evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Příručka základů soustružení

## Elektronická učebnice

*Ivana Čípová*

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu CZ.1.07/1.1.07/03.0027
Tvorba elektronických učebnic

VOŠ, SOŠ A SOU KOPŘIVNICE

# 1 Obsah

**Úvod** ..... **5**

**Vysvětlivky k ikonám** ..... **6**

**2 Bezpečnost práce** ..... **8**

2.1 Školní řád, dílenský řád ..... 8

2.1.1 Dílenský řád ..... 9

2.2 Ochranné pracovní oděvy a prostředky ..... 9

2.3 Povinnosti žáka při práci na stroji ..... 11

2.4 Hygiena a péče žáků o zdraví ..... 12

2.5 Nejčastější příčiny pracovních úrazů ..... 13

**3 Měřidla** ..... **16**

3.1 Hlavní zásady při měření ..... 16

3.2 Základní měřidla ..... 17

3.3 Speciální měřidla ..... 20

3.4 Bezpečnost práce ..... 23

**4 Hrotový soustruh – popis, druhy soustruhů** ..... **24**

4.1 Soustružení ..... 24

4.2 Hrotové soustruhy ..... 25

4.2.1 Popis hlavních částí hrotového soustruhu ..... 28

4.2.2 Obsluha hrotového soustruhu ..... 34

4.3 Druhy soustruhů ..... 35

4.3.1 Svislé soustruhy (karusely) ..... 35

4.3.2 Čelní soustruhy ..... 36

4.3.3 Revolverové soustruhy ..... 36

4.3.4 Bezpečnost práce na soustružnické dílně ..... 38

**5 Druhy nástrojů, upínání nástrojů, upínání obrobků** ..... **40**

5.1 Soustružnické nože ..... 40

5.1.1 Upínání soustružnických nožů ..... 45

5.1.2 Upínání obrobků ..... 46

5.1.3 Bezpečnost a hygiena práce ..... 51

# ÚVOD

**6 Nastavení řezných podmínek ... 54**
6.1 Určení řezných podmínek ... 54
6.1.1 Řezné podmínky při práci na soustruhu ... 55
6.2 Mazání a chlazení na soustruhu ... 55
6.3 Bezpečnost a hygiena práce ... 56
**7 Soustružení čelních a válcových ploch ... 58**
7.1 Soustružení čelních ploch ... 58
7.1.1 Pracovní operace ... 59
7.2 Soustružení válcových ploch ... 60
7.3 Bezpečnost a hygiena ... 61
**8 Soustružení složitějších válcových ploch s osazením ... 62**
**8.1 Soustružení osazení** ... 63
**9 Zhotovování otvorů ... 66**
9.1 Středění součástí na soustruhu ... 66
9.2 Navrtávání středících důlků ... 67
9.3 Vrtání otvorů ... 68
9.4 Upínání vrtáků ... 69
9.5 Postup při vrtání otvorů na soustruhu ... 70
9.6 Bezpečnost a hygiena práce ... 71
9.7 Vyhrubování a vystružování součásti na soustruhu ... 72
9.7.1 Výhrubníky ... 73
9.7.2 Postup při vyhrubování otvorů na soustruhu ... 73
9.8 Vystružování otvorů na soustruhu ... 74
9.8.1 Postup vystružování otvorů na soustruhu ... 75
9.9 Bezpečnost a hygiena práce ... 76
**10 Zapichování, upichování součástí na soustruhu ... 79**
10.1 Zapichování – zápichy, drážky ... 79
10.2 Upichování součástí ... 81
10.3 Bezpečnost práce ... 82
**11 Soustružení kuželů ... 84**
11.1 Soustružení kuželů ... 84

11.2 Postup práce při natočení nožových saní ..... 85

11.3 Bezpečnost práce ..... 89

**12 Přílohy učebního textu ..... 91**

**Závěr ..... 117**

**Doporučená literatura k dalšímu studiu ..... 118**

# ÚVOD

## Úvod

V publikaci se budu věnovat učebnímu textu k oboru 23-41M/01. Příručka je psána pro praktické vyučování 1. a 2. ročník odborné školy obor strojírenství.

Asi si myslíte po prvním prolistování, že text je velice obsáhlý. Je to jen první dojem. Je nutné si uvědomit, že smyslem praktického vyučování není přesně nabiflované učební texty a jejich reprodukce, ale praktický nácvik u strojů. Proto žádnou kapitolu nepřeskakujte a studujte postupně a pečlivě.

Nejdůležitější kapitola je 1. věnována bezpečnosti práce (BOZP) – NIKDY NEPŘESKAKOVAT! Vždy, než začnete pracovat na obráběcím stroji, si ji přečtěte.

3. – 6. kapitola se Vám bude zdát příliš teoretická, ale je sestavená tak, že veškeré učební informace postupně použijete při praktickém nácviku. Další kapitoly již postupně budete probírat na školní dílně přímo u soustruhů.

Kapitoly jsou prokládané úkoly nebo kontrolními otázkami, které by Vám měly pomoci k Vaší kontrole naučeného textu. Obrázky by Vám měly pomoci k vizualizaci, uložení do paměti a následnému vybavení. Pojmy k zapamatování jsou vlastně technickým slovníkem strojního obrábění soustružení. Je nutné si je zapamatovat a rozumět jejich významu.

Ikony umístěné v učebním textu Vám usnadní orientaci v tematickém zaměření každé kapitoly. Vysvětlivky ikonek použité v učebním textu najdete v přehledu.

V příloze této práce jsou vloženy kontrolní úlohy i s řešením a výkresová dokumentace. Můžete je použít jak při průběžných zpětných kontrolách, tak i při konečném písemném zkoušení. Výkresová dokumentace Vám pomůže při praktickém nácviku základních soustružnických prací od těch nejjednodušších až po ty složitější.

Jsem si vědoma, že v učebním textu není úplně vše o strojním obrábění soustružení, ale pouze základní informace. To ovšem stačí pro váš start, který budete postupně rozvíjet při dalším studiu v teorii vyučování nebo oboru strojírenství na jiných školách vyššího stupně.

## Vysvětlivky k ikonám

CÍLE

Na začátku každého tématu jsou uvedeny cíle. Formulují konkrétní vědomosti, to co se od vás očekává a co si vyzkoušíte, co budete znát a umět v hodinách praktického vyučování.

PRŮVODCE STUDIEM

Prostřednictvím průvodce studiem k Vám budu promlouvat. Upozorním vás na důležitá místa v textu, na informace důležité k studiu.

ÚKOL

Pod touto ikonou najdete úkoly, v kterých Vás vybídnu k tomu, abyste se buď zamysleli, uvedli svůj názor, diskutovali nebo hledali řešení na dané téma.

SHRNUTÍ

V této pasáži jde vlastně o všeobecné shrnutí probíraného učiva. Jde zde o zopakování a možnosti navrácení k bodům, které jste nepochopili, nebo vám neutkvěli v mysli.

PRO ZÁJEMCE

Je to část určená především pro zájemce, kteří mají hlubší zájem o dané téma. Zde najdete odkazy a doplňující literatury.

# VYSVĚTLIVKY K IKONÁM

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

Tyto pojmy jsou vlastně klíčová slova, daného tématu, která byste si měli zopakovat a hlavně správně vysvětlit. Pojmy najdete vždy na konci každého tématu. Jde většinou o technickou terminologii, kterou budete používat stále při strojním obrábění v praktickém vyučování, v technickém kreslení i strojírenské technologii a v dalších technických předmětech.

KONTROLNÍ OTÁZKY

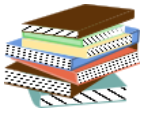
U těchto kontrolních otázek si zkontrolujete, jak jste pochopili a osvojili si důležité informace z předvedeného učiva. Zda dokážete správně a bezpečně aplikovat učivo při řešení praktických a teoretických problémů. Otázky můžete konzultovat se svým vyučujícím na konci probraného tématu.

KONTROLNÍ ÚLOHY

Úlohy slouží k prověření celého tématu soustružení. Můžete je využít při závěrečném ukončení celého čtvrtletního vyučování v ročníku.

ŘEŠENÍ A ODPOVĚDI KE KONTROLNÍM ÚLOHÁM

Zde najdete správné odpovědi ke kontrolním úlohám.



LITERATURA

Zde najdete přehled některé literatury. Tuto literaturu můžete použít pro další a ještě podrobnější informace k tomuto tématu

# 2 Bezpečnost práce

CÍL

Po prostudování této kapitoly byste měli být schopni:

- formulovat BOZP, dílenský řád, školní řád,
- popsat osobní ochranné pomůcky při práci na soustruhu,
- zdůvodnit si nejčastější příčiny pracovních úrazů na soustruhu,
- vyjmenovat povinnosti pracovníka při práci na soustruhu,
- vysvětlit hygienu a péči o zdraví.

PRŮVODCE STUDIEM

Péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci je ukotvena v ústavě ČR. Je to jedna ze základních zásad práva na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a je popsána v Zákoníku práce.

Každý pracovník (žák) musí dodržovat dané pokyny pro vykonávanou práci. Nedodržování bezpečnostních předpisů, lehkomyslnost a lajdáctví vede k velmi těžkým úrazům a tím i k nevratnému poškození vlastního zdraví, ale i zdraví kolegů (spolužáků).

Ustanovení pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci obsažené v této kapitole je výběrem z normy ČSN 20 0700 – 20 0701 zákoníku práce.

## 2.1 Školní řád, dílenský řád

Cílem školního řádu je vytvořit příznivé podmínky pro vyučování, zajištění zdraví a bezpečnosti ve škole.

Na Školní řád navazuje „Dílenský řád“, který je nedílnou součástí školního řádu. Jeho dodržování a plnění žákům vštěpujeme již od prvního vstupu do školních dílen, které jsou v prostorách školy. Dílenský řád obsahuje 13 důležitých bodů pro provoz a organizaci ve školních dílnách.

### 2.1.1 Dílenský řád

1/ Vstup do dílen je žákům povolen jen v řádném pracovním oděvu (pevná pracovní obuv, čepice, pracovní blůza – pracovní montérky).

2/ Každý žák si do dílen bude nosit mechanické posuvné měřidlo, sešit, psací potřeby.

3/ Žákům není dovoleno nosit na pracoviště dílen hodinky, řetízky, náramky, prstýnky…

4/ Žáci jsou rozděleni do skupin dle rozvrhu školy.

5/ Všichni žáci setrvávají na svém pracovišti, které jim bylo určeno.

6/ Neopustí své pracoviště bez povolení vyučujícího.

7/ Není dovoleno používat a manipulovat s jiným zařízením než je žákům přiděleno.

8/ Každou závadu, poškození stroje nebo zařízení je nutné ihned oznámit vyučujícímu.

9/ Před započetím práce si žáci vyzvednou pomůcky, nástroje, obrobky od vyučujícího.

10/ Každá skupina před odchodem z dílen uklidí své přidělené pracoviště a odevzdá pomůcky, nástroje a obrobky vyučujícímu.

11/ Praktické vyučování v dílnách probíhá bez přestávek.

12/ Žák okamžitě nahlásí každý, byť sebemenší úraz (řezná ranka, tříska v oku apod.).

13/ Žák, který si nedonese pracovní oděv a obuv má 3 neomluvené hodiny (praktické vyučování v dílnách probíhá po 3 vyučovacích hodinách).

ÚKOL

Souhlasíte s touto verzí Dílenského řádu nebo uvažujete o vypuštění některých bodů, či doplnění řádu o další body?

Prodiskutujte tuto otázku se svými spolužáky a učitelem.

## 2.2 Ochranné pracovní oděvy a prostředky

Již z předcházející kapitoly víte, že je nutné dodržovat pravidla a normy při pracovních činnostech na dílnách. Proto si musíte do praktického vyučování nosit řádný pracovní oděv a pracovní obuv.

# BEZPEČNOST PRÁCE

Pracovní oděv musí být upnutý k tělu bez volně vlajících částí. Manžety rukávů musí přiléhat k tělu a musí být zapnuty. Na ochranu hlavy a vlasů je vhodná pokrývka hlavy čepice (kšiltovka). Vlasy nesmí zpod pokrývky vyčnívat.

K ochraně očí a obličeje budete používat ochranné pracovní brýle nebo ochranný štít.

Pracovní obuv musí být pevná, uzavřená a nejlépe kožená s hrubou podrážkou.

Při práci a obsluze stroje není dovoleno nosit náramkové hodinky, náramky, řetízky, prstýnky, vázanky, šály atd. Tyto věci musí být před začátkem praktického vyučování odloženy.

Ochranné pracovní rukavice se mohou používat jen při upínání nebo výměně obrobku za klidu stroje. Při vlastní obsluze stroje musí být rukavice sejmuty.

Zranění nebo ošetření žáci (pracovníci) s obvazem nesmí obsluhovat stroj.

Obr. 1. Pracovní oblečení, obuv a ochranné pomůcky

Ochranné brýle

Pracovní čepice

Pracovní obuv s pevnou podrážkou

Montérkové kalhoty

Montérková blůza

## 2.3 Povinnosti žáka při práci na stroji

Na stroji žáci (pracovníci) musí pracovat jen takovým způsobem, který je předepsán jako bezpečný a správný, aby neohrozily sebe ani své kolegy spolužáky.

Před spuštěním stroje je třeba zkontrolovat:

- stroj před začátkem práce a jeho spouštěcí i vypínací zařízení,
- zda je obrobek řádně upnut v upínacím zařízení (nejčastěji sklíčidle),
- zda je nůž dostatečně upnut nejméně dvěma šrouby,
- pokud obrobek upínáme pomocí hrotu v koníku, je nutné zkontrolovat, zda je koník přitažený k loži.

Za chodu stroje je nutné:

- při přerušení elektrického proudu ihned vypnout hlavní vypínač stroje,
- nářadí k upínání obrobků a nástrojů používáme jen k tomu určené a nepoškozené,
- při výměně nástroje, měření, upínání obrobků je nutné zastavit vřeteno soustruhu,
- do univerzálního sklíčidla upínáme jen obrobky, které lze bezpečně upnout. Po upnutí je NUTNÉ upínací klíč vyjmout ze sklíčidla,
- dobíhající vřeteno – sklíčidlo se NESMÍ brzdit nebo zastavovat rukou nebo jiným drženým předmětem,

- třísky se mohou odstraňovat z pracovního prostoru pouze háčkem k tomu určeným (s ochranným štítem – proti zranění rukou),
- soustruh smí obsluhovat jen jeden žák,
- je nutné dbát o nepoškození nástroje a měřidel.

Po skončení práce na soustruhu je nutné:

- vypnout stroj i hlavní vypínač soustruhu,
- odstranit nástroj i obrobek, uložit měřidla na místa k tomu určená,
- odstranit třísky a jiné nečistoty do tříděného odpadu,
- uvést pracoviště do pořádku.

ÚKOL

Zamyslete se nad důležitostí dodržování povinností při práci na obráběcích strojích.

## 2.4 Hygiena a péče žáků o zdraví

Každý žák je povinen dbát a dodržovat osobní hygienu, nosit pracovní oděv, obuv a další ochranné pracovní prostředky čisté a vhodné pro vykonávanou práci. To již víme z předcházejících kapitol.

Každý si své zdraví musí chránit a dbát na ošetření i drobných zranění. Každý úraz musí být evidován v knize drobných úrazů a nahlášen vyučujícímu.

Na pracovišti u stroje žák nesmí jíst (špinavé neumyté ruce, nesoustředění se na práci) – dodržování hygieny při práci.

Žáci v praktickém vyučování jsou a vlastně podle zákoníku práce musí být každoročně opětovně proškolováni ze zásad bezpečnosti práce.

## 2.5 Nejčastější příčiny pracovních úrazů

Všechny obráběcí stroje jsou konstruovány tak, aby byla vždy zajišťována bezpečnost obsluhy. V žádném případě se nelze spolehnout na stroj. Zárukou není ani nejlepší a nejsprávnější konstrukce stroje a ani ta nezaručuje úplnou bezpečnost obsluhy.

Mezi nejčastější příčiny pracovních úrazů při práci patří:

- nepoužívání předepsaných ochranných pomůcek,
- nedostatečné ustrojení žáka (pracovníka),
- povrchní seznámení s funkcí stroje a prováděnou prací,
- provádění práce, která nebyla zadána a vysvětlena vyučujícím,
- vykonávání práce nedbale a vzájemné vyrušování žáků při práci,
- používání vadných nebo nevhodných nástrojů, nářadí a přípravků při práci,
- vykonávání práce za sníženého vnímání a nesoustředění,
- špatnou organizací práce, nevhodnou manipulací s materiálem, neuklizením stroje a nahromaděných třísek,
- neukázněným chováním a nepozorností na pracovišti.

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vyjmenuj nejčastější příčiny pracovních úrazů!

2/ Popiš své pracovní oblečení v dílnách při strojním obrábění!

ÚKOL

Zamyslete se nad nedodržováním BOZP nejen na pracovišti dílen, různých strojírenských a nestrojírenských firem. Ale také v silničním provozu a na komunikacích.

Diskutujte se spolužáky o situacích, při kterých dochází při nedodržování bezpečnostních pravidel.

Řekněte si příklady příčin pracovních úrazů u strojního obrábění při nedodržování BOZP.

SHRNUTÍ

Jedinou zárukou a prioritou pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci jsou a vždy budou tři základní faktory – pořádek, čistota a kázeň na pracovišti. Na výkonnost žáka má největší vliv prostředí, v kterém pracuje a také studuje.

Důležité je správné, bezpečné oblečení - hygienické pevné obutí a oděv předepsaný pro danou práci. Skutečnost v praktickém životě je taková, že kvalitní péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci zvyšuje kulturu firmy, a je jedním z benefitů poskytovaných zaměstnancům a zároveň chrání zaměstnavatele, ale také školu, ve které studujete a máte praxi před možnými úrazy.

PRO ZÁJEMCE

Pokud se chcete seznámit podrobněji s dalšími body BOZP, doporučuji prostudovat normy ČSN 20 0700 – 20 0701, zákoník práce, školní řád.

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP)
- ochranné pomůcky
- dílenský řád
- školní řád
- pracovní oděv
- pracovní obuv
- pracovní úraz

# BEZPEČNOST PRÁCE

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vyjmenuj body dílenského řádu a zdůvodní je!

2/ Vyjmenuj ochranné pracovní prostředky používané při strojním obrábění – soustružení!

3/ Svými slovy vysvětli povinnosti žáka při práci za chodu stroje!

4/ Analyzuj nejčastější příčiny pracovních úrazů!

5/ Vysvětli význam bezpečnosti a ochrany zdraví při práci!

# 3 Měřidla

CÍL

Po prostudování této kapitoly byste měli být schopni:

- dodržovat zásady správného používání měřidel,
- vyjmenovat základní používaná měřidla při soustružení,
- měřit se základními měřidly,
- popsat základní měřidla.

PRŮVODCE STUDIEM

Na soustruhu vyrábíme různé součásti, které vyžadují přesnost určenou výkresovou dokumentací. K dodržení těchto přesností, k jejich měření používáme základní a speciální měřidla. O tyto měřidla se musí stále pečovat (ošetřovat, kalibrovat), aby naměřené veličiny odpovídaly skutečnosti – výkresové dokumentaci.

## 3.1 Hlavní zásady při měření

U činnosti v praktickém vyučování se neobejdeme bez měřidel. Proto, aby měřidla správně měřila, musíme i těm nejjednodušším věnovat náležitou péči, a také aby se nesprávným zacházením neznehodnotila. Vadná a poškozená měřidla mohou být příčinou neopravitelných nebo i opravitelných zmetků. Což vlastně ve výrobě znamená ekonomické i časové navýšení, které se řeší s viníkem na pracovišti.

Správné měření a starost o měřidla vyžaduje respektování základních zásad při měření.

Měřidla se musí chránit proti hrubému mechanickému poškození (pády, údery). Měřidla vždy odkládáme na čistou pokud možno měkkou podložku (guma, dřevo, plast).

Součást měříme vždy za plného klidu (zastavený stroj). Nestále dbáme o čistotu měřidla, ale i svých rukou při měření. Dalším důležitým krokem při měření je, že musí být stykové plochy měřidla i měřená součást vždy očištěna i od nejjemnějších třísek a nečistot. Při měření lehce sevřeme

pohyblivou čelistí nebo ramenem měřidla měřený rozměr součásti a přečteme na noniu naměřenou hodnotu. Po přečtení hodnoty měřidlo rozevřeme a položíme spět na podložku u stroje.

Než měřidlo po skončení práce odevzdáme nebo uklidíme, očistíme jej a jemně přetřeme olejem.

Každé měřidlo je třeba po určité době periodicky překontrolovat (kalibrovat), zda jeho přesnost odpovídá přesnosti, pro které je měřidlo používané. Každé takové měřidlo má vlepenou kalibrovací značku, která udává měsíc a rok další kalibrace.

Obr. 2. Značka kalibrace

## 3.2 Základní měřidla

**Posuvná měřidla** jsou nejrozšířenějšími universálními měřidly při soustružení. Tyto měřidla měří s přesností 0,1 mm, 0,05 mm a 0,02 mm. Nejpoužívanější je přesnost 0,1 mm. Na přesnější měření používáme jiná přesnější měřidla. Konstrukčně jsou posuvná měřidla řešena tak, aby umožňovala měření vnějších průměrů a délek, vnitřních průměrů a hloubek. V praxi se můžeme setkat s posuvnými měřidly délek 150 mm, 250 mm, 400 mm až 2000 mm. Posuvný hloubkoměr umožňuje měřit hloubky děr, osazení, drážky, vybrání s přesností stejnou jako u posuvných měřidel.

Obr. 3. Posuvné měřidlo

Obr. 4. Mechanické posuvné měřítko s hloubkoměrem a dvěma doteky

Obr. 5. Digitální posuvné měřítko

**Třmenové mikrometry** jsou odstupňovány po 25 mm (0–25, 25–50 až do 200), měří s přesností 0,01 mm. Pro měření velkých průměrů jsou odstupňovány po 100 mm až po 1000 mm. Používají se pro kontrolu délek a vnějších průměrů obrobků s přesností 0,01 mm.

Hlavní části všech mikrometrických měřidel je přesný šroub délky 25 mm se závitem o stoupání 0,5 mm.

Hodnoty rozměru, které jsou dány vzdáleností měřících doteků, se odečítají s přesností 0,01 mm na otáčivém bubínku, rozděleném po obvodu na 50 dílků proti pevné stupnici dělené po 0,5 mm. Velmi důležitou částí mikrometru je řehtačka, která chrání přesný mikrometrický šroub před poškozením a zaručuje stejný měřící tlak.

# MĚŘIDLA

Obr. 6. Třmenový mikrometr s mechanickou stupnicí

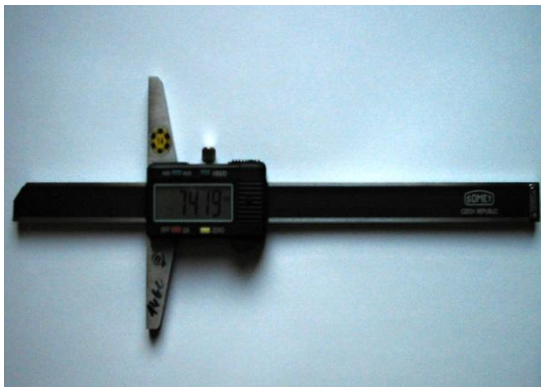
Obr. 7. Třmenový mikrometr s digitálním odečítáním

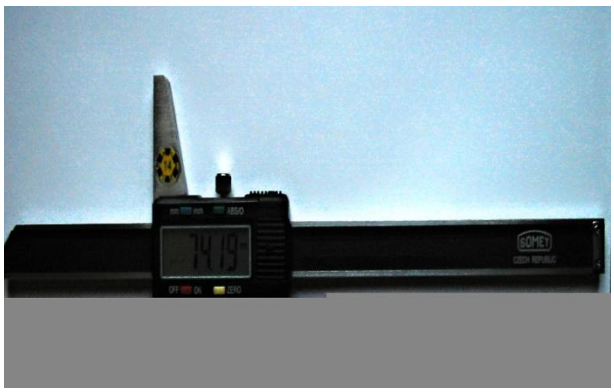
Obr. 8. Skutečný odečet hodnoty (3,54 mm)

Obr. 9. Mikrometr s úhlovými plochami

**Mikrometrický hloubkoměr** umožňuje měření s přesností 0,01 mm. Slouží k měření děr, drážek, osazení a vybrání.

Obr. 10. Mikrometrický hloubkoměr





## 3.3 Speciální měřidla

**Mikrometrický odpich** se používá zejména k měření vnitřních rozměrů větších než 50 mm. Měří s přesností 0,01 mm. Oba konce mikrometrických odpichů mají kulové plochy.

Obr. 11. Odpich s kulovými plochami

**Číselníkový úchylkoměr** velmi často tvoří součást jiného měřidla. Bývá nejčastěji upevněn do stojánků a používá se nejčastěji k měření obvodové nebo čelní házivosti (sklíčidel, trnů, obrobků) s přesností 0,01 mm.

Obr. 12. Mechanický a digitální číselníkový úchylkoměr

Obr. 13. Stojánek

# MĚŘIDLA

**Mezní válečkové kalibry** (jednostranné, oboustranné) jsou určeny pro kontrolu rozměrů předepsaných na výkresech. Mezními kalibry se zjišťuje, jestli součást (otvor) byla vyrobena v mezích předepsané tolerance. Tyto mezní rozměry předepsané tolerance jsou prezentovány dobrou a zmetkovou stranou. Zmetková strany bývá označena červeně a u válečkových kalibrů bývá kratší.

**Mezní třmenové kalibry** (jednostranné, oboustranné) používáme ke kontrole vnějších rozměrů, hřídelí v rozměru vyznačeném na kalibru.

Obr. 1. Třmenový oboustranný kalibr, válečkový kalibr oboustranný a jednostranný kalibr, plochý oboustranný kalibr, závitový válečkový kalibr

## 3.4 Bezpečnost práce

Bezpečnost práce jsme již popsaly v kapitole 1. Při měření na soustruhu stále připomínáme, že součást měříme vždy za klidu (zastavený stroj). K bezpečnosti patří dodržování zásad měření.

