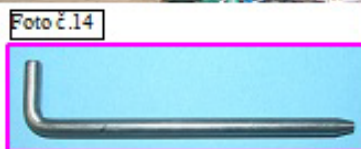
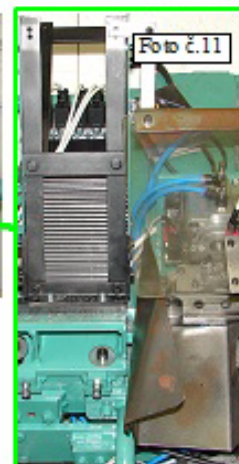
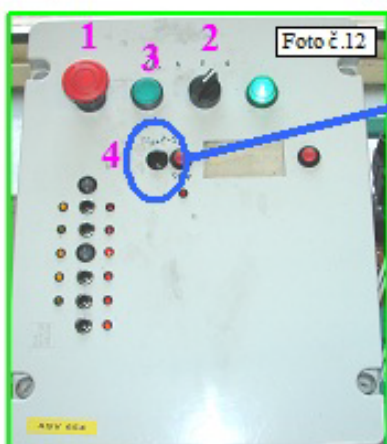
Schválil:  
VMQ D. Kopetná

Dne: 28.2.2012

# PŘÍLOHA 5 (3/3)

Pracovní návodka pro jednoúčelový stroj.

	<b>PRACOVNÍ NÁVODKA</b>		<b>Číslo: 340/02</b>	
	Typ:	Název dílu:	Č. dílu:	Poč. listů: 3
Datum vykreso: 25.06.10	Název skupiny:	Č. skupiny:	Číslo operace: 020	
Změna: 08			Výrobní pomůcky Měřidla, obaly, výkresy	
Číslo úkonu	Popis operace / číslo pracovního			



2. Kontrola 1. kusu v dávce nebo po přerušení práce a každou hodinu ve směně se záznamem.
  1. L 94,0<sup>+0,3</sup> (91,5) - kontrola lx za hodinu se záznamem.
  2. L 21,6<sup>+0,3</sup> (19,1) - kontrola lx za hodinu se záznamem.
  3. < 89°42' ±20° - **Při uvolňování měř. hodnotu (variabilně)**  
kontrola lx za hodinu se záznamem - OK
  4. 5 x 10° - vizuální kontrola se záznamem lx za hodinu - záznam -OK
  5.  $\phi$  4,95<sup>-0,02</sup> - kontrola lx za hodinu se záznamem.
  6. Vizuální kontrola se záznamem lx za hodinu - záznam -OK  
- povrch drátu musí být bez rýh, plen a ořepů, nesmí být drsný, bez známek rzi

Pos. měř. 0-150/0,02 mm  
Pos. měř. 0-150/0,02 mm  
Opt. úhломěr 0-360°/0°05'  
- příložením

Mikrometr 0-25/0,001 mm

OP-152-P1.DOT  
č. 34002.

Výsledky hodnot zapsat do záznamového listu pro výrobní kontrolu.

Následující operace číslo: 025	Pracoviště: KM a1
Index: Měsoposlední kontrola před KOOP.	Dne
Změna	Změnu provedl:

Vypracoval: VV Robert Hyněk 3P-09-P10.DOT	Dne: 28.2.2012	Schválil: VMQ D. Kopecká	Dne: 28.2.2012
--	----------------	--------------------------	----------------