ÚKOL

Právě jste se naučili měření se základními měřidly. Mé žáky velice baví měření průměru svého vlasu pomocí třmenového mikrometru. Pokuste se také přeměřit svůj vlas a výsledek porovnejte se spolužáky.

SHRNUTÍ

Ve strojírenské výrobě existuje mnoho druhů měřidel, které je možné dělit podle různých hledisek. Pro naše měření nám stačí základní měřidla. S ostatními měřidly se budete setkávat v teorii vyučování v předmětu Kontrola měření. Při měření různých vyráběných součástí musíme dodržovat předepsané rozměry dle výkresové dokumentace (v různé přesnosti). Správné měření vyžaduje respektování základních měřičských zásad. Poškozené měřidlo, nesprávné měření, nekalibrované nebo prošlá kalibrace je příčinou zhotovené zmetkové opravitelné nebo neopravitelné součásti.

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- posuvné měřidlo
- posuvný hloubkoměr
- třmenový mikrometr
- mikrometrický hloubkoměr
- mikrometrický odpich
- číselníkový úchylkoměr
- mezní válečkový kalibr
- mezní třmenový kalibr
- plochý kalibr
- kalibrace

# 4 Hrotový soustruh – popis, druhy soustruhů

CÍL

Po prostudování této kapitoly byste měli být schopni:

- formulovat princip soustružení,
- popsat soustruh a vysvětlit, k čemu jednotlivé části používáme,
- obsluhovat – spustit a vypnout universální hrotový soustruh SV18R,
- vyjmenovat druhy soustruhů,
- zdůvodnit dodržování bezpečnosti a hygieny práce při soustružení.

PRŮVODCE STUDIEM

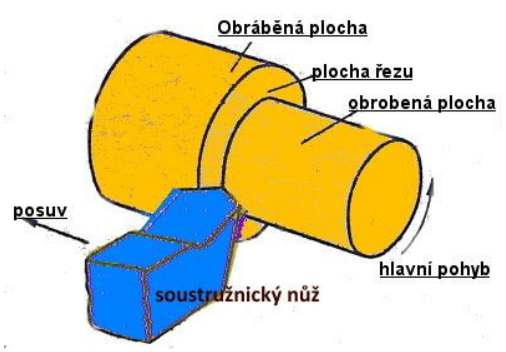
Soustružení je nejobvyklejší, nejčastější druh obrábění a se soustruhy různých konstrukcí se setkáváme ve všech nářaďovnách, opravnách, údržbářských dílnách prostě firmách věnující se strojírenské výrobě.

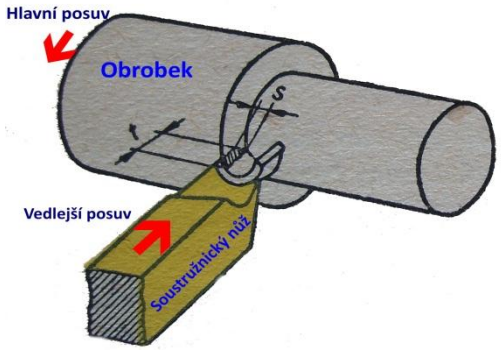
Mnoho součástí a výrobků má tvar hladkého válce, kužele nebo jiného rotačního tělesa, která jsou vyráběna právě strojním třískovým obráběním soustružením. Například mezi ty nejznámější a žákům nejbližší jsou šrouby, kolíky, hřídele, čepy, ale také různá madla - úchyty a doplňky používané v domácnosti. Nevýhodou třískového obrábění je značný odpad materiálu a následná namáhavá manipulace s ním. I přes tyto nedostatky je soustruh nejrozšířenějším obráběcím strojem. Cílem této kapitoly je poznat princip strojního obrábění soustružení a částečně se seznámit s tímto způsobem práce.

## 4.1 Soustružení

Je strojní třískové obrábění jednobřitým nástrojem zvaným soustružnický nůž. Při tomto strojním třískovém obrábění koná materiál pohyb rotační tj. hlavní pohyb a nástroj tj. soustružnický nůž vykonává pohyb vedlejší (přísuv a posuv).

Obr. 15. Hlavní a vedlejší pohyby obrobku




ÚKOL

Nyní když jsme si pro představu předvedli obrábění součásti na soustruhu, vysvětlili princip, tohoto obrábění zamyslete se:

- co vše ve vašem okolí, doma, ve škole, při sportu nebo koníčku je vyrobeno na soustruhu?

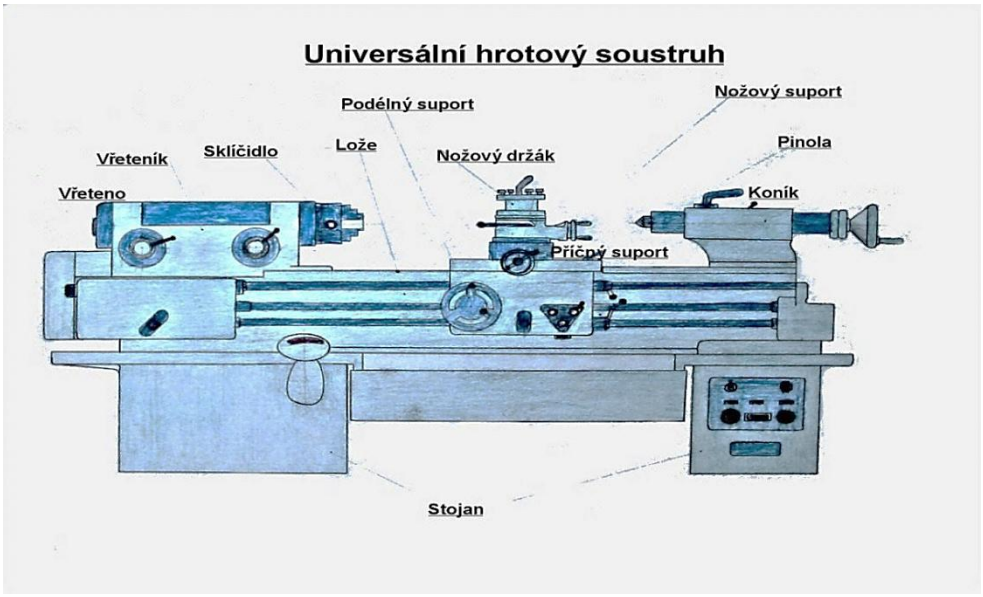
## 4.2 Hrotové soustruhy

Používají se nejčastěji v kusové a malosériové výrobě pro soustružení hřídelových a přírubových součástí a dalších součástí rozličných rozměrů a tvarů. (již zmiňované v předcházející kapitole).

Velikost soustruhů je dána především tzv. točným průměrem (max. průměr obrobku, který lze obrobit) a délkou soustružení (dána vzdáleností mezi hroty, sklíčidlem a hrotem).

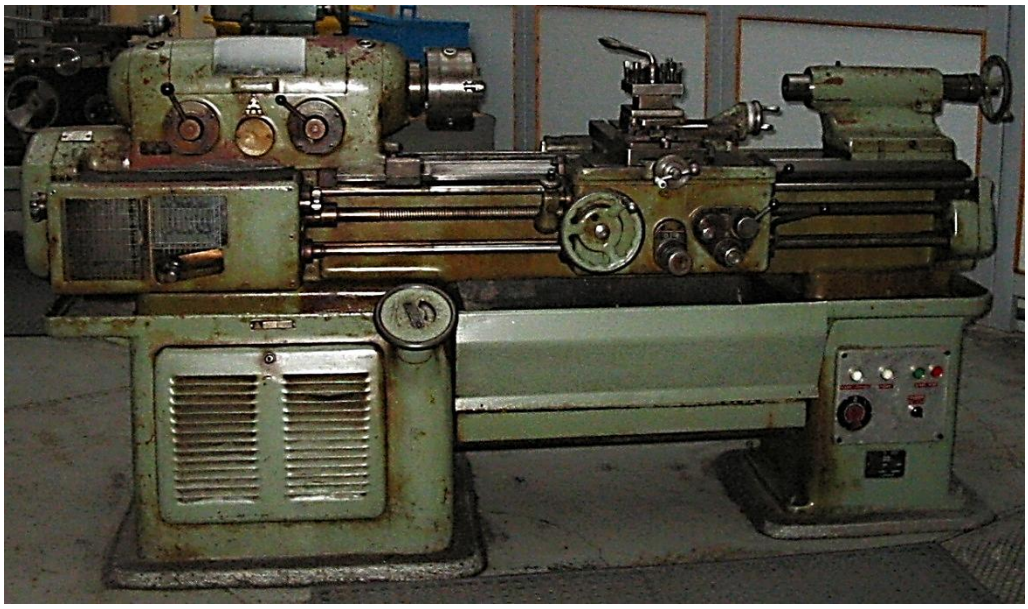
# HROTOVÝ SOUSTRUH – POPIS, DRUHY

Obr. 16. Hlavní části univerzálního hrotového soustruhu SV18R

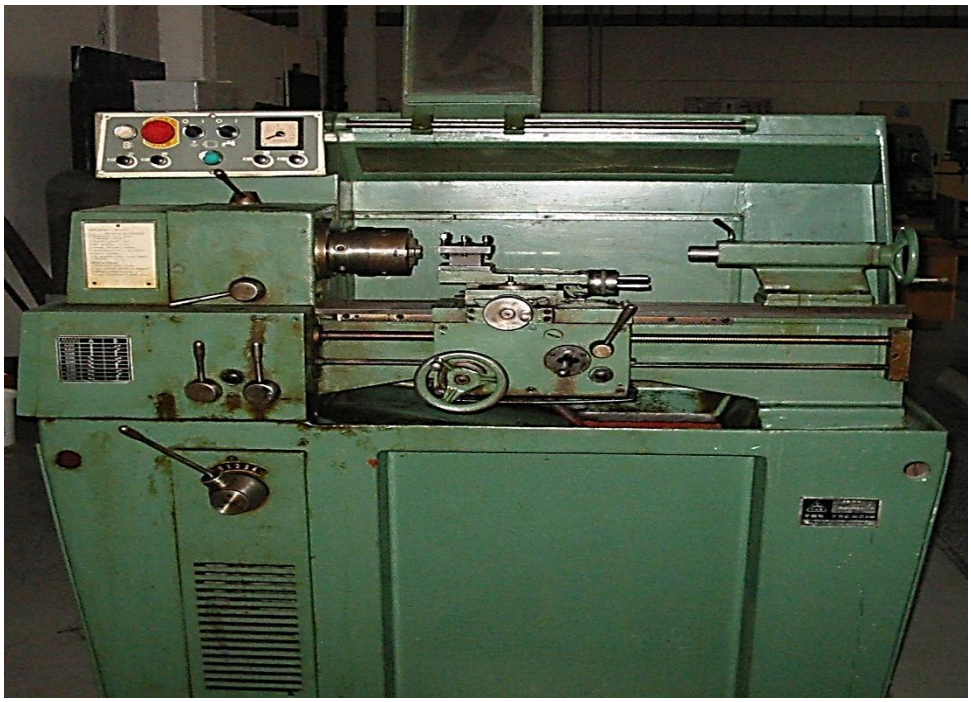



Obr. 17. Soustruh Colchester Master 3250

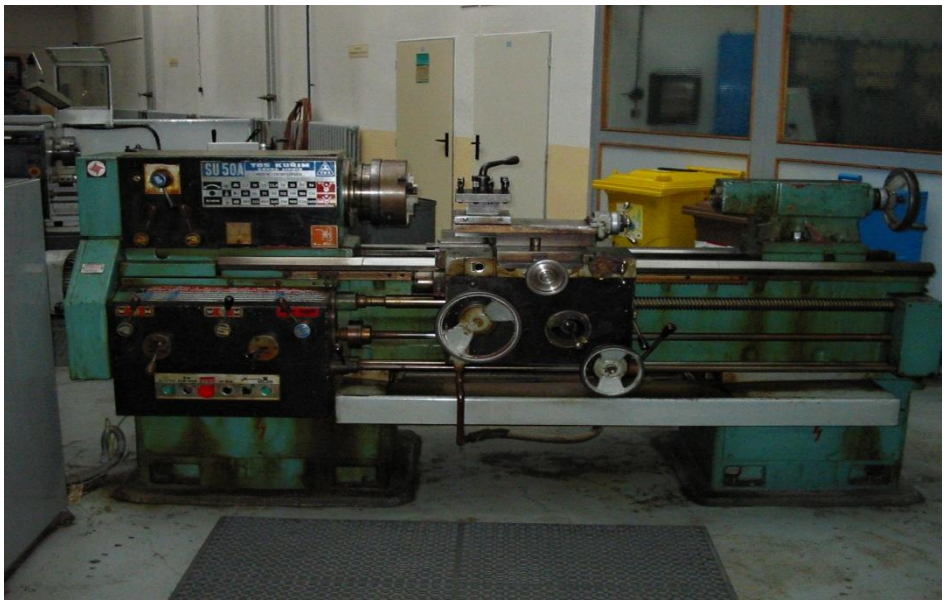
Obr. 18. Universální hrotový soustruh SV18R



Obr. 19. Universální hrotový soustruh SV16A



Obr. 20. Universální hrotový soustruh SU50A




Obr. 21. Universální hrotový soustruh

### 4.2.1 Popis hlavních částí hrotového soustruhu

Nyní když jsme si předvedli universální hrotový soustruh a vysvětlili princip soustružení, popíšeme si základní části stroje.

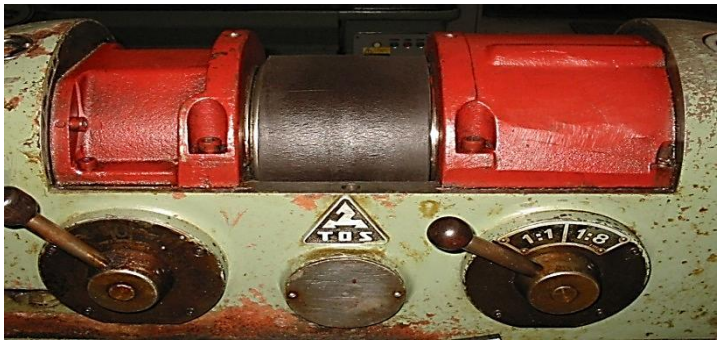
# HROTOVÝ SOUSTRUH – POPIS, DRUHY

**Lože** – je základní část stroje, ocelolitinové vedení, které má vodící plochy na upevnění vřeteníku, na přestavování koníku a pro posuv suportu. Vodící plochy lože jsou kalené a leštěné.

Obr. 22. Lože

**Vřeteník** – je skříňového tvaru, kde je uloženo vřeteno (osazená hřídel), na které je nasazeno sklíčidlo či jiný upínací přípravek. Ve skříni vřeteníku se nacházejí ozubené převody pro potřebné stupně otáček vřetena (kalkulátor – změna počtu otáček) a zařízení pro spuštění vřetena (upínacího přípravku – sklíčidla).

Obr. 23. Vřeteník




**Převod na změnu otáček** – otáčky měníme kolem za klidu stroje na hodnotu potřebnou k soustružení dle řezných podmínek a dílenských či strojírenských tabulek.

Obr. 24. Změna otáček – kalkulátor

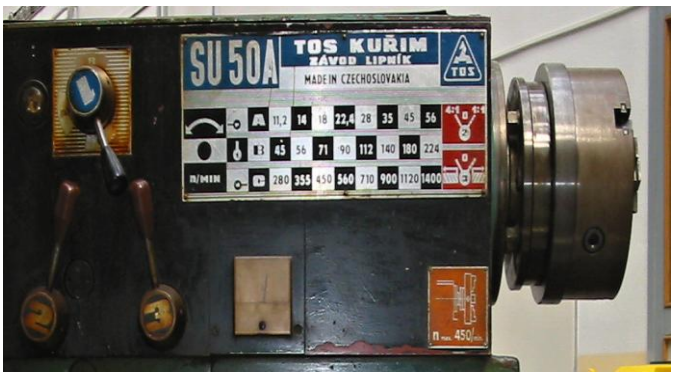
a/ univerzálního hrotového soustruhu

b/ soustruh S50

# HROTOVÝ SOUSTRUH – POPIS, DRUHY

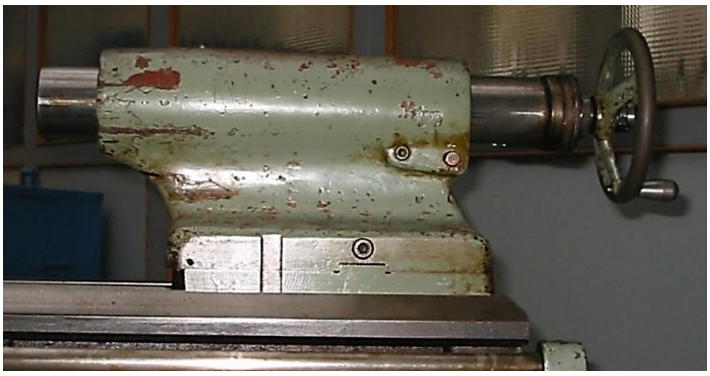
a/

b/




**Koník** – se pohybuje po loži soustruhu. V jeho dutině je uložena souosá s pracovním vřetenem výsuvná hrotová objímka (pinola). Pinola se posouvá (zasouvá a vysouvá) pomocí pohybového šroubu, na jehož konci je ruční kolo, kterým pinolu nastavujeme na potřebnou vzdálenost. Do pinoly upínáme nástroje (navrtáváky, vrtáky, výhrubníky, výstružníky), či pomocné upínací přípravky např. upínací hroty atd. Těleso koníku je možné příčně přestavit na základní desce (loži soustruhu) při soustružení kuželů.

Obr. 25. Koník



**Suport** – se posouvá podélnými saněmi po vedení lože. Na soustružení průměrů (osazení součástí) používáme buď podélný suport (dolní suport - velké kolo – na dlouhé délky – strojní posuv), nebo nožový suport umístěný na nožových saních (horní suport), který se posouvá jen ručně. Na nožových saních je umístěn nožový držák, nebo častěji otočná (točna) nožová hlava, v níž lze upnou až 4 nástroje (soustružnické nože). Ke zkracování součástí používáme buď ručně, nebo strojně příčný posuv umístěný na příčných saních suportu.

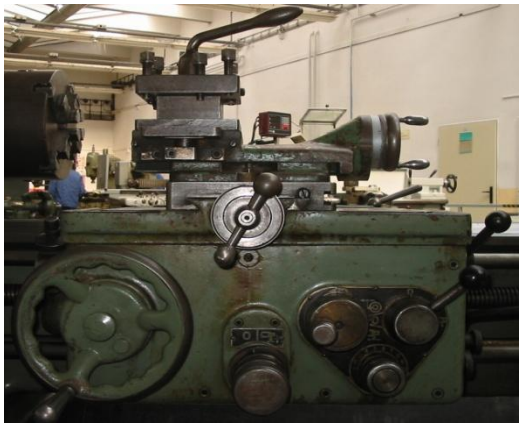
Pohon suportu — vodící šroub a vodící hřídel. Suport a jeho části - podélné saně se suportovou skříní — pohon buď ručně, nebo strojně. Příčné saně — pohon buď ručně, nebo strojně. Nožové saně — pouze ruční pohon. Nožová hlava (točna).

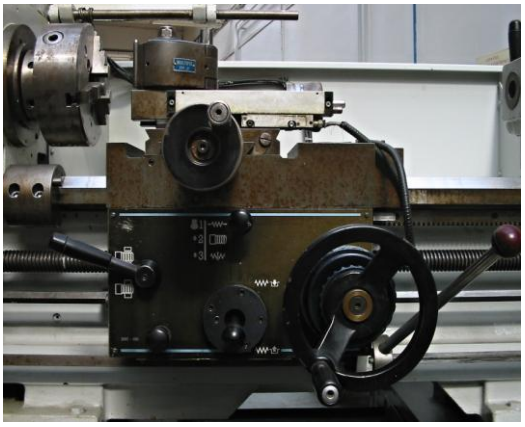
# HROTOVÝ SOUSTRUH – POPIS, DRUHY

Obr. 26. a/ suport univerzálního hrotového soustruhu,

b/ suport soustruhu Colchester Master 3250

a/ b/



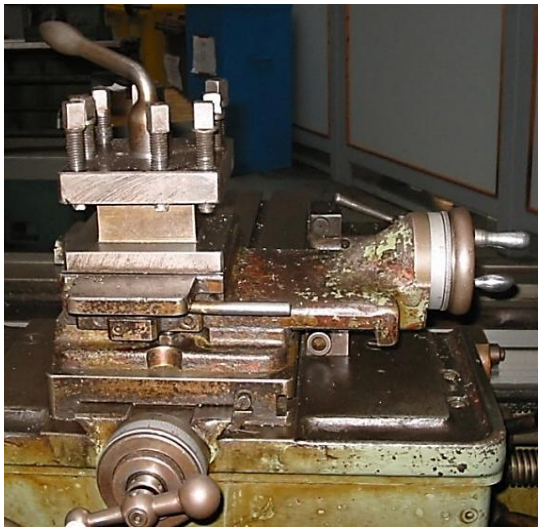


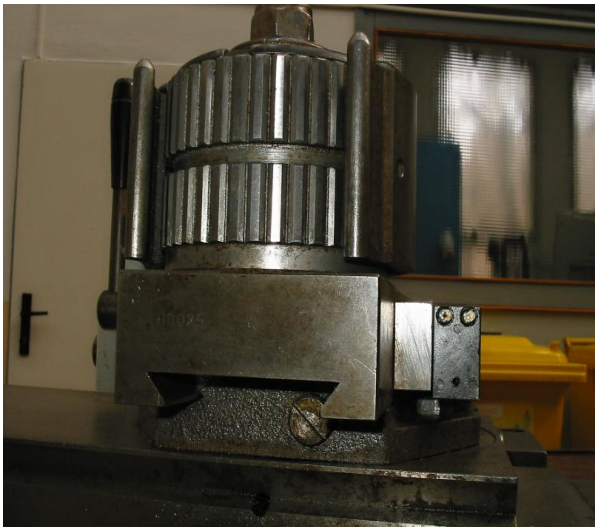
Obr. 27. Horní suport

a/horní suport s nožovou hlavou

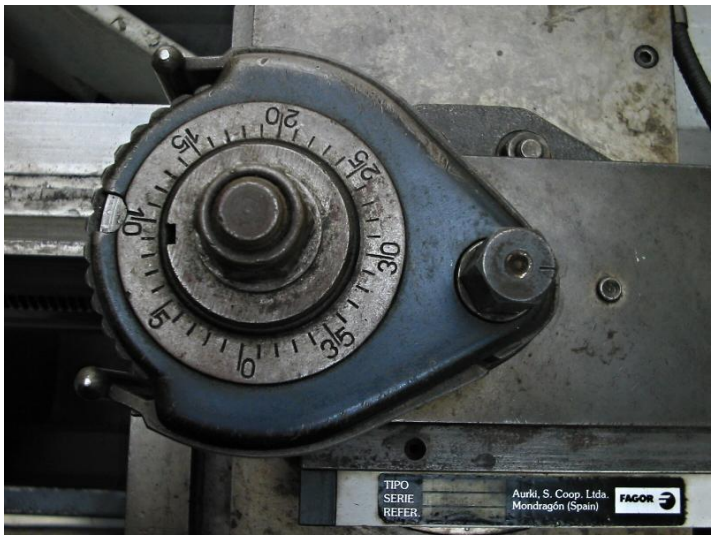
b/,c/ nožová hlava soustruhu Colchester Master 3250

a/ b/

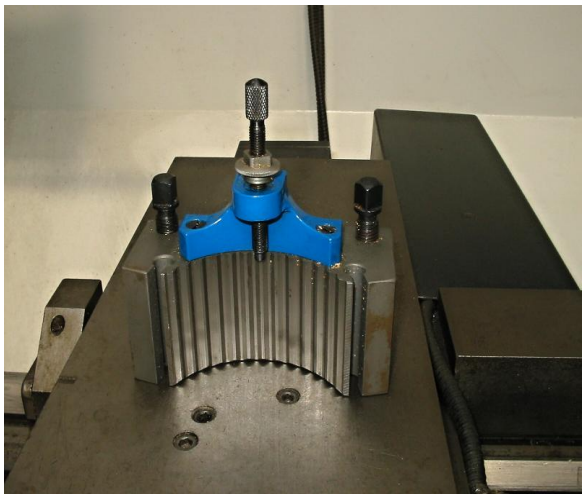


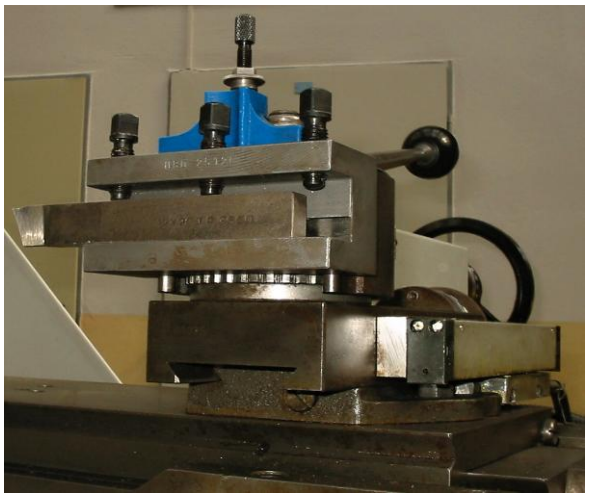


c/



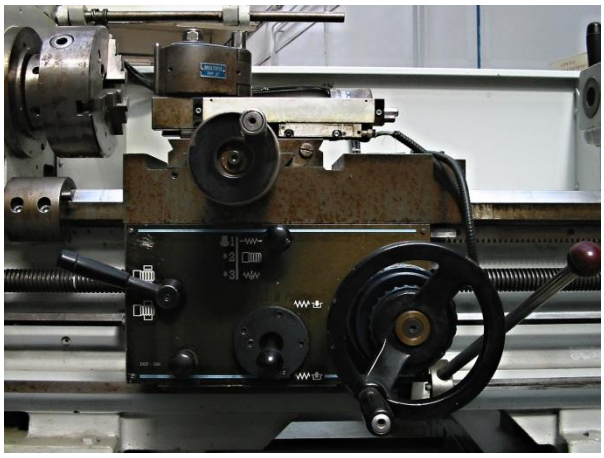

Obr. 28. Upínka pro soustružnický nůž na soustruh Colchester Master 3250

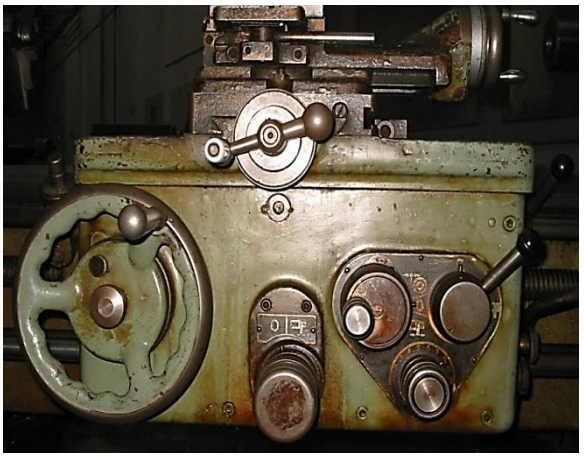


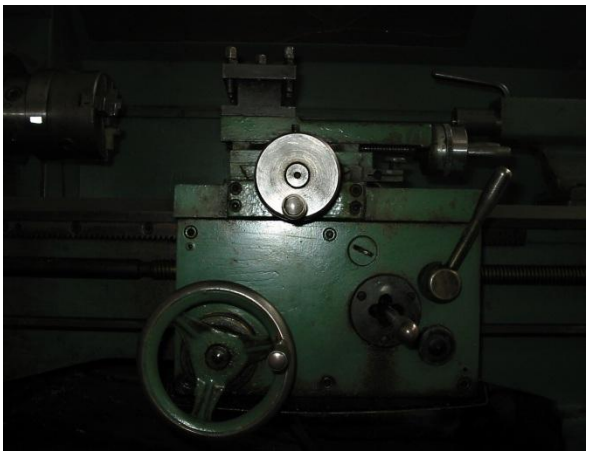


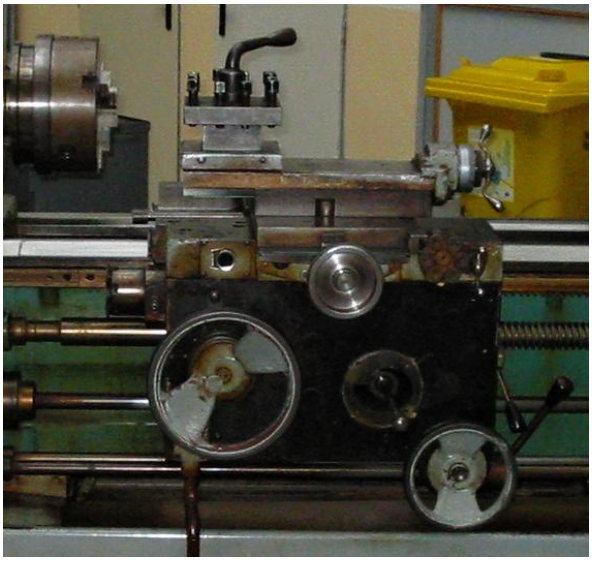
**Suportová skříň** – je upevněna na suportu. Je to součást sloužící k posouvání suportu, k nastavení směru a smyslu posuvu (podélný vpravo nebo vlevo, příčný k obrobku nebo zpět) a k vypínání posuvu.

Obr. 29. Suportová skříň









Obr. 30. Displej soustruhu Colchester Master 3250

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vlastními slovy vysvětli princip soustružení!

2/ Definuj body Dílenského řádu!

### 4.2.2 Obsluha hrotového soustruhu

Nyní si vysvětlíme obsluhu soustruhu na pracovišti. Při příchodu na pracoviště nejdříve vše na soustruhu překontrolujeme – páky soustruhu, soustruh zda je v pořádku a páky ve správných polohách. Poté nejprve zapneme hlavní spínač soustruhu. Zároveň při zapnutí spínačů uvedeme v pracovní činnost olejové a chladící čerpadlo, které je umístěno v levém stojanu soustruhu a také se rozsvítí kontrolní žárovka. U suportové skříně je páka – spínací spojka motoru, kterou zapínáme (roztáčí se sklíčidlo) a brzdíme motor (zastavujeme sklíčidlo). Motor se nachází v levém stojanu. Rychlostní skříň je uložena pod motorem a měníme s ní rychlosti vřetena (sklíčidla), řadíme ručním kolem (kalkulátorem), které je umístěno na levém stojanu soustruhu.

Přesunutím páky vpravo (nacházející se na vřeteníku – změna převodů), řadíme převod 1:1 a vlevo převod 1:8, což znamená 8 krát menší otáčky. Touto spínací spojkou smíme pohybovat vždy jen při vypnutém motoru! Pozor u jiných druhů soustruhů jsou převody více členěny a různě se nastavují – viz. soustruh S50

Ruční kolo (velké – z čela suportu) slouží k ručnímu podélnému posuvu (knoflík nacházející se ve středu kola musíme při ručním posuvu zasunut).

Rukojeť na suportové skříni (z čela skříně) slouží ke změně na strojní podélný posuv (knoflík je vysunut).

Zajišťovací páčka umístěna na zadní straně suportu brání nežádoucímu pohybu saní po loži.

Na podélný stavitelný doraz upevněný na loži (pod sklíčidlem) naráží nastavitelný (pohyblivý) doraz na suportu (slouží k nastavení délek - dorazů při podélném strojním soustružení).

Ručním kolečkem (na suportové skříni u našeho těla) posouváme příčný posuv (zkracujeme délku součásti).

Při výrobě závitu k rychlému vysunutí nože ze záběru závitu nám slouží páka umístěná na nožových saních) umístěná taktéž směrem k našemu tělu). Kolečkem umístěným z pravé strany nožových saní pohybujeme nožovými saněmi (citlivější obrábění podélného posuvu – opracování průměrů).

K povolení, otočení a utáhnutí nožové hlavy použijeme páku umístěnou na vrchní části nožové hlavy.

Rukojetí (válečkem umístěným z čela suportové skříně) zapínáme a vypínáme ručně strojní posuv jak podélný tak i příčný. Tato rukojeť se automaticky přepne do 0 polohy (zapnutý automatický strojní posuv) při nárazu pohyblivého dorazu na pevný doraz (nastavení potřebné délky). Regulační rukojetí (na čele suportové skříně) měníme velikost síly táhnoucí suport od 1 (nejmenší) až po 10 (největší).

## 4.3 Druhy soustruhů

Soustružnické stroje byly, jsou a asi stále budou nejpoužívanější obráběcí stroje ve firmách zabývajících se strojním obráběním. Soustruhy se vyrábí ve velkém počtu typů, velikostí a také v řadě stupňů automatizace a možnosti programování operací.

Z konstrukčního hlediska se dělí na:

hrotové, revolverové, svislé, speciální, čelní

Podle stupně automatizace:

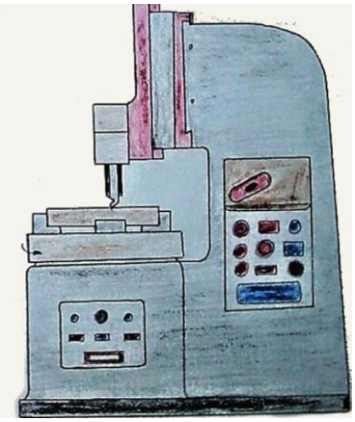
ručně ovládané, poloautomatické, automatické.

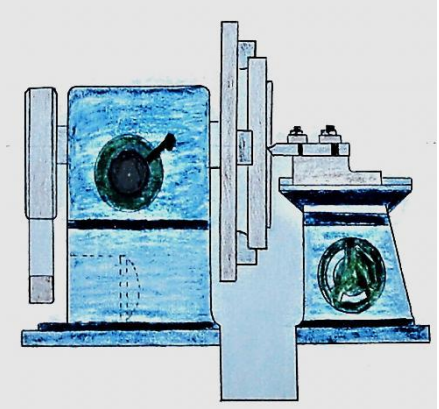
### 4.3.1 Svislé soustruhy (karusely)

Nejčastější použití těchto soustruhů je v kusové a malosériové výrobě - při výrobě středních a velkých rotačních součástí. Mezi hlavní části patří otočný stůl, stojany a příčníky se suportem. Na tyto soustruhy jsou již pracovníci na těchto strojích důkladně vyškoleni, jak na danou práci, obsluhu tak i na pomocné činnosti. Školení pracovníků je zaměřeno mimo jiné na ovládání a práci s jeřábem, nebo školení na další operace odvíjející se od této náročné a přesné práce a také na těžkou manipulaci

s velkými obrobky. Na těchto soustruzích se opracovávají velké - nadměrné součásti, při kterých je vyžadována při manipulaci zvýšená bezpečnost.

Obr. 31. Svislý soustruh (Karusel), čelní soustruh





### 4.3.2 Čelní soustruhy

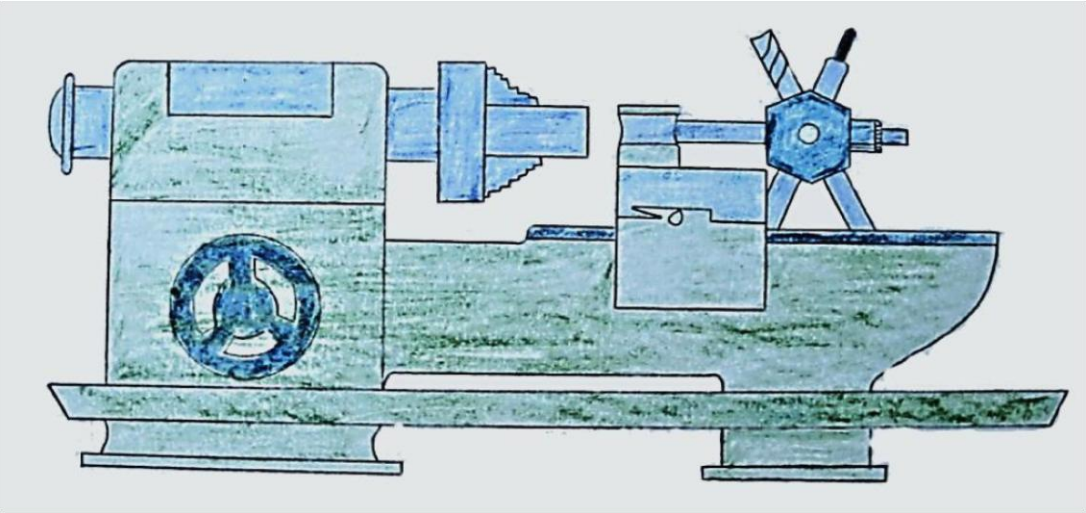
Používají se převážně pro obrábění deskovitých součástí velkých průměrů.

Bývají vybaveny jedním nebo dvěma suporty. Soustruhy nejsou vybaveny koníkem na podepření obrobku. I zde je třeba dbát na velkou bezpečnost při manipulaci s polotovarem a celkovou bezpečnost při vlastní prováděné operaci.

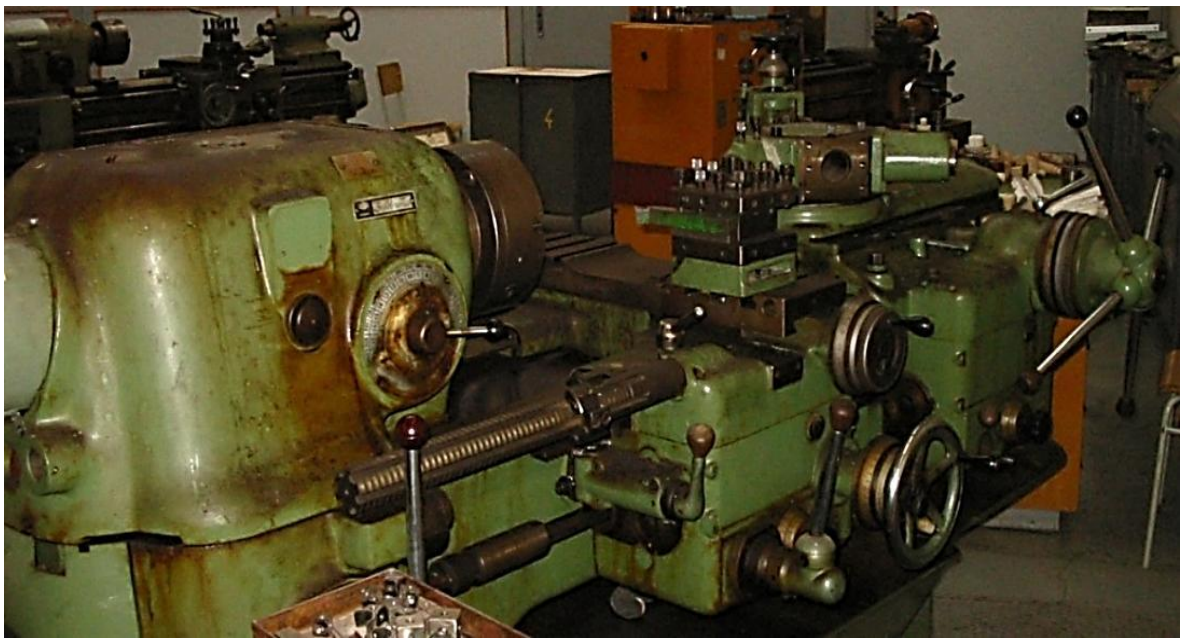
### 4.3.3 Revolverové soustruhy

Jsou určeny převážně pro sériovou výrobu součástí, které vyžadují na obrobení větší počet nástrojů. Obrábí se na jedno upnutí obrobku s postupným opracováním více nástroji upnutými v revolverové hlavě (umístěné na soustruhu místo koníku). Nejčastěji požívaným polotovarem při výrobě na revolverových soustruzích je většinou používána tyčovina, odlitky, výkovky apod. Polotovary jsou upnuté buď do kleštin, sklíčidla či jiného upínacího přípravku dle možnosti upnutí. Všechny pracovní operace na tomto soustruhu bývají již v dnešní době často automatizovány a řízeny programově.

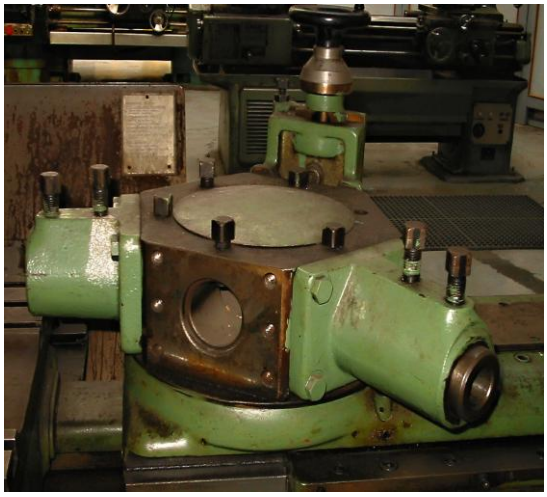
Obr. 32. Revolverový soustruh

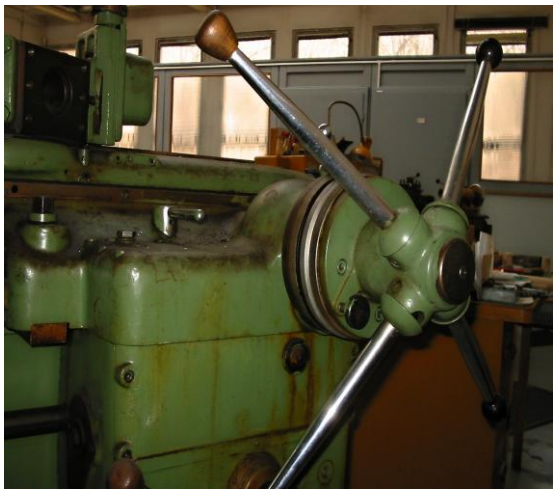


Obr. 33. Revolverový soustruh R5



Obr. 34. Revolverová hlava





### 4.3.4 Bezpečnost práce na soustružnické dílně

Při práci na soustruhu je nutné používat ochranné pracovní prostředky, pracovní oděv, pracovní koženou obuv. Viz téma je popsáno v kapitole 1.

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Zdůvodni, které části oděvu jsou vystaveny nebezpečí navinutí, a na kterou část stroje toto navinutí hrozí?

SHRNUTÍ

Každé strojní zařízení bývá většinou složené z desítek součástí (motocykl, kolo, automobil), které jsou zhotoveny různým způsobem. V praktickém vyučování se s některými těmito způsoby budete seznamovat.

# HROTOVÝ SOUSTRUH – POPIS, DRUHY

V této kapitole jsme si předvedli teoreticky i prakticky jak obsluhovat soustruh. Jde o první část celku soustružení a jeho bližší seznámení s daným způsobem obrábění. Pojmenovali jsme si technickým názvoslovím základní části stroje a ovládací prvky. Na dílně předvedli obsluhu stroje a znovu zopakovali základní popis. Získané poznatky uplatníte v dalších hodinách a ročnících praktického vyučování a v předmětu strojírenské technologie. Úkolem v praktickém vyučování je získat praktické zkušenosti potřebné k pochopení nových pojmů, technických názvů a termínů. Je nutné se stále vracet k bezpečnosti práce a ochraně zdraví při ní. Hned v prvních hodinách na soustružnické dílně u soustruhu je nutné názorně předvést možnosti úrazu a nedodržování bezpečnosti práce a ochrany zdraví (klíč ve sklíčidle, rozevláté rukávy, vlasy pod čepicí, hodinky, prstýnky, náramky)

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- soustružení
- soustruh
- lože soustruhu
- vřeteník
- koník
- suport
- suportová skříň
- nožová hlava
- universální hrotový soustruh SV18R
- svislý soustruh – Karusel
- revolverový soustruh
- čelní soustruhu

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli princip soustružení!

2/ Jaké jsou hlavní části soustruhu?

3/ Vyjmenuj druhy soustruhů!

4/ Vlastními slovy popiš ustrojení pracovníka u soustruhu?

# 5 Druhy nástrojů, upínání nástrojů, upínání obrobků

CÍL

Po prostudování této kapitoly a na základě dalšího nácviku byste měli být schopni:

- vyjmenovat základní druhy soustružnických nožů,
- popsat a prakticky provést upínání soustružnických nožů do nožové hlavy,
- popsat soustružnický nůž,
- provádět základní způsoby upínání obrobků,
- prakticky zvládnout montáž a demontáž čelistí universálního sklíčidla,
- provést upnutí obrobku do universálního sklíčidla.

PRŮVODCE STUDIEM

Po prostudování předcházejících kapitol už víme proč a jak dodržovat BOZP. Se soustruhem jsme se již taky seznámili, ba přímo si tykáme. Už konečně přicházíme do praktické fáze, na kterou již nedočkavě čekáte – upínání soustružnických nožů a obrobků.

V této kapitole vám předvedu více praktických instruktáží na soustruhu. Předvedeme a popíšeme si algoritmy upínání, které jsou velice důležité pro kvalitní a bezpečnou práci na soustruzích.

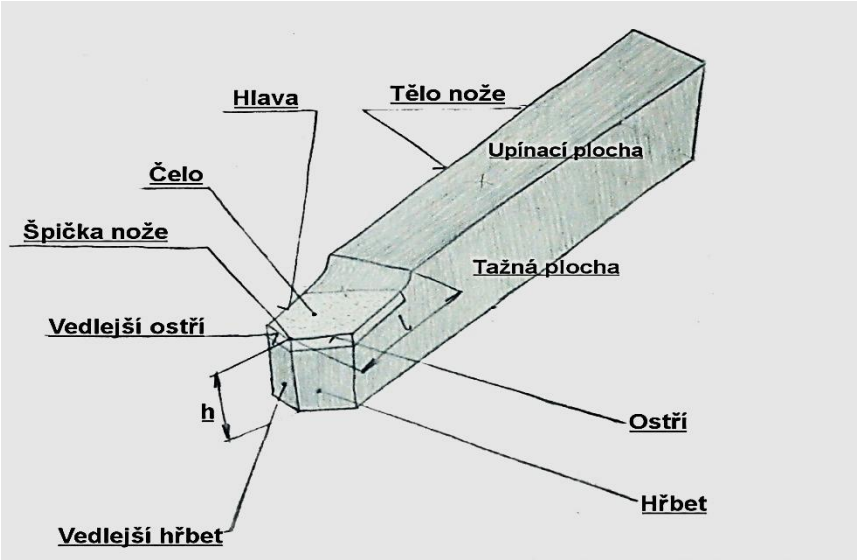
Už v průběhu této kapitoly si prakticky předvedeme a vyzkoušíme opracování čelní i válcové plochy, které bude následovat pro předvedení správnosti upnutí obrobku a soustružnického nože.

## 5.1 Soustružnické nože

Nástroje používané při soustružení nazýváme soustružnické nože. Soustružnické nože se vyrábí v různých tvarech a velikostech. Tvar nože ovlivňuje funkce při strojním obrábění. Velikost nože posuzujeme dle velikosti obrobku, který budeme obrábět a typu soustružnického stroje, na kterém tuto operaci zhotovíme. Soustružnické nože musí mít vysoce kvalitní řezné vlastnosti, musí být vyrobeny z tvrdšího materiálu než obráběný materiál. Hlavní části běžně používaných

soustružnických nožů je hlava a tělo. Hlava je právě tou činnou částí, která odebírá třísku, tělo (stopka) slouží k pevnému a bezpečnému upnutí nože v nožové hlavě.

Obr. 35. Hlavní části nástroje




Činná část, břit, má tvar klínu. Břit na soustružnickém noži se nachází v oblasti - omezen čelem, po kterém odchází tříska odebíraná na obrobku a hřbetem soustružnického nože. Pronik čela a hřbetu tvoří ostří. Na hlavě soustružnického nože jsou zpravidla dvě ostří, hlavní a vedlejší. Hlavní ostří je na straně, která postupuje do záběru, vedlejší je na straně opačné. Přechod mezi hlavním a vedlejším ostřím tvoří špička nože, která je buď ostrá, nebo mírně zaoblená.

Podle směru pohybu do řezu rozeznáváme nože pravé (pohyb od koníka k vřetenu) a levé (pohyb od vřetene ke koníku).

Obr. 36. Pravý a levý ubírací nůž

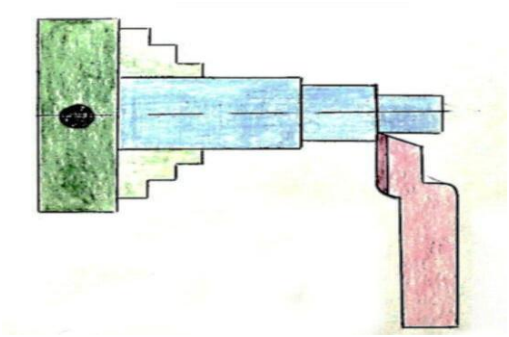
# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,

Podle soustružnických operací, které budeme vykonávat na soustruhu, nachystáme si soustružnické nože. Nejčastěji v našem školním výukovém případě půjde o soustružnické nože používané k podélnému soustružení (ubírací stranový), k soustružení čelních ploch (ubírací čelní), zapichovací - upichovací, nože do otvorů, na závity, tvarové. Veškeré informace o druzích nožů najdete v Dílenských tabulkách.

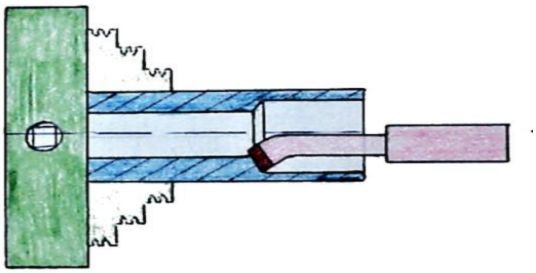
Podle toho jakou obráběnou plochu budeme opracovávat, rozeznáváme nože pro obrábění vnějších ploch a pro obrábění vnitřních ploch.

Obr. 37. Vnější plocha (1), vnitřní plocha (2)

1/



2/



Podle tvaru tělesa rozeznáváme nože přímé a ohnuté. Podle velikosti třísky materiálu (typu operace, kterou budeme provádět – hrubování či lícování) na nože nabírací a hladící. V současné době existuje u různých druhů nástrojů mnoho konstrukčních provedení jejich řezné části – břitu nástroje (hlava nože).

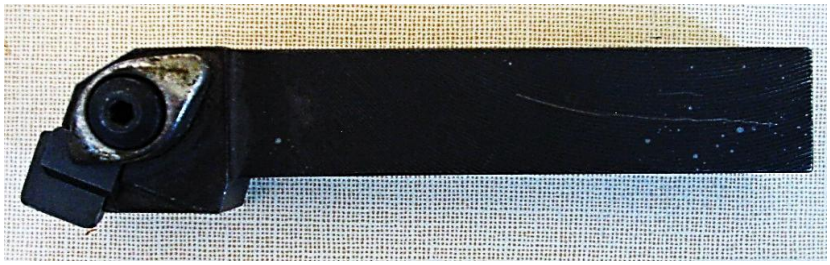
Nože dle provedení dělíme na soustružnické nože:

- **monolitní** (celistvé),
- **pájené** – lepené – mechanicky upevněné (výměnná destička ze slinutých karbidů – nožové držáky).

Všechny soustružnické nože jsou označeny Českou státní normou (ČSN) a najdete je také v Dílenských tabulkách.

Obr. 38 a/ nůž s vyměnitelnou destičkou, b/ nůž s pájenou – lepenou destičkou, c/ monolitní nůž

a/

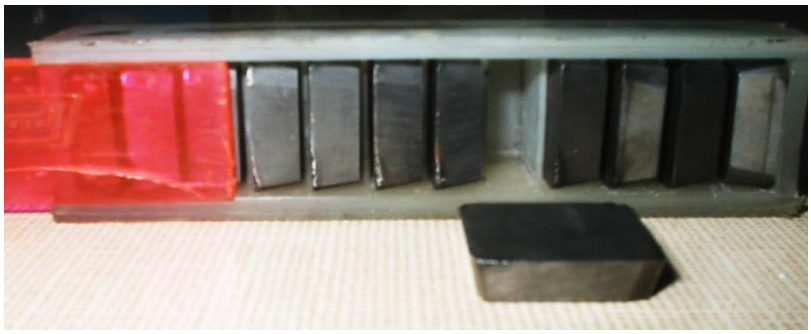


b/

c/

Obr. 39. Vyměnitelné destičky

# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,



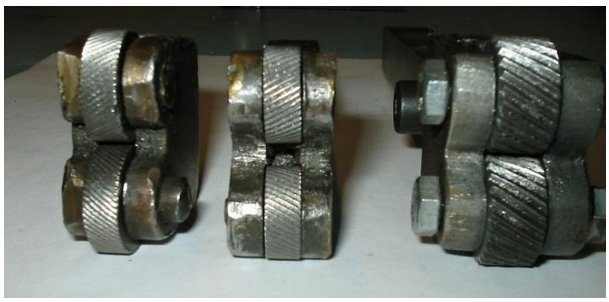
**Monolitní nůž** – celý nástroj je vyroben z nástrojové rychlořezné oceli, nebo alespoň jeho celá řezná část – hlava nože.

**Pájené nože** – pájí se řezná část – destička ze slinutého karbidu vhodného tvaru a rozměrů. Destička se pájí k upínací části tělesa nástroje (může být i připevněna šroubkem a tak lépe a rychleji vyměnitelná).

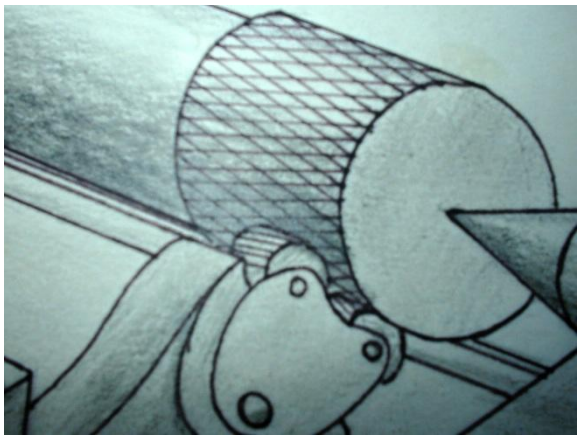
**Vroubkovací kolečka** – jsou dalším nástrojem používaným k soustružení obrobků.

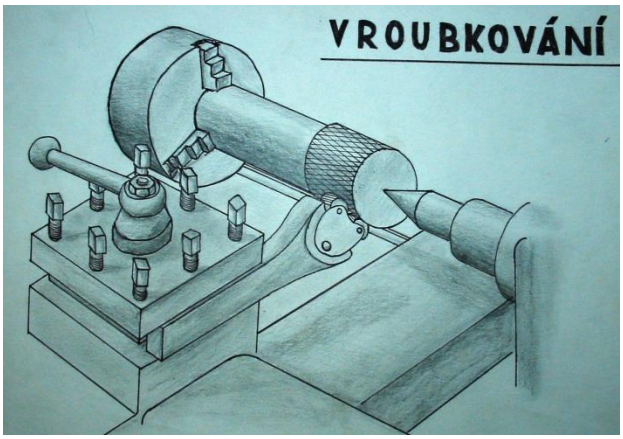
Vroubkovacími kolečky vytváříme na povrchu tzv. vroubky. Nejčastější použití vroubkování můžete vidět na různých madlech, úchytů a rukojetích měřidel, přípravků, součástí atd.

Obr. 40. Vroubkovací kolečka



Obr. 41. Vroubkování vroubkovacími kolečky






ÚKOL

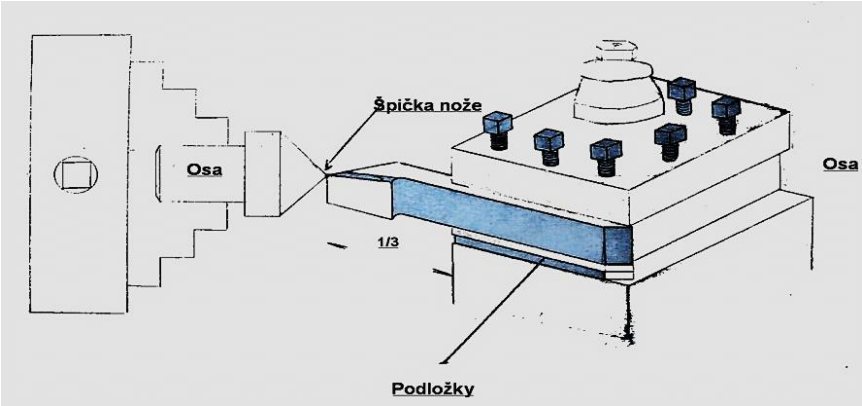
Teď si právě myslíte, že tohle si přece nemůžete všechno zapamatovat. Vezměte si proto Strojírenské (Dílenské) tabulky a nalistujte si kapitolu Soustružení a soustružnické nože. Tam si prohlédněte zobrazení soustružnických nožů a popisy ČSN.

### 5.1.1 Upínání soustružnických nožů

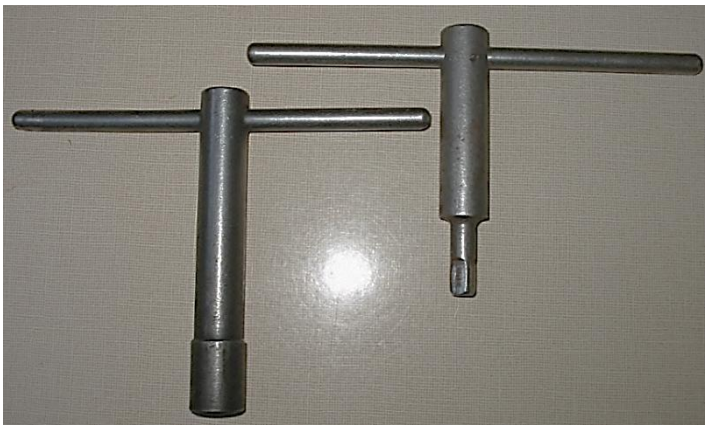
Nože upínáme do nožové hlavy pomocí šroubů, jak jsme si již předvedli v předcházejících hodinách. Upínání se provádí do drážek nožové hlavy pomocí podložek a upínacích šroubů. Nožová hlava je otočná a konstruována na upnutí jednoho až čtyř nožů do jedné nožové hlavy. Pro správnost upnutí nože je důležitý postup při upínání těchto nožů a to, že má z nožové hlavy jeho činná část směrem k obrobku co nejméně vyčnívat (asi z 1/3), aby se nůž nechvěl a nebyl zbytečně namáhán.

Výškově nůž ustavíme špičkou do výše osy obrobku (pomyslná osa soustružení – vede středem vřeteníku, vřetena, koníku a pinoly). Při nastavení nad nebo pod osu vznikne tzv. špička, o kterou nůž můžeme ulomit. Je to zbytečný materiál, který brání přesnému měření obrobku a dle výkresové dokumentace tam nesmí zůstat. Výškové nastavení nože kontrolujeme buď podle špičky upínacího hrotu v koníku, nebo máme již vyrobenou špičku – hrot (jako rychlou a vždy po ruce pomůcku). Špičku upínáme do sklíčidla, hrot do pinoly. Ustavení a pevné upnutí nože se vymezuje rovnými ocelovými podložkami a pro kvalitní a bezpečné upnutí po celé délce.

Obr. 42. Správně upnutý nůž




Obr. 43. Klíč k upínání nožů, klíč do sklíčidla



## 5.1.2 Upínání obrobků

Proto, abychom správně prováděli pracovní operace na soustruhu, je nutné znát, procvičit a naučit se správné, pevné a bezpečné upnutí obrobku. Aby se mohla součást na soustruhu kvalitně opracovat, musíme ji dobře upnout. Na správném upnutí velmi záleží. Veškerá používaná upínací nářadí musí umožňovat pevné, přesné a snadné upínání.

Obráběná součást se musí při soustružení otáčet proti noži způsobem, aby břit nože odebíral třísku. Nesmíme zapomenout, že při odebírání třísky vznikají velké síly.

K upínání obrobků používáme různých upínacích prostředků, jejichž volba záleží nejčastěji na velikosti a tvaru soustružených obrobků.

# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,

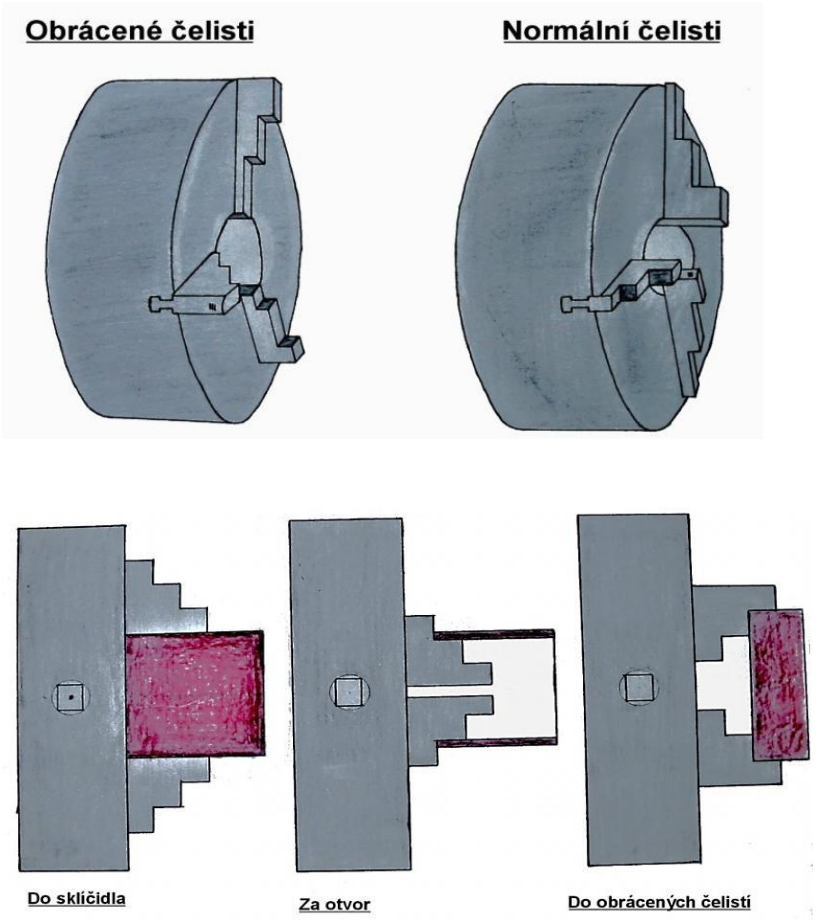
Malé a krátké obrobky upínáme nejčastěji v universálním sklíčidle tříčelisťovém nebo čtyřčelisťovém.

Tříčelisťového sklíčidla používáme k upínání válcových obrobků, čtyřčelisťového můžeme využít k upínání obrobků válcových i čtyřhranných.

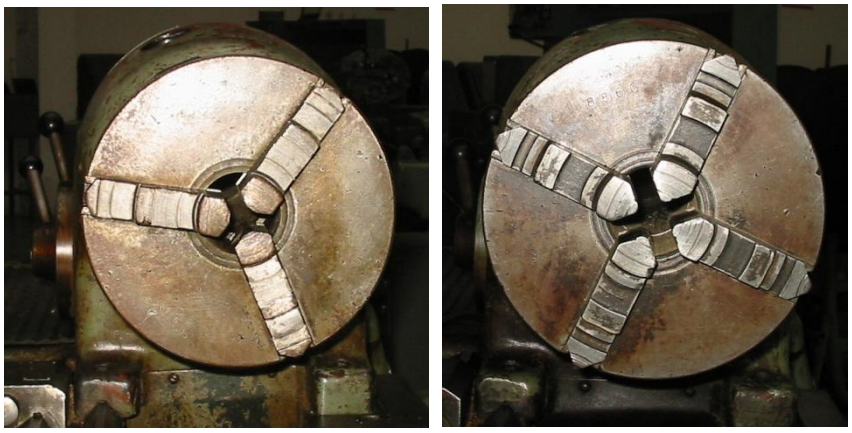
Universální sklíčidla jsou válcového tvaru. Na přední straně sklíčidla jsou v drážkách posuvně uloženy 3 nebo 4 čelisti. Čelisti sklíčidla se stahují nebo rozvírají současně, otáčíme-li nástrčným klíčem, zasunutým do jednoho z otvorů na obvodě sklíčidla. Tím se válcový obrobek samočinně ustředí. Zadní stěnu sklíčidla tvoří deska s nábojem, v němž je otvor se závitem, kterým sklíčidlo našroubujeme na vřeteno soustruhu.

Čelisti ve sklíčidlech můžeme vyměnit (obrátit). Možnost obrácení čelistí sklíčidla nám slouží k různému upínání obrobků.

Obr. 44. Universální sklíčidla pro vnější a vnitřní upínání



Obr. 45. Sklíčidlo tříčelisťové – čtyřčelisťové



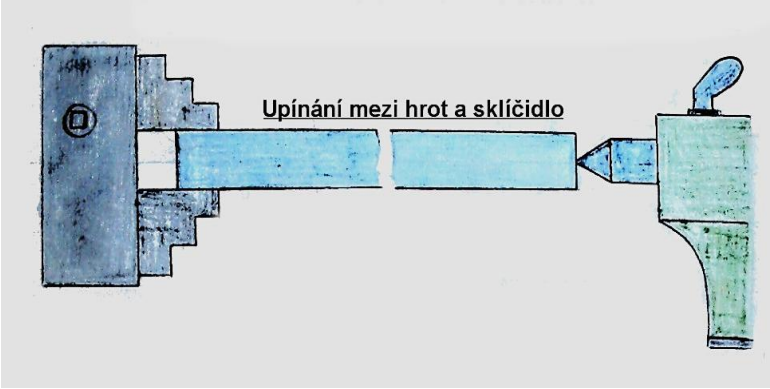
Dlouhé válcové obrobky upínáme do sklíčidla a polohu druhého konce podepřeme hrotem v koníku. Můžeme také dlouhý obrobek upnout přímo mezi hroty do tzv. otočných hrotů. Při upínání mezi hroty musí mít obrobek v čelních plochách středící důlky. Středící důlky plníme mazadlem před rychlým opotřebením špičky upínacího hrotu. Středící důlky navrtáváme středícími vrtáky – navrtáváky. Středící důlky jsou normovány ČSN.

Upínání mezi hroty vyžaduje další pomocná vybavení. Jedná se o unášecí desku, lunetu, unášecí srdce, upínací hrot ve vřeteníku koníku.

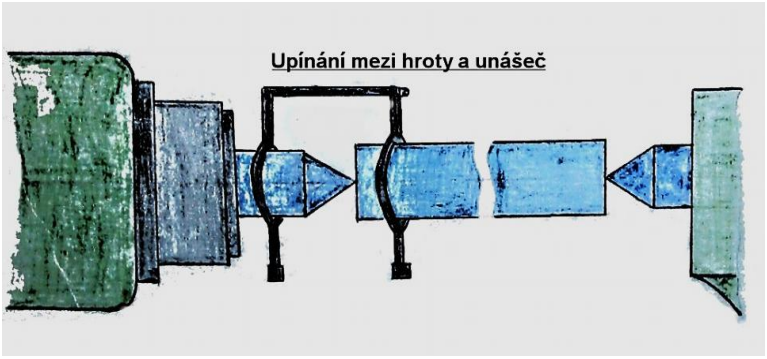
Obrobek opatřený středícími důlky nasadíme koncem, na němž je upevněno unášecí srdce, na upínací hrot ve vřeteníku. Do středícího důlku na druhém konci obrobku zasuneme upínací hrot do koníka tím, že hrotovou objímku (pinolu) posouváme otáčením ručního kolečka koníku. Koník byl před upínáním obrobku

nastaven na potřebnou vzdálenost od vřeteníku a v této poloze zajištěn proti posunutí.

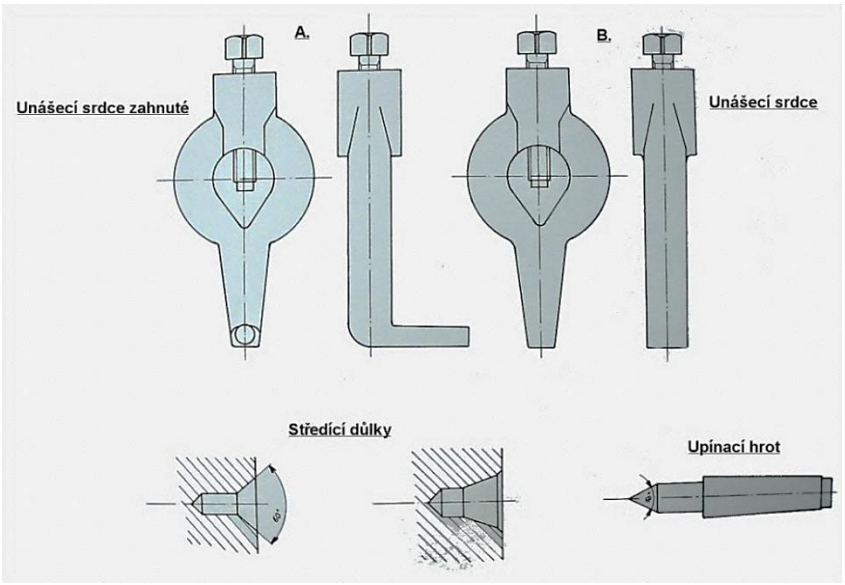
Obr. 46. Upínání mezi hroty



# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,




Obr. 47. Unášecí srdce zahnuté, rovné, středící důlky, upínací hrot

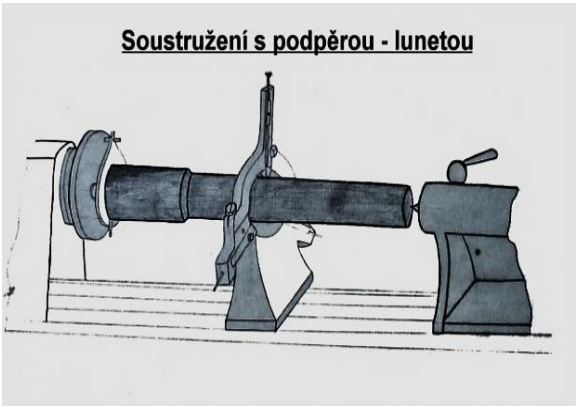



Obr. 48. Upínací hrot pevný – otočný

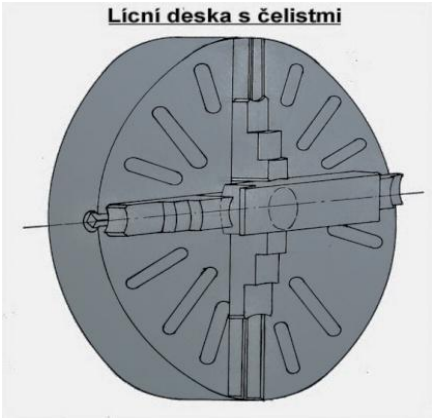
# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,

Velké obrobky a obrobky nepravidelného tvaru upínáme na lícní desce buď pomocí čelistí, které se v drážkách desky nezávisle na sobě posouvají, nebo pomocí upínek a upínacích šroubů.

Obr. 49. Luneta




Obr. 50. Universální lícní deska



Obrobky menších průměrů se upínají do přesných upínacích pouzder – kleštin. Jsou rozříznuty několika podélnými drážkami a vtahováním do kuželové dutiny se materiál upne. Nevýhodou je, že jsou odstupňovány po 0,5 mm nebo 1 mm a proto jich musí být celá sada

Obr. 51. Upínací pouzdra – kleštiny s upínačem

### 5.1.3 Bezpečnost a hygiena práce

Před spuštěním stroje se musíme přesvědčit, zda máme pevně a tuho upnut soustružnický nůž v nožové hlavě šrouby. Nůž by měl být co nejméně podložen a jeho břit musí být v ose obráběného materiálu. Také zkontrolujeme správné a bezpečné upnutí obrobku, aby požadované rozměry mohly být vyrobeny v toleranci.

Před započetím samotné práce soustružení se také musíme přesvědčit o správném a pevném upnutí materiálu v universálním sklíčidle (upínacím zařízením). Nesmíme zapomenout klíč ve sklíčidle po utažení obrobku, což bývá nejčastější chyba žáků u soustruhu.

ÚKOL

# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,

Nyní již víme, čím budeme obrobky soustružit a jak upínat.

Do další hodiny si doneste aspoň 3 menší výrobky vyrobené na soustruhu z vašeho domova. Předveďte, jakým nožem budete obrábět, a jak bezpečně upínat na soustruhu.

SHRNUTÍ

Příčinou nepřesnosti výrobku (nekvalitní obrobek) je často nepřesné upnutí jak soustružnického nože, tak obráběné součásti.

Všechna upínací nářadí musí umožňovat pevné, rychlé, a snadné upínání. Materiál musíme pevně upnout s vřetenem, které zajistí přenos otáčivého pohybu na soustružený obrobek, zachytí velké síly vznikající při odebírání třísky a zároveň umožní správné vystředění obrobku. Stále dáváme bedlivý pozor na zapomínání klíče v universálním sklíčidle po utažení obrobku!

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- obrobek
- tříska
- břit
- soustružnický nůž
- ubírací stranový nůž
- ubírací přímý nůž
- zapichovací nůž
- upichovací nůž
- závity nůž
- tvarový nůž
- nabírací nůž
- hladící nůž
- břitová destička
- slinuté karbidy
- universální sklíčidlo
- hrot
- universální lícní deska
- unášecí srdce
- luneta
- středící důlky
- upínací pouzdra – kleštiny
- pájené – lepené nože
- monolitní nůž

# DRUHY NÁSTROJŮ, UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ,

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vyjmenuj druhy soustružnických nožů a popiš a jaké mají použití?

2/ Vysvětli, do čeho se upínají soustružnické nože, popiš jejich upnutí!

3/ Formuluj, z jakého materiálu se vyrábějí soustružnické nože?

4/ Vysvětli určování pravého a levého nože?

5/ Popiš hlavní části soustružnického nože!

6/ Specifikuj, jakými způsoby se upíná materiál na soustruhu?

7/ Objasni, kdy použijeme upnutí materiálu do sklíčidla a kdy mezi hroty?

8/ Vysvětli vlastními slovy, jak provedeme správné a bezpečné upnutí materiálu do universálního sklíčidla?

9/ Definuj, co musíš zkontrolovat před započetím práce na soustruhu?

# 6 Nastavení řezných podmínek

CÍL

Po prostudování této kapitoly byste měli být schopni:

- spočítat řeznou rychlost,
- vyhledávat a volit vhodné řezné podmínky pomocí tabulek,
- nastavovat na soustruhu otáčky a posuvy.

PRŮVODCE STUDIEM

Tato kapitola je velice důležitá a z vlastní zkušenosti vím, že i dosti nepopulární. Pokud chceme efektivně a kvalitně pracovat na soustruhu nesmíme opomíjet řezné podmínky a jejich správné nastavení. Daleko více a do hloubky se k této tématice budete věnovat v teorii vyučování.

## 6.1 Určení řezných podmínek

Při určení řezných podmínek u soustruženého obrobku musíme nejprve zjistit pevnost obráběného materiálu (jakost materiálu). Soustružnický nůž, kterým budeme obrobek opracovávat, volíme právě podle pevnosti materiálu. Přihlédneme k hospodárné řezné rychlosti a vhodnému posuvu.

V Dílenských tabulkách nalistujeme tabulku řezné rychlosti. Na stroji pak nastavíme stejný nebo nejbližší nižší počet otáček podle možností převodové skříně.

Hlavní řezný pohyb - otáčivý pohyb obrobku

Vedlejší řezné pohyby - posuv – rychlost pohybu nože do záběru (mm/ot.)

- přísuv – hloubka řezu

### 6.1.1 Řezné podmínky při práci na soustruhu

Řezná rychlost (*v* m/min) je obvodová rychlost na povrchu obrobku, na kterém pracuje nástroj (soustružnický nůž) při soustružení.

Výpočet řezné rychlosti: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ m/min

d – soustružený průměr obrobku (mm)

n – otáčky obrobku (1/min): $n = \frac{v}{\pi d}$ ot. /min

- posuv (*s* mm/ot.) – pohyb nástroje do záběru,
- přísuv hloubka řezu (*h* mm) – velikost ubírané vrstvy matriálu.

Při obrábění je nutno nejprve zvolit nástroj. Při soustružení je to převážně soustružnický nůž, vrták, závitník, závitové očko, vroubkovací kolečka. Nůž můžeme použít z rychlořezné oceli nebo nůž s plátky ze slinutého karbidu. Proto se řezné podmínky obvykle stanoví pro nástroj určitého typu z určitého materiálu a pro určitý obráběný materiál. Ostatní podmínky práce se předepisují. Tyto řezné podmínky se označují jako základní. Je velice důležité přihlížet při volbě rychlostí, jestli hrubujeme obrobek nebo již provádíme dokončovací hladící operaci na čisto.

Praktický příklad:

Hřídel má průměr: *d* = 50mm = 0,05 m

*n* = 300 ot. /min

řezná rychlost *v*?

v = π .d . n = 3,14. 0,05. 300 = 47,1 m/min

## 6.2 Mazání a chlazení na soustruhu

K místu řezu se přivádějí tzv. řezné kapaliny. Jejich účinek je především chladící a ochranný, ale i čistící a mazací. Řezná kapalina odvádí část tepla, vzniklého řezáním. Snižuje se tím teplota břitu nože a je možné zvýšit řeznou rychlost a tím i zvětšit výkon při soustružení. Řezná kapalina ochlazuje obrobek, zmenšuje jeho vnitřní pnutí a měření rozměrů je spolehlivější. Řeznou kapalinu je třeba přivádět v dostatečném množství a s malým přetlakem. Všechny řezné kapaliny chrání obrobek proti korozi. Čistící účinek se projevuje odváděním třísek a má svou důležitou úlohu při soustružení. Mazací účinek je poměrně malý k vzhledem k velkým tlaků mezi břitem, třískou a řeznou kapalinou.

Z řezných kapalin používáme nejčastěji olejových emulzí. Jsou to směsi vody a oleje s přídavkem emulgující látky (mýdla). Při soustružení různých druhů materiálů požíváme jako emulzi roztoky mýdel, řezných olejů atd.

V dnešní době se již všude používají řezné kapaliny, které jsou vyrobeny z ekologických látek.

## 6.3 Bezpečnost a hygiena práce

Při volbě otáček je také třeba dbát bezpečnostních předpisů. Změna otáček se provádí při vypnuté spojce. Po upnutí nástroje je nutné si ověřit, jak máme zařazené otáčky na soustruhu, zda je obrobek i soustružnický nůž správně upnut.

Při práci s chladící emulzí je nutné dodržovat hygienu. Chladicí kapalina může nepříznivě působit na pokožku pracovníka u stroje. Proto styk s řeznou kapalinou by měl být co nejmenší. Proto dodržování hygieny jako mytí rukou a obličeje by mělo být samozřejmostí před každým jídlem. K mytí rukou mají pracovníci (žáci) k dispozici saponátové mýdla. Proti emulzi pak k ošetření rukou různé vhodné krémy, které mají regenerační vlastnosti.

SHRNUTÍ

Řezné rychlosti volíme pokud možno takové, aby břit nože vydržel bez ostření co nejdéle. Můžeme-li volit hloubku řezu, např. při hrubování, volíme ji co největší.

Řezná rychlost se může volit tím větší:

- čím kvalitnější je nůž a měkčí obráběný materiál,
- čím bude menší průřez třísky a tříska bude širší a tenčí,
- čím bude účinnější chlazení.

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- řezné podmínky
- řezná rychlost
- posuv -
- otáčky
- hloubka řezu
- drsnost povrchu
- řezná kapalina – emulze
- hrubování
- hlazení

# NASTAVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli, co musíme znát při určování řezných podmínek při soustružení?

2/ Definuj určování základních řezných podmínek!

3/ Popiš, jak ovlivní chlazení soustružnického nože drsnost opracovávaného povrchu?

4/ Vypočítej řeznou rychlost v: pr. mat. = 15 mm, n = 800 ot. /min!

5/ Vlastními slovy shrň, co musíme dodržovat při práci s řeznou kapalinou?

# 7 Soustružení čelních a válcových ploch

CÍL

Po prostudování této kapitoly a praktického nácviku byste měli být schopni:

- upínat materiál,
- upínat a používat soustružnické nože pro čelní a válcové soustružení,
- soustružit čelo ručním posuvem,
- soustružit válcovou plochu ručním posuvem,
- ovládat ručně posuvy,
- ovládat dělící kroužky na soustruhu,
- provést kontrolu obrobku měřením.

PRŮVODCE STUDIEM

V předcházejících kapitolách jsem se snažila Vám objasnit, vysvětlit a vštípit do paměti vše co nyní budete muset zúročit. Nyní Vás budu nutit akceptovat vše, co jsme si předvedli. Budu důsledně kontrolovat a hodnotit.

Ze své mnohaleté pracovní činnosti ve strojírenské firmě i učitelské praxe v tomto oboru vím, jak je důležitá při prvotních krůčcích kontrola vašich úkonů a pohybů. Vše co si při prvních krocích práce na soustruhu správně zapamatujete, Vám pomůže při dalších hodinách a ve 2. a 3. ročníku školy.

## 7.1 Soustružení čelních ploch

Plochy čelní soustružíme pro požadovaný tvar, délku a drsnost, které jsou předepsány na výkrese. Nástroje pro čelní soustružení volíme podle způsobu upnutí obrobku, podle materiálu, z kterého se obrobek vyrábí a také podle tvaru a velikosti obráběné plochy – hrubování nebo hlazení.

Upínání nožů jsme si již předvedli v kapitole č. 4. Nyní si vše zopakujeme a nachystáme na praktický výcvik. Vybereme správný nůž pro čelní soustružení – nejčastěji to bývá ubírací nůž vyhnutý a správně si jej upneme.

Nastavíme řezné podmínky, od jejich správného nastavení závisí drsnost povrchu a výkon při soustružení. Řeznou rychlost, posuv nastavujeme podle práce, kterou vykonáváme. Jestli jde o hrubování nebo již dokončovací operace hlazení.

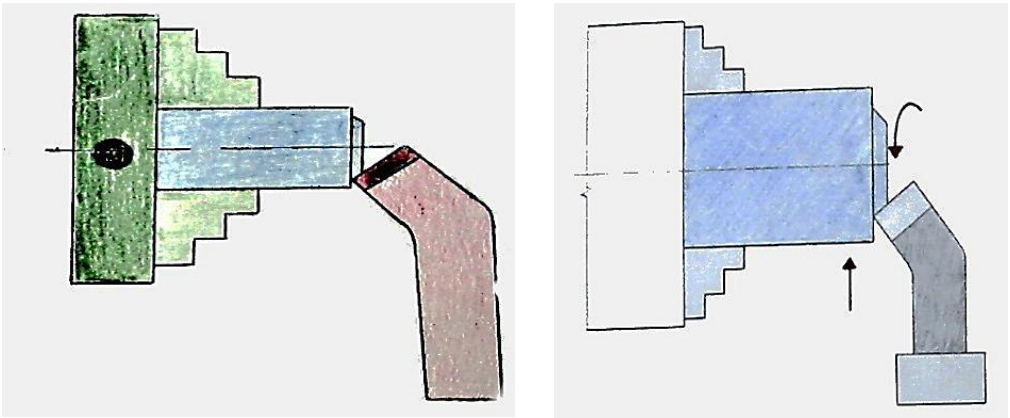
Posuvy a řezné rychlosti jsou popsány v kapitole č. 6. a k dalšímu vyhledávání potřebných údajů budeme mít při ruce Dílenské tabulky.

Součást upneme do universálního sklíčidla na soustruhu. Pokud budeme soustružit delší součást, pomůžeme si upnutím do sklíčidla (viz kapitola č. 4.) s podpěrou otočného hrotu v koníku, zde nesmíme zapomenout zhotovit v čelní ploše středící důlek.

### 7.1.1 Pracovní operace

Soustružení čelních ploch provádíme nejčastěji ubíracím nožem ohnutým pravým (ČSN). Přísuv nastavujeme nožovými saněmi ručně, posuv nastavíme buď strojně, nebo ručně (velikost dle přísuvu). Po kontrole zda je vše správně nastaveno (otáčky, posuv, upnutí) spustíme soustruh a zajedeme nožem pomalu ručním posuvem příčným suportem do řezu a ubíráme třísku. Snažíme se plynule přechytávat ruční posuv levou i pravou rukou pro stejnoměrné opracování čelní plochy obrobku. Pokračujeme tak dlouho až máme čelní plochu zarovnanou, poté obrobek obrátíme a zarovnáme stejným způsobem i druhou čelní plochu. Po zarovnání čelních ploch součást stejným způsobem opracujeme, ale již na rozměr dle výkresu a pracovního postupu.

Obr. 52. Soustružení čelní plochy



Kontrola měření

Délku vyráběné součásti kontrolujeme nejčastěji posuvným měřidlem. V druhém a v třetím ročníku můžeme k měření použít třmenový mikrometr, hloubkoměr nebo třmenový kalibr – (viz kapitola č. 5.).

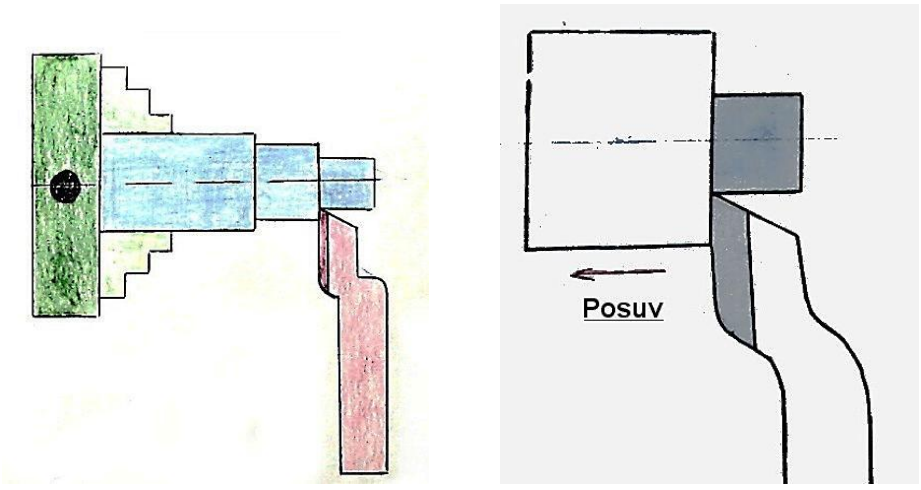
## 7.2 Soustružení válcových ploch

Při soustružení válcové plochy postupujeme v upínání obrobku obdobně jako při čelním soustružení. Upneme soustružnický nůž (viz kapitola č. 4) nejčastěji ubírací stranový nůž pravý (ČSN) a nastavíme otáčky. Musíme brát ohled na délku obráběné válcové plochy. Obrobek ve sklíčidle musíme dostatečně pevně upnout a jeho vyčnívající délka nemá přesahovat pětinásobek průměru obrobku. Pokud je materiál delší, volný konec podepřeme otočným hrotem v koníku (viz kapitola č. 4).

Při upnutí překontrolujeme házivost - pro vyrovnání dotáhneme čelisti sklíčidla. Přísuv nastavujeme nožovými saněmi ručně, posuv buď strojně, nebo ručně. Po kontrole zda máme vše správně nastaveno (otáčky, posuv, upnutí) spustíme soustruh a zajedeme nožem pomalu ručním posuvem nožovým suportem do řezu a ubíráme třísku. Snažíme se plynule přechytávat ruční posuv levou i pravou rukou pro stejnoměrné opracování čelní plochy obrobku.

Kontrolu provádíme posuvným měřidlem, mikrometrem, hloubkoměrem.

Obr. 53. Soustružení válcové plochy



## 7.3 Bezpečnost a hygiena

Dodržujeme bezpečnostní předpisy, viz kapitola č. 1. Nezapomínáme používat ochranné pracovní pomůcky. Pro odebírání třísek používáme háčky, rukavice. Pozor na odletující třísky ať nás nezraní v obličeji (můžeme použít ochranné brýle, ochranný štít nebo ochranný kryt na sousstruhu). Pokud je to možné postavíme se směrem ke koníku. Součást měříme vždy za klidu stroje a nezapomenout očistit ruce, měřidlo i součást!

SHRNUTÍ

V této kapitole je popsáno, na školní soustružnické dílně předvedeno a Vámi nacvičeno čelní a válcové obrábění. Zopakovali jsme si praktické nastavení řezných podmínek a zhotovili první součást na soustruhu. Jde o první krůčky v hodinách praktického vyučování, které se odehrává pod bedlivým dohledem vyučujícího. Stále si musíme připomínat dodržování bezpečnosti práce a hlavně dávat pozor na zapomínání klíče v universálním sklíčidle po utažení obrobku. Na první začínající práce, jako materiál používáte kulatinu z tvrdého dřeva. Výkresová dokumentace, podle které můžeme prakticky procvičovat soustružení čelních a válcových ploch je přiložena na konci v přílohách práce.

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli a popiš upnutí soustružnického nože!

2/ Objasni jaký suport a jaký soustružnický nůž používáme při soustružení čelní plochy?

3/ Vysvětli jaký suport a jaký soustružnický používáme při soustružení válcové plochy?

4/ Navrhni, jak a jakým měřidlem provádíme měření délky a průměrů a co musíme dodržovat?

5/ Formuluj, na co musíme dávat pozor z hlediska upínání obrobků?

# 8 Soustružení složitějších válcových ploch s osazením

CÍL

Po prostudování této kapitoly a na základě praktického nácviku byste měli být schopni:

- soustružit při použití strojního posuvu,
- používat narážek (dorazů) na loži soustruhu,
- soustružit složitější válcové plochy s osazením,
- nastavit rozměry pomocí dělících kroužků,
- popsat postup soustružení osazení,
- provést kontrolu měřením.

PRŮVODCE STUDIEM

Již jste se přehoupli do druhého ročníku. Zde Vás čeká sice složitější práce, ale první ročník jste zvládli veleúspěšně, a proto pokračování složitějších operací na soustruhu pro Vás nebude žádný velký problém.

Všechny učební informace zase zaktivizujte včetně těch o BOZP, upínání soustružnických nožů a obrobků, řezných podmínek a správném měření. To jsou zásady, které se nemění při jakémkoliv strojním obrábění.

Konstrukce většiny druhů hřídelí je zhotovena v podstatě z většího množství odstupňovaných velikostí průměrů – osazení.

Také se budeme v dalších hodinách soustředit na přesnost vyráběných součástí a dodržení drsnosti povrchu.

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli, proč musí pracovník na soustruhu dodržovat BOZP?

2/ Objasni určování základních řezných podmínek!

## 8.1 Soustružení osazení

Účelem soustružení je dosáhnout konečného rozměru obrobku v předepsané toleranci a s předepsanou drsností povrchu. Značného zvýšení přesnosti obrábění lze dosáhnout, použijeme-li narážek (pevného a pohyblivého dorazu) na loži soustruhu.

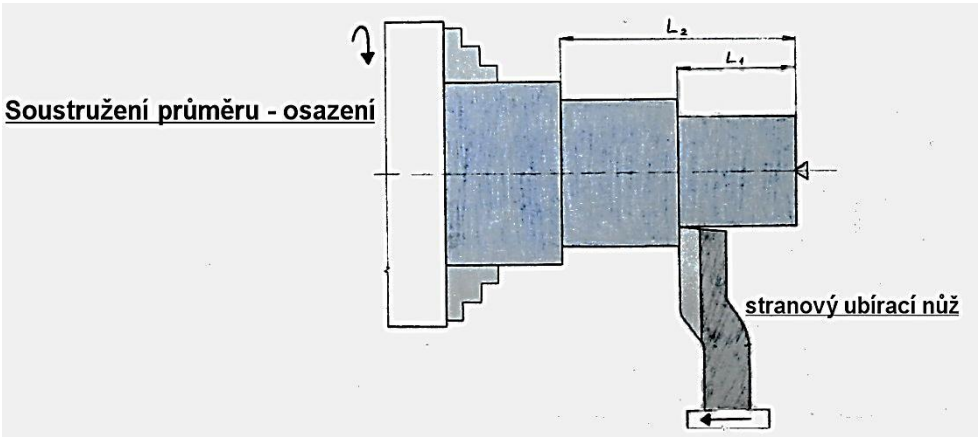
Narážky (dorazy) na vedení lože jsou přestavitelné. Naráží na ně narážkový čep (pohyblivý doraz), který je upevněný na suportové skříni. Po najetí čepu na narážku se posuvové ústrojí ihned vypne. Je nutné narážky (stavitelné dorazy) dobře ustavit, jinak hrozí výroba zmetkového kusu nebo najetí nože do sklíčidla.

Nejprve na součásti zarovnáme čela z obou stran na požadovanou délku dle výkresu. Seřídíme narážky a nastavíme rozměr prvního osazení – nastavíme suport – seřídíme nůž od zarovnaného čela obrobku. Zkontrolujeme již za chodu stroje nastavení délek stranovým nožem od čela obrobku. Také zkontrolujeme přesnost průměrů při seřízení noniu na příčném suportu při provedení prvního osazení. Pokud máme vše připraveno a zkontrolováno (upnutí obrobku, upnutí nože, nastavení otáček, nastavení stavitelných narážek, správné nastavení rozměrů) můžeme provést pracovní operaci prvního osazení. Po zhotovení prvního osazení na obrobku zkontrolujeme správnost rozměru posuvným měřidlem, hloubkoměrem. Další osazení pomocí narážek a stavitelného dorazu dle výkresu již provádíme postupně podle již zavedeného postupu práce. Při soustružení osazení postupujeme od největšího osazení až k nejmenšímu osazení.

Při soustružení stranovým nožem je třeba dbát na to, aby po dojetí na pevnou narážku (doraz) pro podélný posuv se ostří nože netřelo dlouho po opracovaném čele obrobku. Je nutné tedy příčným posuvem co nejdříve vyjet z řezu. Nezapomeneme na přeměřování obrobku. K selhání narážky (stavitelného dorazu) může dojít z důvodů špatně nastavených napěťových pružin na stěně suportové skříně, nezapomeňte zkontrolovat toto nastavení! Při používání rychloposuvu je třeba dbát, aby saně nenajely na narážku.

Stále dbáme na dodržování bezpečnosti práce při všech úkonech a operacích na stroji. I když nastavíme stroj přesně, nesmíme se od něj vzdálit! Stroj musí pracovat pod naší neustálou kontrolou!

Obr. 54. Soustružení osazení




ÚKOL

Narážky ustavujeme i na jiných strojích. Například u vrtaček v prvním ročníku. Vyzkoušejte si při vypnutém soustruhu nastavení narážek na předem zadané délky. Nastavení si zkontrolujte navzájem se spolužáky.

SHRNUTÍ

Většina součástek, které vyrábíme, musí být vyměnitelná. Proto opracování provádíme velice pečlivým způsobem, který zaručuje přesnost a dodržení tolerancí. Mnoho zmetků a škod na obráběcích strojích je způsobeno špatným nastavením narážek a dorazů. Proto klademe velký důraz na správné nastavení. Po zkušenostech s žáky nepoužívám rychloposuv na soustruzích. Pomalé reakce žáků na vypnutí stroje zapříčiní časté kolize suportu na narážku a možné vyjetí suportu. Při správném dodržení postupu práce lze při soustružení dodržet tolerance s přesností setiny milimetru. Příklady prací, dle výkresové dokumentace, podle kterých můžete s žáky pracovat, najdete příloze práce.

# SOUSTRUŽENÍ SLOŽITĚJŠÍCH VÁLCOVÝCH

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- strojní posuv
- narážka na loži
- osazení

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vyjádři vlastními slovy, co je třeba zkontrolovat před spuštěním soustruhu?

2/ Objasni, kde jsou na soustruhu umístěny narážky (dorazy) a k čemu nám slouží?

3/ Vysvětli, jak nastavíme narážky (dorazy) při soustružení osazení obrobku?

4/ Vybav si, jaké používáme měřidla pro kontrolu osazení na obrobku?

5/ Popiš, jak budeš dodržovat bezpečnost práce při soustružení strojním posuvem?

# 9 Zhotovování otvorů

CÍL

Po prostudování této kapitoly a nácviku byste měli být schopni:

- vystředit a vyrovnat součást na soustruhu,
- rozeznat druhy vrtáků, výhrubníků, výstružníků,
- správně navolit postup vrtání, vyhrubování, vystružování,
- upnout správně sklíčidlo do koníka,
- upínat vrtáky, výhrubníky, výstružníky,
- vrtat průchozí a neprůchozí otvory,
- vyhrubovat a vystružovat otvory,
- kontrolovat měřením průměry a délky otvorů.

PRŮVODCE STUDIEM

Dostali jste se ke kapitole, o které již něco málo víte. V prvním ročníku jste pracovali na zámečnické dílně na strojních vrtačkách. Nyní se seznámíme s vrtáním na soustruhu. Samozřejmě i zde platí akceptování všech zásad BOZP. Nemyslete si ovšem, že o vrtání už vše znáte! Sami budete překvapeni, kolik jste toho z prvního ročníku zapomněli a kolik se toho ještě nového dozvíte.

## 9.1 Středění součástí na soustruhu

Kvalitně opracovaná hotová součást závisí na správném upnutí, vyrovnání a vystředění v upínači soustruhu. To již víme z předcházejících hodin.

Vystředění provádíme číselníkovým úchylkoměrem (viz kapitola č. 5). Součást středíme již povrchově osoustruženou (srovnaný povrch – zbavený od nečistot a nerovností). Stojánek

s číselníkovým úchylkoměrem postavíme na suport soustruhu. Dotyk úchylkoměru jemně opřeme o válcovou plochu součásti. Při pomalém otáčení součásti zaznamenáváme házivost a vyrovnáváme součást jemnými poklepy paličkou (dřevěnou, hliníkovou, gumovou), až se ručička úchylkoměru téměř zastaví.

Součásti (delší hřídele), které upínáme mezi hroty, mají navrtány na čelních stranách středící důlky, které se ještě pro přesnost mohou brousit (na bruskách na otvory). Tím je určena poloha osy obrobku, procházející středem a snížená házivost obrobku.

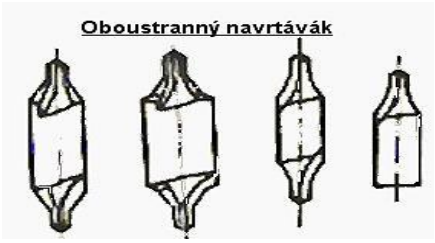
Přesnost upnutí ještě kontrolujeme číselníkovým úchylkoměrem.

## 9.2 Navrtávání středících důlků

Navrtávání středících důlků je důležitá předchozí operace pro další obrábění jako je soustružení, vrtání, broušení. Vždy záleží na přesném provedení vystředění obrobku v upínači a na navrtání středícího důlku. Navrtání středících důlků potřebujeme také při upínání mezi hroty nebo do sklíčidla s podpěrou otáčivého hrotu upnutého v koníku.

Většinou velikost a tvar středících důlků bývá předepsaná na výkrese. Pokud tomu tak není, volíme vhodnou velikost důlku z hlediska bezpečnosti tlaků působících při dalším obrábění. Nejčastěji se volí středící vrták pro důlky tvaru A, úhel 60°. Druhy středících vrtáků jsou označeny ČSN a najdeme je v Dílenských tabulkách.

Obr. 55. Středící vrtáky




Obr. 56. Středící vrták

K dosažení co nejideálnější řezné rychlosti musíme nastavit co nejvyšší počet otáček vřetena soustruhu. Středící důlky musí být souosé s obrobkem.

Středící vrtáky (oboustranné navrtáváky) upínáme do vrtacího sklíčidla, které vložíme do pinoly koníku soustruhu.

Během navrtávání je nutné několikrát dle vrtaného materiálu a velikosti zhotovovaného středícího důlku povytáhnout středící vrták z vrtaného důlku, aby se odstranily třísky. Chladit a mazat dle potřeby můžeme řeznou kapalinou nebo řepkovým olejem.

## 9.3 Vrtání otvorů

O vrtání otvorů již něco víte z prvního ročníků z tématu probíraného a prakticky vyzkoušeného na zámečnické dílně.

Vrtání je nejčastější operace na soustruhu, díra - otvor může být buď průchozí, nebo neprůchozí (slepá). Pro vrtání používáme šroubovité vrtáky.

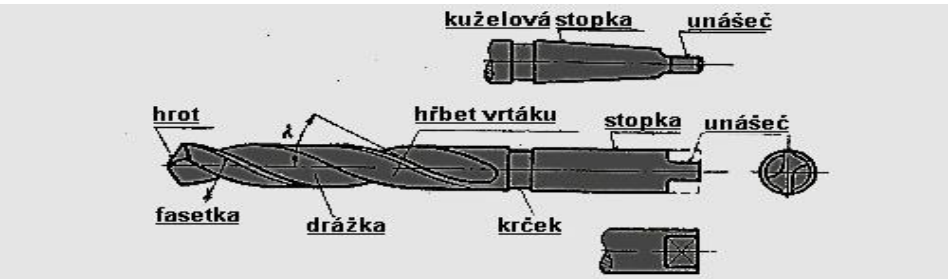
Vrtáky se vyrábějí z rychlořezné oceli nebo používáme vrtáky s vyměnitelnými, nebo pájenými břitovými destičkami (VBD) ze slinutých karbidů.

Vrták je obvykle dvoubřitý nástroj. Hlavní část vrtáku tělo, tvoří šroubovitě drážkovaný válec, jenž na jedné straně přechází v hrot a na druhé straně ve stopku. Zúžení mezi tělem a stopkou se nazývá krček. Hrot je kuželová řezná část vrtáku, většinou se dvěmi hlavními břity. Stopka je buď válcová, nebo kuželová (Morse-stopka) a slouží k upnutí vrtáku do upínače. Stopka je ukončena unášečem, který u kuželové stopky slouží jako opora při vyražení vrtáku z upínací dutiny vřetena u válcové stopky.

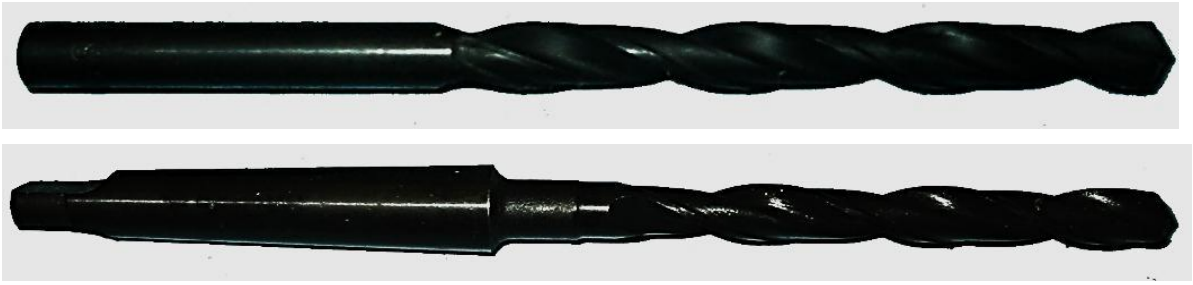
Šroubovitými drážkami na těle vrtáku odchází třísky z vrtané díry a přivádí se k břitu chladicí kapalina. V dnešní době se také vyrábějí vrtáky s chladicími kanálky v jeho tělese, přes které se přivádí chladicí kapalina k břitům. Části těla vrtáku mezi drážkami jsou žebra. Jsou spojena jádrem a mají fasetky, které vedou vrták v díře.

Při vrtání otvorů na soustruhu hlavní pohyb kruhový koná obráběná (vrtaná) součást a vedlejší pohyb přímočarý (posuv) koná nástroj (vrták).

Obr. 57. Šroubovitý vrták a jeho hlavní části



Obr. 58. Vrták s válcovou stopkou, vrták s kuželovou stopkou



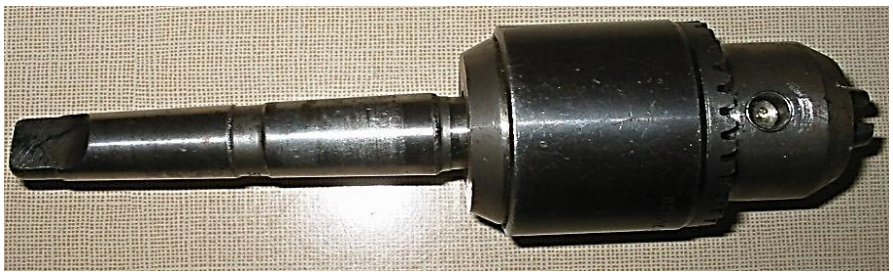
## 9.4 Upínání vrtáků

Vrtáky s válcovou stopkou upínáme do upínací hlavičky (vrtacího sklíčidla), kterou vkládáme do pinoly koníku.

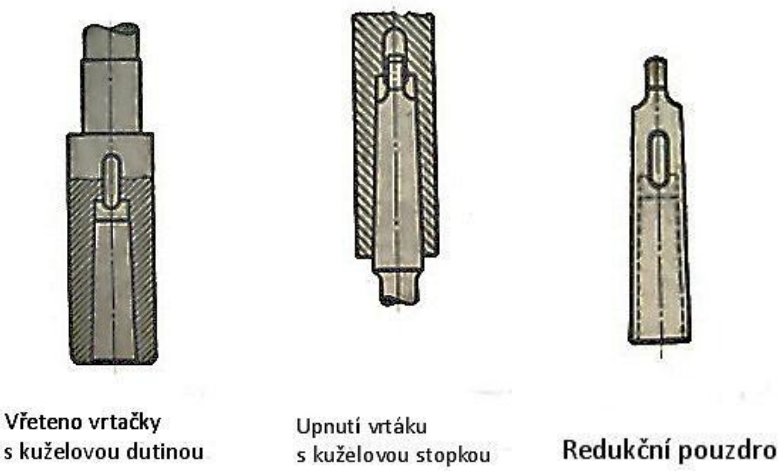
Vrtáky s kuželovými stopkami upínáme pomocí redukčních pouzder (Morse-vložka), které mají kuželové dutiny (Morse-kužel). Tuto sestavu upínáme přímo do kuželové dutiny pinoly koníku.

Velikosti redukčních pouzder jsou odstupňovány podle velikosti a označeny ČSN a najdeme je v Dílenských tabulkách.

Obr. 59. Tříčelisťové sklíčidlo, klíč ke sklíčidlu, redukční pouzdro, vyrážecí klín



Obr. 60. Upínání vrtáků s kuželovou stopkou




## 9.5 Postup při vrtání otvorů na soustruhu

Po správném a bezpečném upnutí vrtáku a součásti, nastavíme řezné podmínky (viz kapitola č. 6), tj. otáčky, nastavení stroje. Ekonomické využití stroje, nástroje a práce na stroji závisí především na správném zvolení řezných podmínek, tj. otáčky, chlazení nástroje a dobře naostřený nástroj. Čas vrtání závisí na délce (hloubce) otvoru, na posuvu vrtáku do otvoru a na naostřeném nástroji.

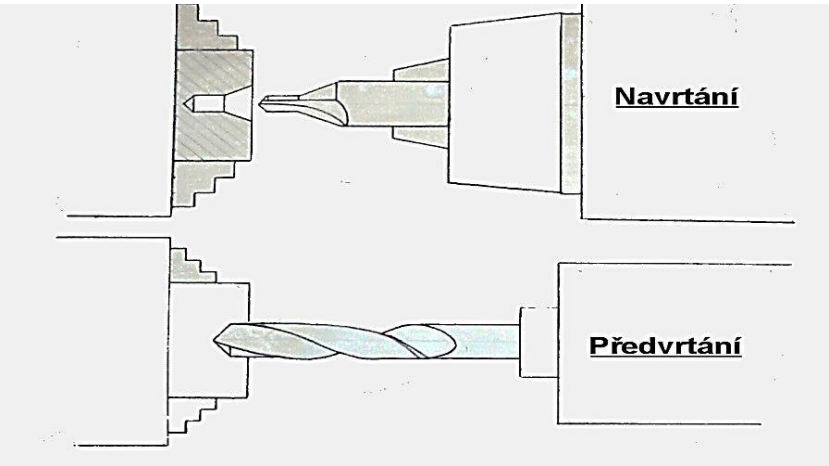
Posouvání musí být úměrné otáčkám a vlastnostem materiálu součásti, do které se otvor vrtá.

Správný postup při vrtání otvoru do součásti na soustruhu:

- upneme vrták do pinoly koníku (dle druhu stopky),
- zařadíme otáčky (podle velikosti vrtáku, zvolené řezné rychlosti a podle materiálu),
- upneme součást do upínače soustruhu,
- nastavíme koník a zajistíme jej páčkou proti posunutí,
- překontrolujeme, zda máme vše bezpečně upnuto (nástroj, součást),
- nastavíme chlazení a spustíme stroj,
- postupně rovnoměrně otáčíme ručním kolečkem koníku a posouváme vrták do vrtané součásti (vrták povytahujeme ven ze součásti pro odstranění třísek – použijeme háček na odstranění třísek),
- měřidlem zkontrolujeme vrtaný otvor (délku i průměr otvoru – kontrolu provádíme i při prováděné operaci)

Stejným způsobem pracujeme i při vrtání neprůchozích (slepých) otvorů. Pozor na kontrolu správné délky (hloubky) otvoru!

Obr. 61. Vrtání otvorů




Pro kontrolu vyvrtaného otvoru používáme měřidla podle přesnosti vyráběného vrtaného otvoru. Můžeme použít posuvné měřidlo, válečkový kalibr, mikrometrický odpich (viz kapitola č. 5).

Při vrtání otvorů se může stát, že se vrták zalomí do vrtané součásti.

Příčina:

- nesprávně naostřený vrták,
- nesprávně upnutý vrták a jeho vedení,
- nesprávné upnutí vrtané součásti,
- nesprávný, příliš velký posuv,
- nesprávné – povytahování vrtáku z vrtaného otvoru – ucpávání, šroubovitých drážek vrtáku třískami v otvoru.

## 9.6 Bezpečnost a hygiena práce

Bezpečnost jsme probírali, viz kapitola č. 1. V první řadě při strojním obrábění jde o dodržování bezpečnostních norem ČSN 20 0701. Je to norma pro obsluhu při strojním obrábění a tím i soustruhu a také pro vrtání na soustruhu. Pozor na odlétající nebo vinoucí se třísky z vrtané součásti. Odebíráme je jen pomocí háčku k tomu určeném!

ÚKOL

Zamyslete se a snažte si vybavit rozdíl mezi vrtání otvorů na strojních vrtačkách a vrtání otvorů na soustruzích.

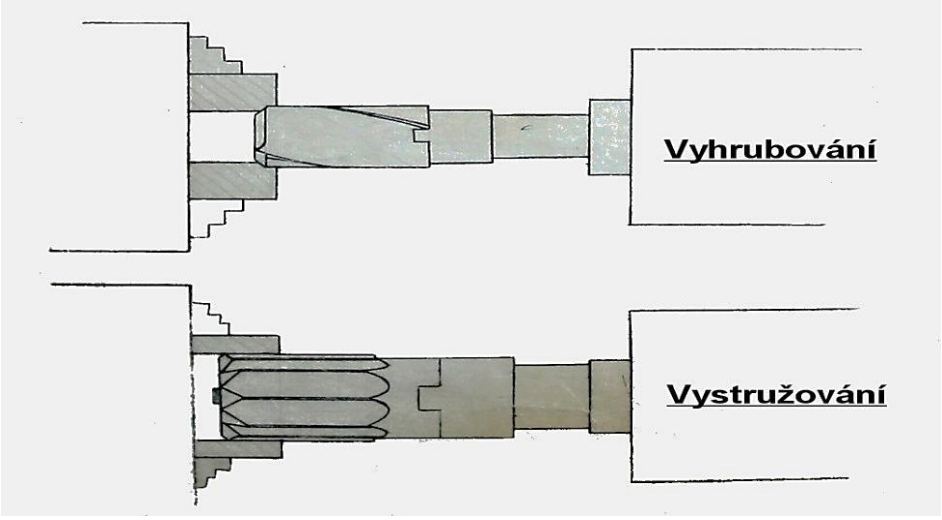
## 9.7 Vyhrubování a vystružování součásti na soustruhu

Vrtané součásti, v kterých má být otvor přesnější a s lepší jakostí (drsnost) povrchu se dále obrábějí výhrubníky a výstružníky.

Vyhrubování je rozšiřování předvrtaných děr v součástech připravených pro vystružování.

Vystružování je zpravidla poslední operací při obrábění děr na soustruhu. Vystružováním se vyhlazuje povrch obráběného otvoru a tím se otvoru dává přesný rozměr a geometrický tvar.

Obr. 62. Vystružování, vyhrubování



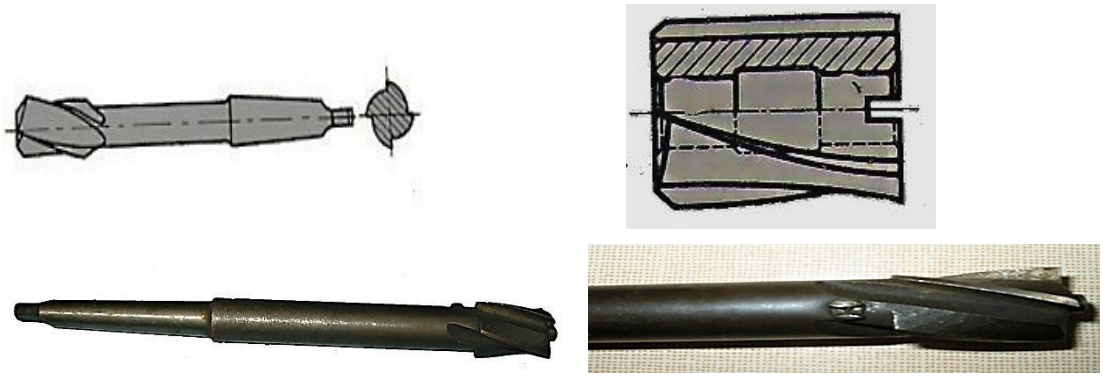
## 9.7.1 Výhrubníky

Otvory nad průměr 10mm se hrubují výhrubníkem. Při vyhrubování se otvor v součásti zvětšuje výhrubníkem o 0,5 – 2,5mm. Průměr výhrubníku bývá menší o 0,2 – 0,4mm než je udávaný průměr otvoru na výkrese a menší o přídavek na vystružování.

Výhrubníky mívají obvykle 3 – 4 břity uspořádané ve šroubovici.

Obr. 63. Stopkový výhrubník – a/ s kuželovou stopkou, b/ nástrčný

a/ b/



Výhrubníky s kuželovou stopkou (Morse-stopka) se upínají do pinoly koníku stejně jako vrtáky. Nástrčné výhrubníky se upínají pomocí trnu s kuželovou stopkou.

Řezné podmínky (otáčky) volíme podle tabulek v Dílenských tabulkách. Posuv výhrubníku bývá většinou ruční (ručním kolečkem na koníku).

Chlazení a mazání provádíme podle druhu materiálu součásti, kterou obrábíme.

## 9.7.2 Postup při vyhrubování otvorů na soustruhu

Po správném a bezpečném upnutí výhrubníku a součásti, nastavíme řezné podmínky dle Dílenských tabulek, tj. otáčky. Posouvání výhrubníku musí být úměrné otáčkám a vlastnostem materiálu součásti, do které se otvor vyhrubuje.

Správný postup při vyhrubování otvoru do součásti na soustruhu:

- upneme výhrubník do pinoly koníku (dle druhu výhrubníku – nástrčný pomocí trn),
- zařadíme otáčky (podle velikosti výhrubníku a zvolené řezné rychlosti),

- upneme součást do upínače soustruhu,
- nastavíme koník a zajistíme jej páčkou proti posunutí,
- překontrolujeme, zda máme vše bezpečně upnuto (nástroj, součást),
- nastavíme chlazení a spustíme stroj,
- postupně rovnoměrně otáčíme ručním kolečkem koníku a posouváme výhrubník do otvoru součásti,
- zkontrolujeme vyhrubovaný otvor měřidlem.

Stejným způsobem pracujeme i při vyhrubování neprůchozích (slepých) otvorů. Tam musíme dávat pozor na dno otvoru (hloubku). Pro kontrolu vyhrubovaného otvoru používáme měřidla podle přesnosti otvoru. Můžeme použít posuvné měřidlo, válečkový kalibr, plochý kalibr, (viz kapitola č. 5).

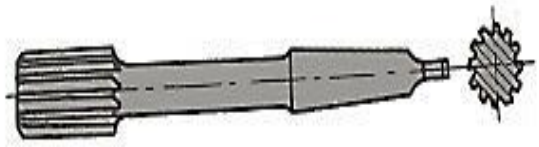
## 9.8 Vystružování otvorů na soustruhu

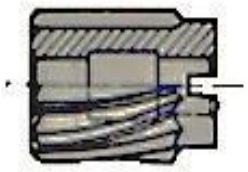
Vystružování bývá poslední operací při obrábění otvorů na soustruhu, je to tzv. dokončovací operace při zhotovování přesných otvorů s hladkými stěnami (drsnost povrchu). Rozdíl mezi vyhrubováním a vystružováním je pouze v konstrukci nástrojů a v různém účelu těchto dvou operací.

Výstružník má větší počet zubů než výhrubník a také menší úhel nastavení zubů, aby ubíraná tříska byla tenčí (0,2 – 0,3mm) a širší než při vyhrubování.

Obr. 64. Stopkový výstružník – a/ s kuželovou stopkou, b/ nástrčný

a/ b/





Výstružníky upínáme stejně jako výhrubníky. Přesnost otvoru závisí na druhu a způsobu upnutí výstružníku a na přesnosti stroje (uložení vřetena soustruhu).

Řezné podmínky (otáčky) volíme podle tabulek v Dílenských tabulkách. Posuv výstružníku bývá většinou ruční a pomalý (ručním kolečkem na koníku).

Chlazení a mazání provádíme podle druhu materiálu součásti, kterou obrábíme.

### 9.8.1 Postup vystružování otvorů na soustruhu

Správný postup při vystružování otvoru do součásti na soustruh:

- před vystružením bývá již otvor vyvrtán, někdy i vyhrubován,
- upneme výstružník do pinoly koníku (dle druhu – nástrčný pomocí trnu),
- zařadíme otáčky (podle velikosti výstružníku a zvolené řezné rychlosti a materiálu),
- upneme součást do upínače soustruhu,
- nastavíme koník a zajistíme jej páčkou proti posunutí,
- překontrolujeme, zda máme vše bezpečně upnuto (nástroj, součást),
- nastavíme chlazení a spustíme stroj,
- postupně rovnoměrně otáčíme ručním kolečkem koníku a posouváme pomalu výstružník do otvoru součásti,
- výstružník vysouváme ručně z otvoru (neměníme otáčky ani směr otáček – zpětný chod),
- zkontrolujeme vysoustružený otvor měřidlem.

Stejným způsobem pracujeme i při vystružování neprůchozích (slepých) otvorů. Tam musíme dávat pozor na dno otvoru (hloubku).

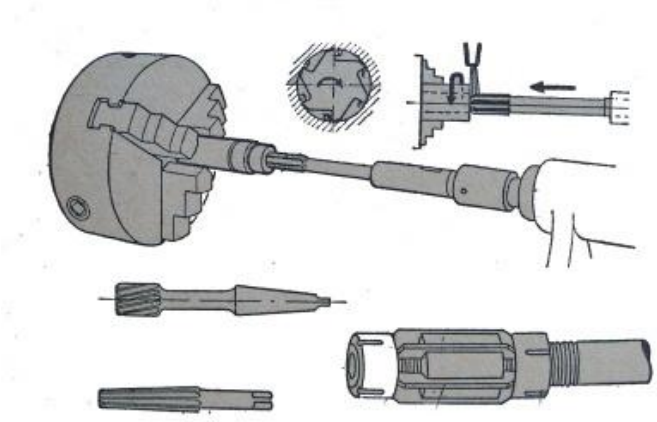
Otvor po vystružení nesmí být hrubý, poškrábaný nebo vydřený.

Pro kontrolu vystružovaného otvoru používáme měřidla podle přesnosti otvoru. Můžeme použít posuvné měřidlo, válečkový kalibr, plochý kalibr, mikrometrický odpich (viz kapitola č. 5). Při kontrole součásti můžeme zjistit, že jsme vyrobili nekvalitní – zmetkovou součást.

Příčiny:

- nesprávné upnutí součásti – šikmý otvor,
- nesprávný rozměr otvoru - nekvalitní výstružník
- nesprávné opracování otvoru – nekvalitní výstružník, špatně nastavené řezné podmínky, nesouosé vřeteno soustruhu.

Obr. 65. Vyhrubování vystružování součásti



## 9.9 Bezpečnost a hygiena práce

Bezpečnost jsme probírali, viz kapitola č. 1. Jde o dodržování bezpečnostních norem ČSN 20 0701. Vše si proto znovu zopakujte.

Musíme dávat pozor na pořezání rukou při upínání nástrojů (vrtáků, výhrubníků, výstružníků) do pouzder. Nástroje i součásti nečistíme rukou, ale štětcem nebo čistící vlnou. Při měření součásti v upínači dáváme pozor na vytahování měřidla ze součásti – naražení ruky do nástroje upnutého v pinole koníku.

Σ

SHRNUTÍ

Vrtání je druhou nejčastější používanou operací po soustružení. Otvory se buď vrtají do plného materiálu, nebo vyvrtávají do již předvrtané součásti. Nejobvyklejšími nástroji jsou šroubovité vrtáky. Přesnost vrtaných děr, drsnost povrchu a volba řezných podmínek závisí na druhu používaného vrtacího nástroje.

# ZHOTOVOVÁNÍ OTVORŮ

Výhrubníky slouží k opracování otvorů, u nichž se požaduje přesný tvar a dobrá jakost opracovávaného povrchu.

Výstružníky se používají ke konečnému opracování otvorů, hlavně tam kde vyžadujeme velkou tvarovou a rozměrovou přesnost.

Při vystružování se používají otáčky a posuvy podstatně menší než při vrtání.

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- vystředění součásti
- středící vrták
- středící důlek
- vrtání
- šroubovitý vrták
- redukční pouzdra – Morse-vložky
- vyhrubování
- vystružování
- výstružník
- výhrubník

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli, jakým způsobem budeš vyrovnávat a vystřeďovat upnutou součást?

2/ Vlastními slovy formuluj na, co musíme dávat pozor z hlediska bezpečnosti při upínání součásti?

3/ Uveď, jaké znáš nástroje pro navrtávání středících důlků?

4/ Definuj, jaké otáčky nastavíme při navrtávání středících důlků?

5/ Popiš, jak upínáme středící vrták (navrtávák)?

6/ Objasni, jakou operaci musíme před navrtáním na součásti provést?

7/ Popiš správné a bezpečné navrtání středícího důlku!

8/ Definuj, jaké druhy vrtáků známe podle upínání?

9/ Uveď, jaké znáš příčiny vzniku zmetků při vrtání?

10/ Objasni, čím se liší výhrubník od výstružníku?

11/ Vysvětli, čím se liší vyhrubování od vystružování otvorů?

12/ Vyjmenuj, jaké znáš druhy výhrubníku?

# ZHOTOVOVÁNÍ OTVORŮ

13/ Vysvětli jaký má význam vystružování děr na soustruhu?

14/ Popiš postup operace vystružovaného otvoru na soustruhu!

15/ Vybav, si jaké znáš příčiny nekvalitně – zmetkově vysoustružených otvorů, jak těmto příčinám předcházet?

16/ Stanov jakými měřidly budeme provádět kontrolu zhotovených otvorů?

17/ Uveď, jaké bezpečnostní pravidla budeš dodržovat při navrtávání, vrtání, vyhrubování a vystružování otvorů na soustruhu?

# 10 Zapichování, upichování součástí na soustruhu

CÍL

Po prostudování této kapitoly byste měli být schopni:

- formulovat princip zapichování, upichování,
- vyjmenovat základní druhy používaných nožů,
- ustavit a vystředit nůž,
- bezpečně upnout materiál v upínači,
- seřídit stroj pro zápichy a upichování
- měřit správnost zhotovených zápichů,
- zdůvodnit dodržování BOZP.

PRŮVODCE STUDIEM

Tato kapitola je pro Vás nová, ale v praktickém životě jste se už setkali s různými tvary drážek, nebo dělením materiálu. Začínáte postupně zjišťovat, že se setkáváte v životě s výrobky zhotovenými na soustruhu, aniž byste si to uvědomovali. Zhotovování zápichů provádíme u různých velikostí hřídelí, pouzder, kroužků, přírub a jiných rotačních součástí. Zápichy jsou vlastně drážky různých tvarů a velikostí. Zápichy mohou sloužit jako mazací drážky, drážky pro těsnící kroužky i jako zakončení závitu pro dosednutí matice nebo jako jen pro design vyráběné součásti.

Upichování slouží k dělení materiálu, nebo oddělování částí obrobků na soustruzích. Upichování materiálu je velice rychlé a pro další následné druhy operací vysoce praktické a ekonomické.

## 10.1 Zapichování – zápichy, drážky

Zápichy můžeme zhotovovat vnější na vnějším obvodu obrobku, vnitřní na vnitřní straně obrobku a čelní na čelní ploše obrobku. Nejčastěji provádíme zápichy kolmé a zaoblené, mohou být i složitě profilované. Úzké drážky se soustruží na jeden záběr šířkou nože na zápichy, kterým zhotovujeme

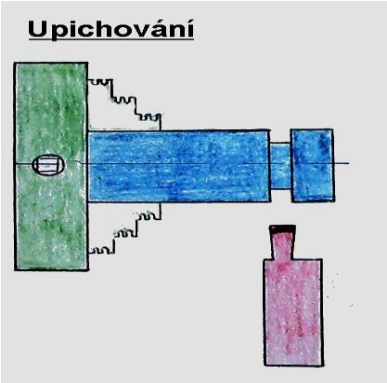
zápich. Širší a přesnější drážky nejdříve vyhrubujeme a potom dohotovíme na přesný rozměr předepsaný na výkresové dokumentaci. Nožem při zhotovování zápichu posunujeme kolmo k ose obrábění.

Naostřený nůž přesně vystředíme (viz kapitola č. 4) v nožové hlavě podle špičky (otočného hrotu). Nůž upínáme do nožové hlavy velmi pečlivě.

Pokud nůž vystředíme nad osu, posunuje se do materiálu jen velmi těžce (dře).

Nože na zhotovení zápichu rozdělujeme dle tvaru řezné části a způsobu použití.

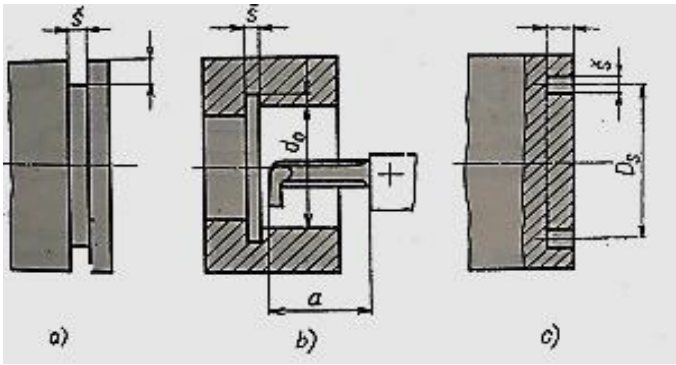
Obr. 66. Zapichování




Polotovar, ve kterém budeme vyrábět zápich, upínáme v upínači (viz kapitola č. 4) pokud možno na co nejkratší míru. Při upínání delších kusů poloovaru si pomáháme podepřením koníku, lunety. Řezné podmínky nastavujeme (viz. kapitola č. 6).

Zápichy a drážky ve vyráběných součástech přeměřujeme posuvným měřidlem, třmenovým mikrometrem.

Obr. 67. Zapichování a) vnější, b) vnitřní, c) čelní



ÚKOL

Hned v první kapitole jste se seznamovali s dodržováním BOZP a Dílenským řádem. Tam jsem Vás upozorňovala na prstýnky, které tak rádi nosíte. Prohlédněte si je. Každý z Vás má jiný. A na většině z nich jsou zhotoveny různé typy drážek. Zkuste si je přeměřit.

## 10.2 Upichování součástí

Upichování polotovarů provádíme většinou u výroby obrobků krátkých délek vyráběných na soustruhu z dlouhého tyčového materiálu. Těchto obrobků se většinou vyrábí více kusů (sériová výroba). Jde vlastně o rychlé dělení materiálu včetně výroby součásti (i částečné) na jednom stroji. Při upichování dojíždí nůž až do osy soustružení (středu součásti), takže dojde k plnému oddělení materiálu na dvě části.

Polotovar, z kterého součást vyrábíme, upínáme na co nejkratší délku. Pokud upichujeme delší kusy materiálu, pomáháme si při upínání polotovaru pomocí hrotu upnutého v pinole koníku a dalších upínačů (viz kapitola č. 4).

Nůž na upichování přesně vystředíme (viz kapitola č. 4) v nožové hlavě na osu vyráběné součásti a kolmo k ose obrábění. Soustružnický nůž upínáme na krátké vyložení a nůž vybíráme co nejužší, aby se při upichování netvořily zbytečné třísky a neplýtvalo materiálem. Nožovou hlavu pevně zatáhneme, aby nedocházelo k chvění a nerovnosti čelní plochy upichovaného obrobku. Pokud nůž upneme nad střed upichovaného materiálu, ruční posuv jde velice těžko a brání noži posuvu do středu materiálu. Pokud nůž upneme pod, nebo také nad střed upichovaného materiálu, zůstane na materiálu tzv. špička materiálu.

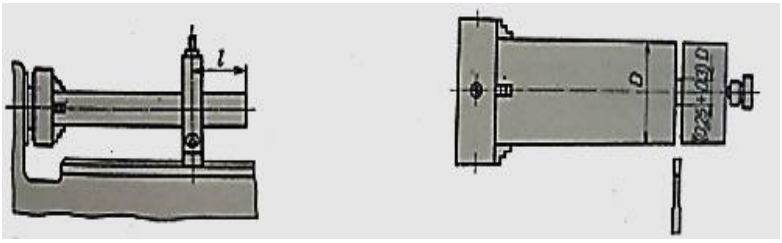
Řezná část upichovaného nože musí být nejširší v místě břitu a dozadu ke stopce nože se mírně zužuje (1° – 2°).

Při upichování materiálu pracujeme ručním posuvem a součást i nůž musíme hodně chladit chladící emulzí podle jakosti upichovaného materiálu.

Otáčky volíme dle vzorce $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$, $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$ a tabulek v Dílenských tabulkách

(viz kapitola č. 6). Vždy je však volíme o ¼ nižší.

Obr. 68. Podepření dlouhého obrobku při upichování, upichování



## 10.3 Bezpečnost práce

Při výrobě zápichů a upichování součástí je nutné být soustředěn na práci a dbát na přesné dodržování technologických postupů práce. Hrozí zde totiž vyštípnutí – ulomení břitu nože při špatném posuvu a nastavení podmínek. Musíme také dávat bedlivý pozor na upínání polotovaru. Dlouhé tyče mohou vyčnívat z vřetena soustruhu. Je nutné důsledně předcházet a dbát bezpečnostním předpisům při práci na soustruhu dle ČSN (viz kapitola č. 1).

SHRNUTÍ

Další operací na soustruhu, s kterou jsme se seznámili je zhotovování zápichů, drážek a upichování materiálu. Při výrobě zápichů je velikost a tvar zápichu dán tvarem nože. Zapichovací nůž dojíždí do součásti jen do určité hloubky dle kóty na výkresové dokumentaci.

Upichování provádíme z vnější plochy materiálu, kdy úplně oddělíme součást od materiálu. Nože se posouvají vždy kolmo k ose obrobku, při podélném posuvu by došlo ke zlomení nože. Nastavení nože musí být precizně odvedená práce, aby nedošlo k výrobě zmetků, zničení nože nebo k úrazu žáka. Je nutné dbát dodržování bezpečnostních předpisů.

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- zápich
- upichování

# ZAPICHOVÁNÍ, UPICHOVÁNÍ SOUČÁSTÍ NA

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Objasni co je příčinou chvění a možného ulomení upichovacího nože?

2/ Vysvětli jaký je rozdíl mezi upichováním a zhotovením zápichu?

3/ Uveď, jak správně ustavíš a vystředíš nůž pro upichování a zápichy a proč?

4/ Posudˇ proč musíš dodržovat bezpečnostní předpisy při zhotovování zápichu a upichování?

# 11 Soustružení kuželů

CÍL

Po prostudování této kapitoly a praktického cvičení byste měli být schopni:

- vyjmenovat způsoby výroby kuželových ploch,
- vypočítat úhel nastavení,
- nastavit nožové saně pro zhotovení kuželové plochy,
- zhotovit kuželovou plochu.

PRŮVODCE STUDIEM

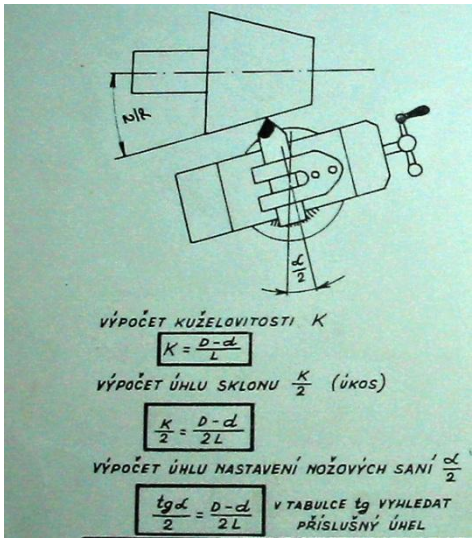
Dostali jste se k poslední kapitole. Většinou při prvním sdělení programu na tyto hodiny zavládne malé vyděšení. Ale po bližším seznámení, zděšení se promění v nedočkavost. Už abychom si to mohli vyzkoušet. Nezapomínejte ovšem, že i zde platí všechny zásady o soustružení, které jsme si řekli a v průběhu všech hodin procvičovali. Upozorňuji Vás hned v začátku, abyste si nachystali Dílenské (strojírenské) tabulky. Budete je potřebovat.

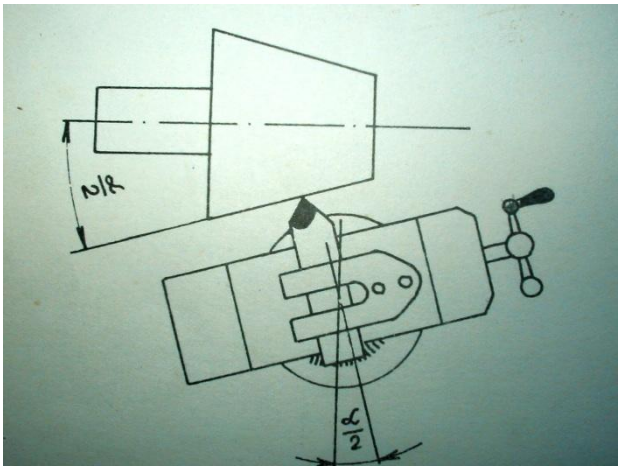
## 11.1 Soustružení kuželů

Nejpoužívanější kužele jsou normalizovány dle ČSN a najdete právě zase v Dílenských tabulkách. Kužel lze na soustruhu vyrábět několika způsoby. Natočením horních nožových saní je vhodné pro krátké délky kuželů.

Dráha posuvu nožových saní je omezena. Posuv saní je jen ruční a tím vzniká drsný povrch opracované součásti. Úhel lze nastavit s přesností jen 10 minut, a proto geometrická přesnost není nejideálnější.

Obr. 69. Soustružení vnějších kuželů pomocí natočení nožových saní



Rozměry kuželů a hodnoty pro výrobu.

Označení kuželů:

- D – velký průměr kužele,

- d – malý průměr kužele,

- L – délka kužele,

1 : 4 – úkos, 1 : 2 – kužel

Vrcholový úhel kužele: α

Úhel nastavení: α/2, $tg\,\alpha/2 = \frac{D-d}{2L}$

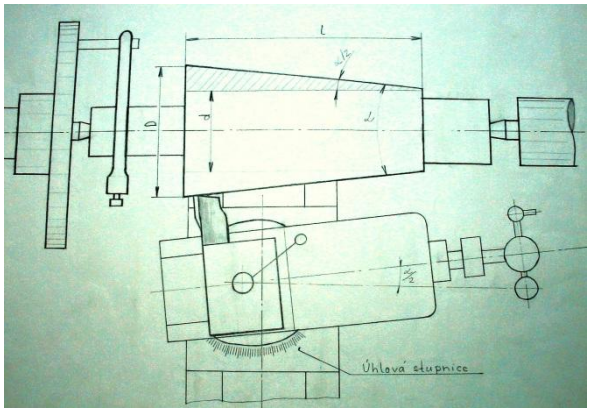
## 11.2 Postup práce při natočení nožových saní

Nejdříve nastavíme řezné podmínky a upneme součást pevně do sklíčidla.

Další operací opracujeme válcovou plochu na požadovaný průměr, na kterém budeme vyrábět kužel. Na točně (nožové hlavy) uvolníme připevňovací matice nožového suportu a nožové saně pootočíme na požadovaný úhel na noniu α/2. Horní nožové saně natočíme z nulové polohy o vypočítaný nebo předepsaný počet stupňů podle noniu úhlové stupnice a v této poloze je zajistíme. Zkontrolujeme upnutí obrobku a správné nastavení nože a nožových saní. Poté stranovým ubíracím nožem začneme ubírat třísku od vnějšího průměru součásti až do požadovaného průměru d.

# SOUSTRUŽENÍ KUŽELŮ

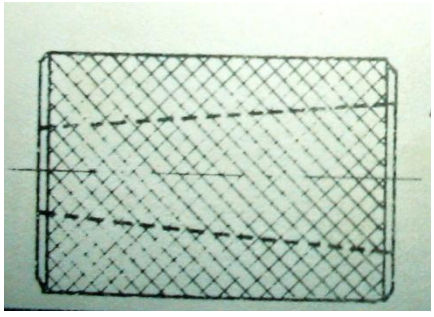
Obr. 70. Natočení nožových saní

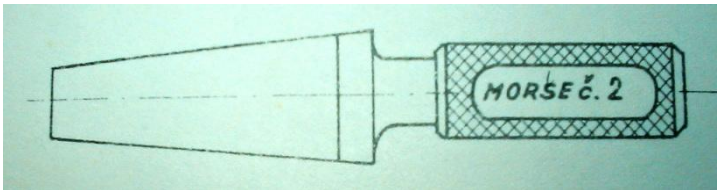


Velmi přesně lze nastavit nožové saně pomocí kuželkového kalibru. Kuželový kalibr upneme mezi hroty soustruhu a číselníkový úchylkoměr s držákem v nožové hlavě.

Dotyk úchylkoměru přiložíme ke kalibru v rovině osy a nastavíme na nulu. Nožovou hlavou s úchylkoměrem posouváme podle kalibru. Je-li pootočení nožových saní správné, nesmí se ručička úchylkoměru vychylovat.

Obr. 72. Měření kuželovitosti kuželovým kalibrem - vnitřní a vnější kužely



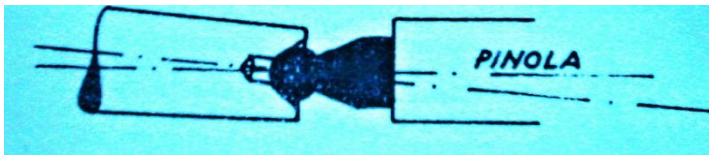


# SOUSTRUŽENÍ KUŽELŮ

Druhým používaným způsobem výroby kuželů je výroba s příčným přesazením hrotu koníku. Tato výroba je vhodná pro dlouhé a táhlé kužele s malým úhlem sklonu. Přesadí-li se hrot koníku z normální polohy příčně, vznikne při podélném soustružení na upnutém obrobku mezi hroty kužel. Výhodou je strojní posuv suportu stroje.

Obr. 73. Přesazení upínacích hrotů při soustružení kuželů

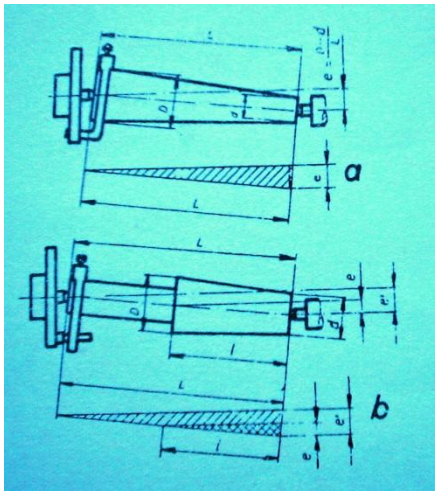
1/ použití kulových hrotů (hrot se špičkou by poškodil důlčík)




2/ soustružení kuželů vysunutím koníku z osy soustružení

a/ po celé délce polotovaru

b/ jen po kótované části délky polotovaru



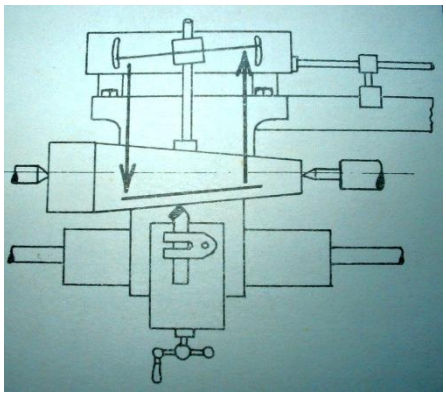

Dalším možným způsobem je výroba kuželů kopírováním podle šablony u soustruhů vybaveným kopírovacím zařízením nebo kopírovacích soustruhů.

Moderní technologie dovolují vyrábět kužely už hlavně programováním na NC, CNC nebo strojích s využitím 3D programováním a začínající 5D programování.

Řezné podmínky pro výrobu kuželových ploch nastavujeme stejné jako při soustružení válcových ploch (viz kapitola č. 6).

# SOUSTRUŽENÍ KUŽELŮ

Obr. 74. Výroba kuželů pomocí kopírovacího pravítka



Obr. 75. Výroba kuželů pomocí kopírovacího pravítka

## 11.3 Bezpečnost práce

Bezpečnost práce budeme stále dodržovat dle ČSN 20 0700 a ČSN 20 071 pro obrábění na strojích (viz kapitola č. 1). Dbáme na pečlivé upnutí součástí v upínačích a bezpečné a správné ustavení a upnutí soustružnických nožů. Nezapomínáme na dodržování hygieny práce.

SHRNUTÍ

Řekli jsme si různé způsoby výroby kuželů na soustruhu. Pro nás je nejdostupnější výroba při pootočení nožových saní. Důležitým faktorem ovšem stále zůstává správně naostřený a upnutý nůž a správně a bezpečně upnutý obrobek. Při soustružení hlavně delších kuželových ploch vzniká chvění, což má za následek nesprávné kuželovitosti a špatnou drsnost povrchu opracované součásti. Hrozí zde i riziko uvolnění obrobku a jeho vypadnutí z upínače (sklíčidla, hrotů).

POJMY K ZAPAMATOVÁNÍ

- natočení nožových saní
- úhel nastavení α
- příčné přesazení hrotu koníku
- kopírovací pravítko
- kopírovací zařízení

KONTROLNÍ OTÁZKY

1/ Vysvětli, jak budeme postupovat při soustružení kužele při natočení nožového suportu?

# SOUSTRUŽENÍ KUŽELŮ

2/ Vyjádři vlastními slovy, jak vypočítáme úhel nastavení na nožových saních?

3/ Vyjmenuj, jaké znáš další možnosti výroby kuželů na soustruhu?

4/ Objasni pomocí čeho lze přesně nastavit nožové saně při soustružení kuželů, jak budeš postupovat?

## 12 Přílohy učebního textu

# Příloha č. 1

KONTROLNÍ ÚLOHY

Pokyny k vypracování kontrolních úloh

Tyto kontrolní úlohy by měly ověřit, jak dalece jste si učební informace v učebním textu zafixovali. S velkou pečlivostí si přečtěte otázky, promyslete a zatrhněte, napište nebo nakreslete správnou odpověď. Správné odpovědi si můžete zkontrolovat jak v učebním textu tak přímo v části „ŘEŠENÍ A ODPOVĚDI KE KONTROLNÍM ÚLOHÁM“. Nepospíchejte, pečlivě přemýšlejte. Otázku si přečtěte i vícekrát, abyste ji správně pochopili. Soustřeďte se a nenechte se ničím rušit. Pokud si nebudete vědět rady, zeptejte se svého vyučujícího. V této příloze najdete také výkresovou dokumentaci k praktickému nácviku na soustruhu. Přeji hodně zdaru a s chutí do toho!

1/ Doplň, co musí žák zkontrolovat před spuštěním stroje?

A/

B/

C/

D/

2/ Vysvětli vlastními slovy, jak musí být žák ustrojen při práci u soustruhu?

3/ Definuj princip soustružení!

4/ Načrtni a popiš universální hrotový soustruh!

5/ Urči hlavní a vedlejší pohyb při soustružení!

6/ Vyjmenuj nástroje používané při soustružení!

7/ Formuluj hlavní části soustružnického nože!

8/ Navrhni, jakým soustružnickým nožem opracováváme čelo součásti a jakým průměr součásti?

9/ Do čeho upínáme soustružnický nůž? Vyber správnou odpověď.

sklíčidlo – nožová hlava

10/ Vyjmenuj druhy upnutí součásti na soustruhu!

11/ Popiš upnutí součásti mezi hroty!

12/ Vyjmenuj pomocné upínače při upínání mezi hroty!

13/ Objasni, jaké hlavní zásady dodržuješ při měření?

14/ Definuj co je kalibrace a proč ji provádíme?

15/ Načrtni a popiš posuvné mechanické měřidlo!

16/ Zatrhni, s jakou přesností můžeme měřit mechanickým posuvným měřidlem?

0,1 – 0,01 mm

17/ Urči, co měříme posuvným hloubkoměrem?

18/ Uveď měřidlo pro měření s přesností 0,01 mm?

19/ Vyber správně, co znamená hrubování součásti?

1 – soustružení na čisto

2 – srovnání čela součásti

3 – soustružení součásti přesně na rozměr

4 – osoustružení součásti na hrubování

20/ Definuj, co musíme znát při určování řezných podmínek při soustružení?

21/ Vypočítej řeznou rychlost v: ar. mat. = 23 mm, n = 740 ot/min!

22/ Formuluj jaké bezpečnostní a hygienické zásady musíme dodržovat při práci s řeznou kapalinou?

23/ Uveď jaký suport a jaký soustružnický nůž používáme při soustružení válcové plochy?

24/ Definuj, jakým nástrojem vyrábíme středící důlky, popiš jejich zhotovení!

25/ Vyjmenuj druhy vrtáků dle upínání!

26/ Načrtni a popiš hlavní části vrtáku!

27/ Vysvětli rozdíl mezi výstružníkem a výhrubníkem!

28/ Objasni, co znamená upichování součástí?

29/ Vyjmenuj možnosti výroby kuželů na soustruhu!

30/ Jaké bezpečnostní předpisy budeš dodržovat při práci na soustruhu?

## Příloha 2

ŘEŠENÍ A ODPOVĚDI KE KONTROLNÍM ÚLOHÁM

1/ Doplň, co musí žák zkontrolovat před spuštěním stroje?

*A/ stroj před začátkem práce a jeho spouštěcí i vypínací zařízení,*

*B/ zda je obrobek řádně upnut v upínacím zařízení (nejčastěji sklíčidle),*

*C/ zda je nůž dostatečně upnut nejméně dvěma šrouby,*

*D/ pokud obrobek upínáme pomocí hrotu v koníku, je nutné zkontrolovat, zda je koník přitažený k loži.*

2/ Vysvětli, jak musí být žák ustrojen při práci u soustruhu?

*Žák si do praktického vyučování bude nosit řádný pracovní oděv a pracovní obuv.*

*Pracovní oděv musí být upnutý k tělu bez volně vlajících částí. Pracovní blůza musí být zasunuta do přiléhavých pracovních kalhot. Manžety rukávů musí přiléhat k tělu a musí být zapnuty. Na ochranu hlavy a vlasů je vhodná pokrývka hlavy čepice (kšiltovka, šátek). Pokrývka hlavy nesmí mít volně vlající cípy a vlasy nesmí zpod pokrývky vyčnívat.*

*K ochraně očí a obličeje se používají ochranné pracovní brýle nebo ochranný*

*štít. Tyto ochranné prostředky se musí používat tehdy, není-li soustruh vybaven ochranným krytem.*

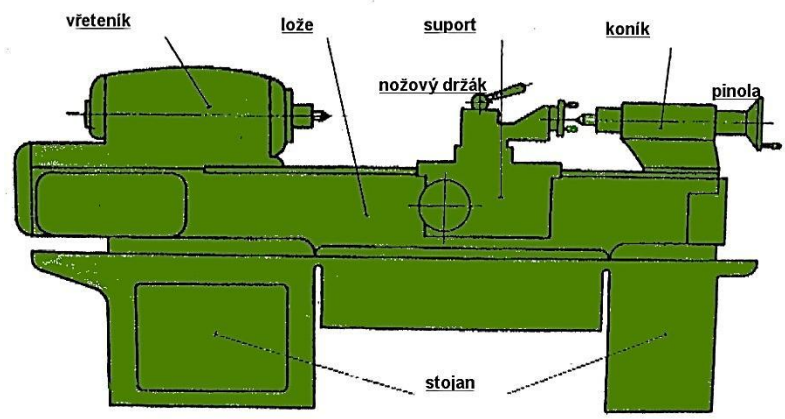
*Pracovní obuv musí být pevná, uzavřená nejlépe kožená s hrubou podrážkou.*

3/ Definuj princip soustružení!

*Soustružení je strojní třískové obrábění rotačních ploch soustružnickým nožem upnutým v nožové hlavě.*

4/ Načrtni a popiš universální hrotový soustruh!

# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU




5/ Urči hlavní a vedlejší pohyb při soustružení!

*Materiál koná pohyb hlavní a nástroj tj. soustružnický nůž vykonává pohyb vedlejší.*

6/ Vyjmenuj nástroje používané při soustružení obrobků!

*Soustružnické nože*

7/ Formuluj hlavní části soustružnického nože!

*Těleso, řezná část, upínací část.*

8/ Navrhni, jakým soustružnickým nožem opracováváme čelo součásti a průměr součásti?

*K soustružení čelních ploch používáme ubírací čelní nůž.*
*K soustružení průměru používáme ubírací stranový nůž.*

9/ Do čeho upínáme soustružnický nůž? Vyber správnou odpověď.

*sklíčidlo* – ***nožová hlava***

10/ Vyjmenuj druhy upnutí součásti na soustruhu!

*Universálního sklíčidla. Do sklíčidla a polohu druhého konce podepřeme hrotem v koníku.*

*Mezi hroty do tzv. otočných hrotů. Na lícní desce. Kleštin.*

11/ Popiš upnutí součásti mezi hroty!

*Při upínání mezi hroty musí mít obrobek v čelních plochách středící důlky. Středící důlky plníme mazadlem před rychlým opotřebením špičky upínacího hrotu.*

*Upínání mezi hroty vyžaduje další pomocná vybavení. Jedná se o unášecí desku, unášecí srdce, upínací hrot ve vřeteníku koníku.*

*Obrobek opatřený středícími důlky nasadíme koncem, na němž je upevněno unášecí srdce, na upínací hrot ve vřeteníku. Do středícího důlku na druhém konci obrobku zasuneme upínací hrot do koníka tím, že hrotovou objímku (pinolu) posouváme otáčením ručního kolečka koníku. Koník byl před upínáním obrobku nastaven na potřebnou vzdálenost od vřeteníku a v této poloze zajištěn proti posunutí.*

12/ Vyjmenuj pomocné upínače při upínání mezi hroty!

*Unášecí desku, lunetu, unášecí srdce, upínací hrot ve vřeteníku koníku.*

13/ Objasni, jaké hlavní zásady dodržuješ při měření?

*Součást měříme vždy za klidu (zastavený stroj). Stále dbáme o čistotu měřidla. Při měření musí být stykové plochy měřidla i měřená součást vždy očištěna i od nejjemnějších třísek prachu. Při měření lehce sevřeme pohyblivou čelistí nebo ramenem měřidla měřený rozměr součásti a přečteme na noniu naměřenou hodnotu. Po přečtení hodnoty měřidlo rozevřeme a položíme spět na podložku u stroje.*

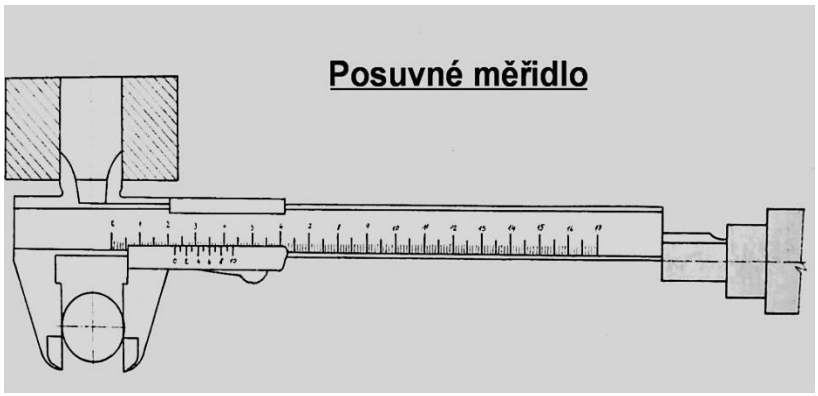
*Než měřidlo po skončení práce odevzdáme, očistíme jej a jemně přetřeme olejem. Každé měřidlo je třeba po určité době periodicky překontrolovat.*

14/ Definuj co je kalibrace a proč ji provádíme?

*Kalibrace je periodická kontrola měřidla. Jeto kontrola měřidla zda jeho přesnost odpovídá přesnosti, pro které je měřidlo používané.*

15/ Načrtni posuvné mechanické měřidlo, napiš všechny způsoby měření!

# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU




*Můžeme měřit: Průměry – vnější a vnitřní průměr součásti, hloubku součásti.*

16/ Zatrhni, s jakou přesností můžeme měřit mechanickým posuvným měřidlem?

***0,1*** *– 0,01 mm*

17/ Urči, co měříme posuvným hloubkoměrem?

*Hloubky děr, osazení, drážky, vybrání.*

18/ Uveď měřidlo pro měření s přesností 0,01mm?

*Mikrometrické měřidlo*

19/ Vyber správně, co znamená hrubování součásti?

*1 – soustružení na čisto*

*2 – srovnání čela součásti*

*3 – soustružení součásti přesně na rozměr*

***4 – osoustružení součásti na hrubo (s přídavkem)***

20/ Definuj, co musíme znát při určování řezných podmínek při soustružení?

*Musíme nejprve zjistit pevnost obráběného materiálu (jakost materiálu) a soustružnický nůž, kterým budeme obrobek opracovávat.*

21/ Vypočítej řeznou rychlost v: pro mat. d = 23mm = 0,023 m, n = 740 ot/min!

*v = π .d . n = 3,14. 0,023. 740 = 53,44m/min*

22/ Formuluj jaké bezpečnostní a hygienické zásady musíme dodržovat při práci s řeznou kapalinou?

*Chladicí kapalina může nepříznivě působit na pokožku pracovníka u stroje. Proto styk s řeznou kapalinou by měl být co nejmenší. Proto dodržování hygieny jako mytí rukou a obličeje by mělo být samozřejmostí před každým jídlem. K mytí rukou mají pracovníci (žáci) k dispozici saponátové mýdla. Proti emulzi pak k ošetření rukou různé vhodné krémy, které mají regenerační vlastnosti.*

23/ Uveď jaký suport a jaký soustružnický nůž používáme při soustružení válcové plochy?

*Suport:* *podélný, nožový*

*Soustružnický nůž:* *stranový soustružnický nůž*

24/ Definuj, jakým nástrojem vyrábíme středící důlky, popiš jejich zhotovení!

*Nástroj:* *navrtávák*

*K dosažení co nejideálnější řezné rychlosti se musí nastavit co nejvyšší počet otáček vřetena soustruhu. Středící důlky musí být souosé s obrobkem.*

*Středící vrtáky upínáme do sklíčidla a tyto pak do pinoly koníku soustruhu nebo do vřetena vrtacích strojů.*

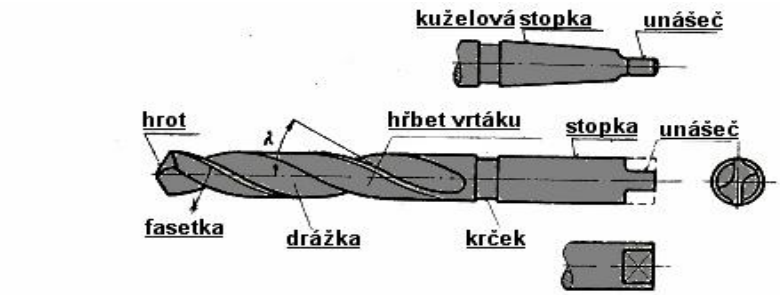
*Do záběru se středící vrták posouvá otáčením ručního kolečka koníku. Posuv musí být pomalý a rovnoměrný. Během navrtávání je nutno několikrát povytáhnout středící vrták z vrtaného důlku, aby se odstranily třísky. Chladit a mazat můžeme řeznou kapalinou nebo řepkovým olejem.*

25/ Vyjmenuj druhy vrtáků dle upínání!

*Vrták s válcovou stopkou. Vrták s kuželovou stopkou.*

26/ Načrtni a popiš hlavní části vrtáku!

# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU




27/ Vysvětli rozdíl mezi výstružníkem a výhrubníkem!

*V konstrukci nástrojů a v různém účelu prováděných operací. Výstružník má větší počet zubů než výhrubník.*

28/ Objasni, co znamená upichování součástí?

*Rychlé dělení materiálu.*

29/ Vyjmenuj možnosti výroby kuželů na soustruhu!

*Natočení nožových saní, ustavení dle kuželového kalibru a číselníkového úchylkoměru, přesazení upínacích hrotů.*

30/ Jaké povinnosti a předpisy budeš dodržovat při práci na soustruhu a praktickém vyučování?

*Žák musí dodržovat základní body Dílenského řádu a příkazy učitele.*
*řádný pracovní oděv (pevná pracovní obuv, čepice, pracovní blůza – pracovní montérky),*
*budu nosit mechanické posuvné měřidlo, sešit, psací potřeby,*
*není dovoleno nosit na pracoviště dílen hodinky, řetízky, náramky, prstýnky…,*
*setrvávám na svém pracovišti, které mi bylo určeno,*
*neopustím své pracoviště bez povolení vyučujícího,*
*není dovoleno používat a manipulovat s jiným zařízením než je žákům přiděleno,*
*každou závadu, poškození stroje nebo zařízení je nutné ihned oznámit vyučujícímu,*
*před započetím práce si vyzvednu pomůcky, nástroje, obrobky od vyučujícího,*

# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

*každá skupina před odchodem z dílen uklidí své přidělené pracoviště a odevzdá pomůcky, nástroje a obrobky vyučujícímu,*

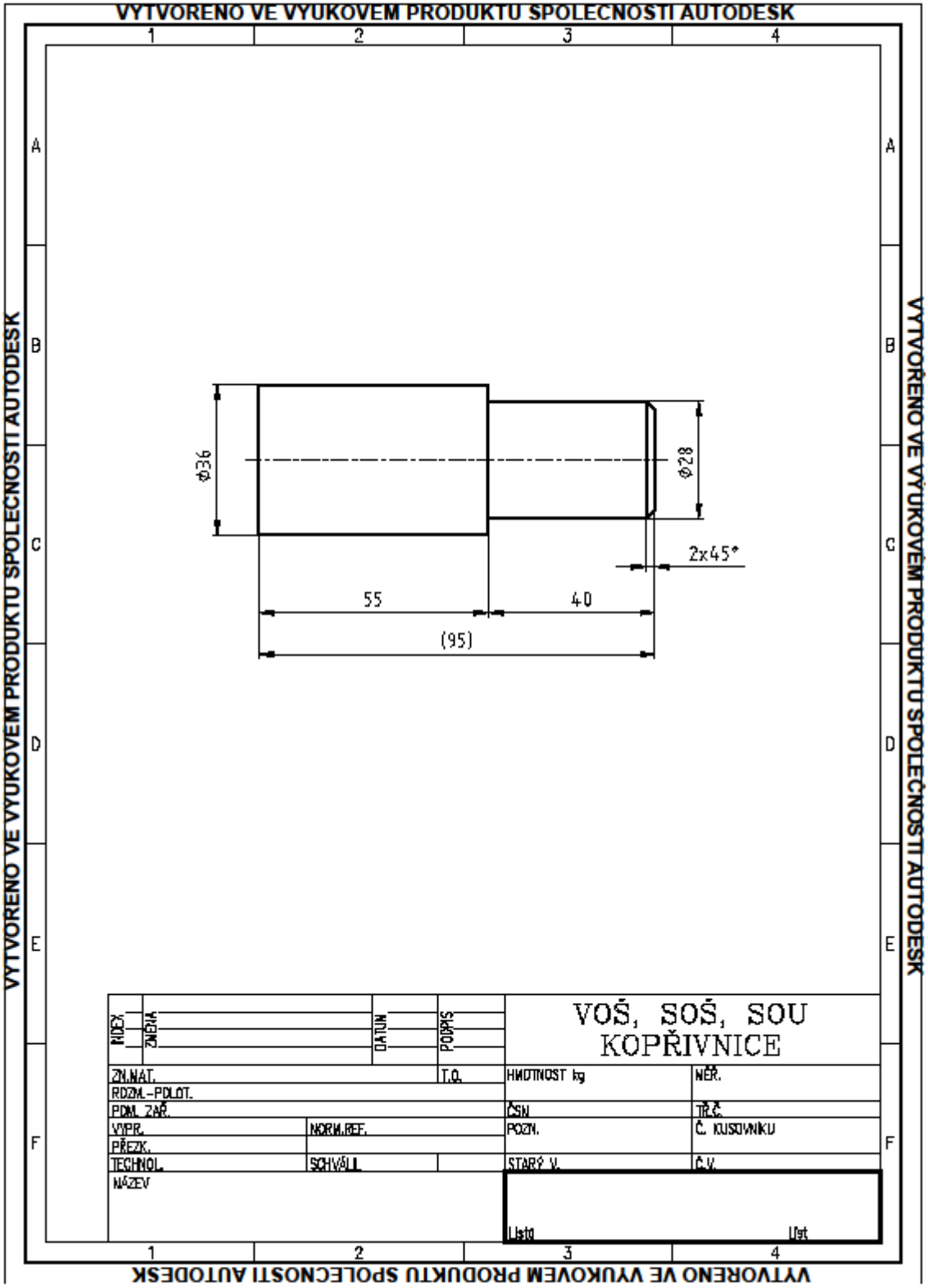
*okamžitě nahlásím každý, byť sebemenší úraz (řezná ranka, tříska v oku apod.),*

*žák, který si nedonese pracovní oděv a obuv má 3 neomluvené hodiny (praktické vyučování v dílnách probíhá po 3 vyučovacích hodinách).*

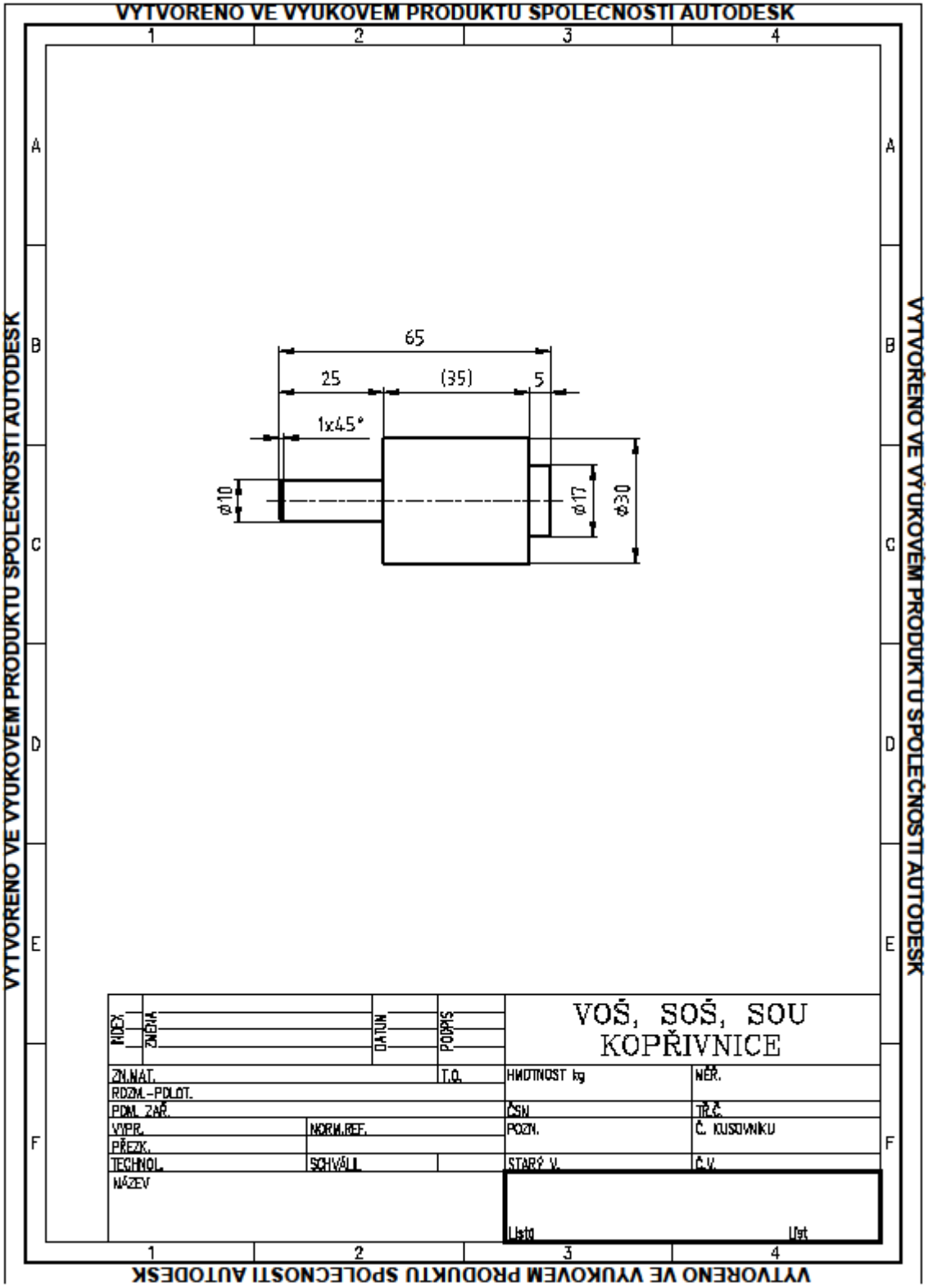
## Příloha 3

Výkresová dokumentace k praktickému procvičování, podle které si můžete procvičovat své praktické dovednosti ve čtení výkresu, manuální zručnost na stroji, pečlivost, rychlost provedení, trpělivost při práci a vědomosti získané po dobu výuky.

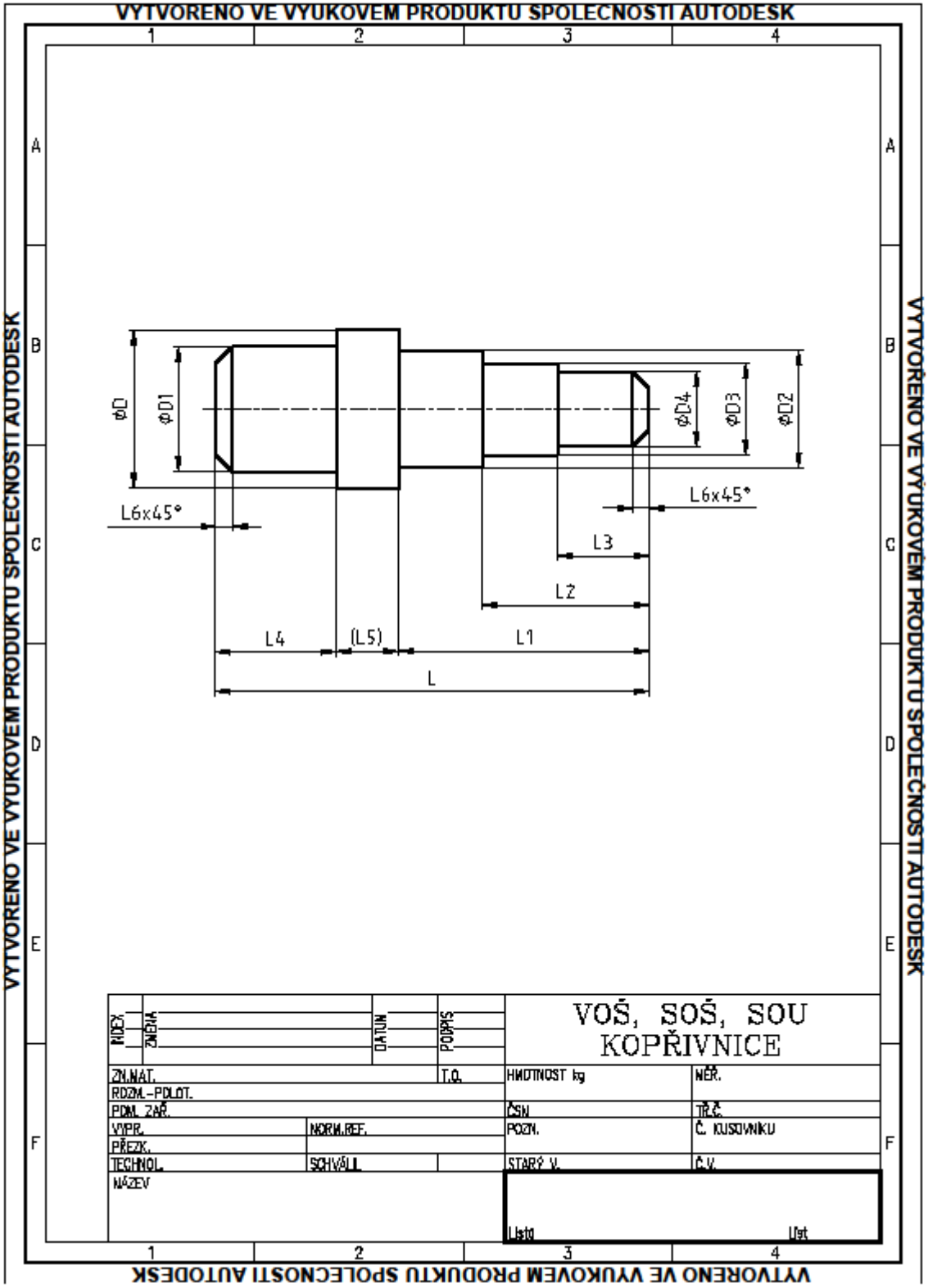
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



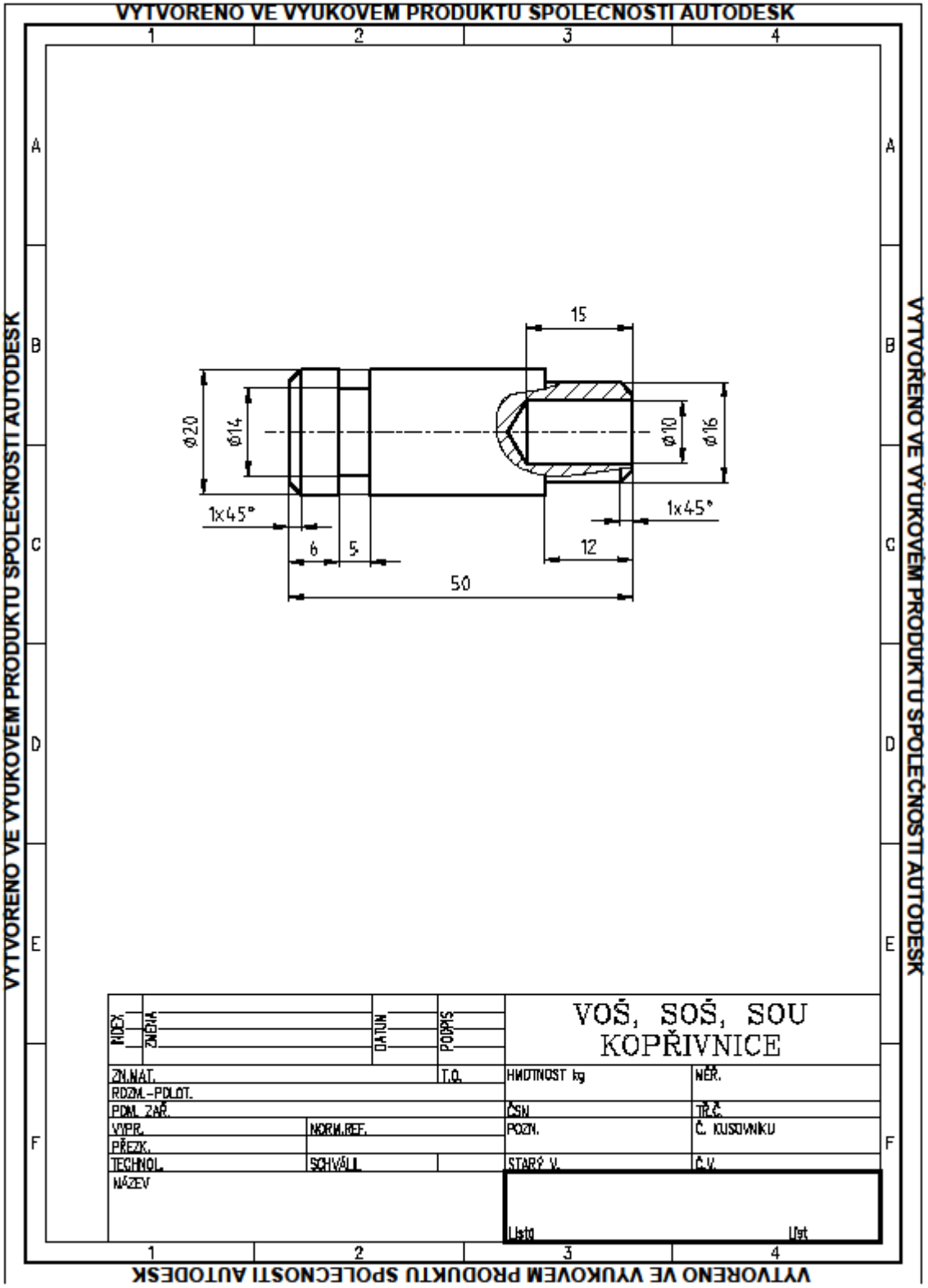
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



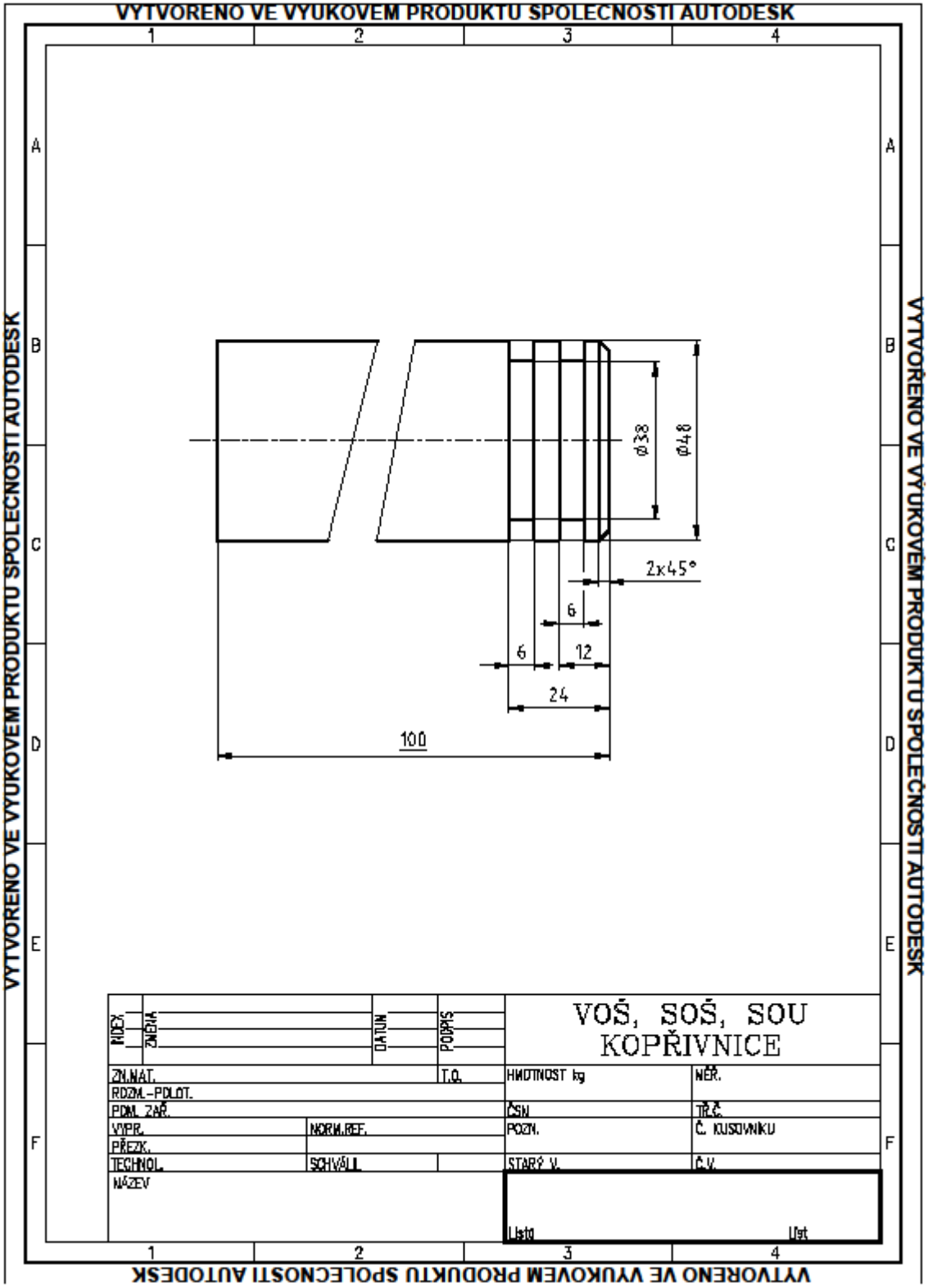
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



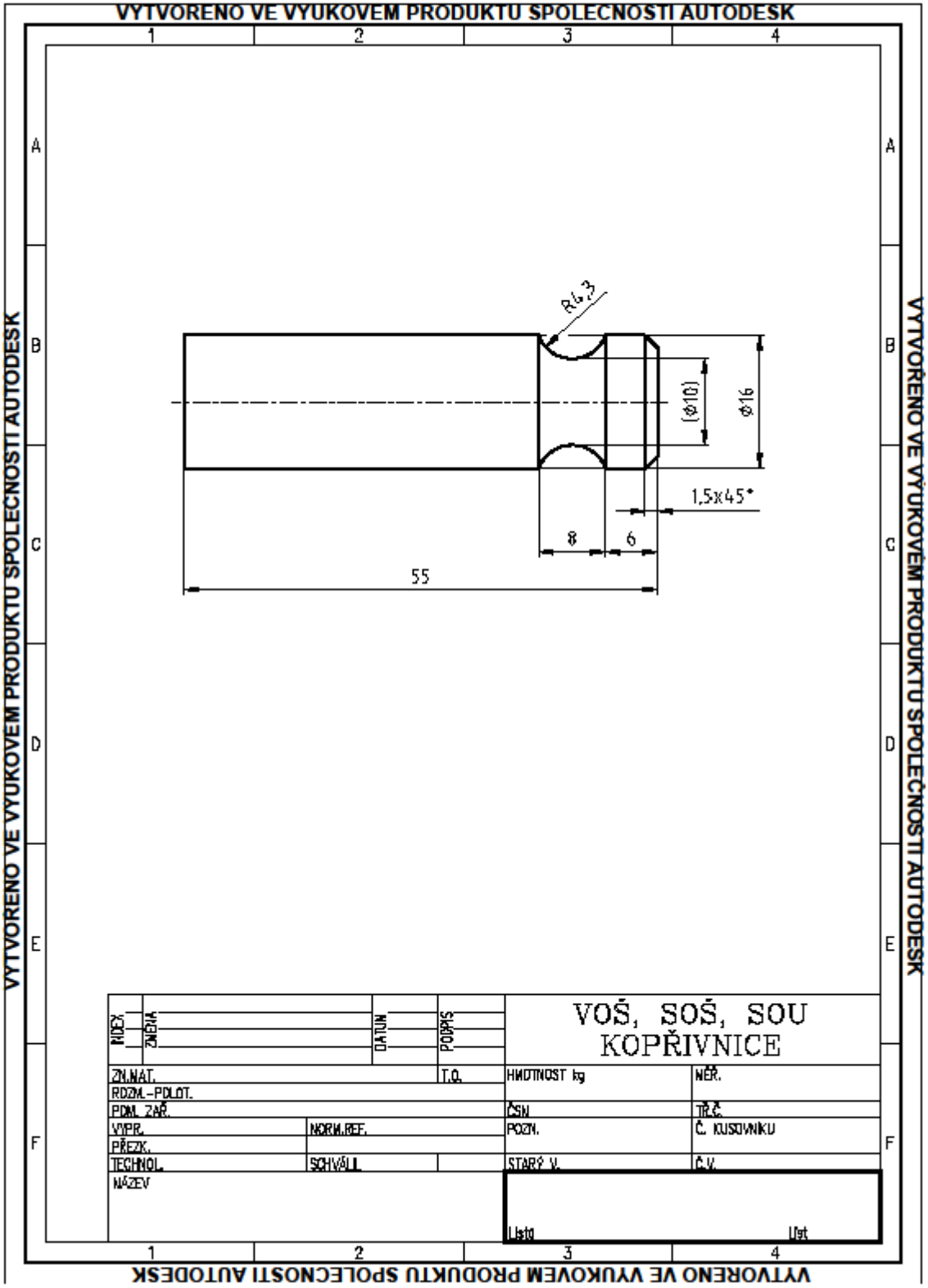
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



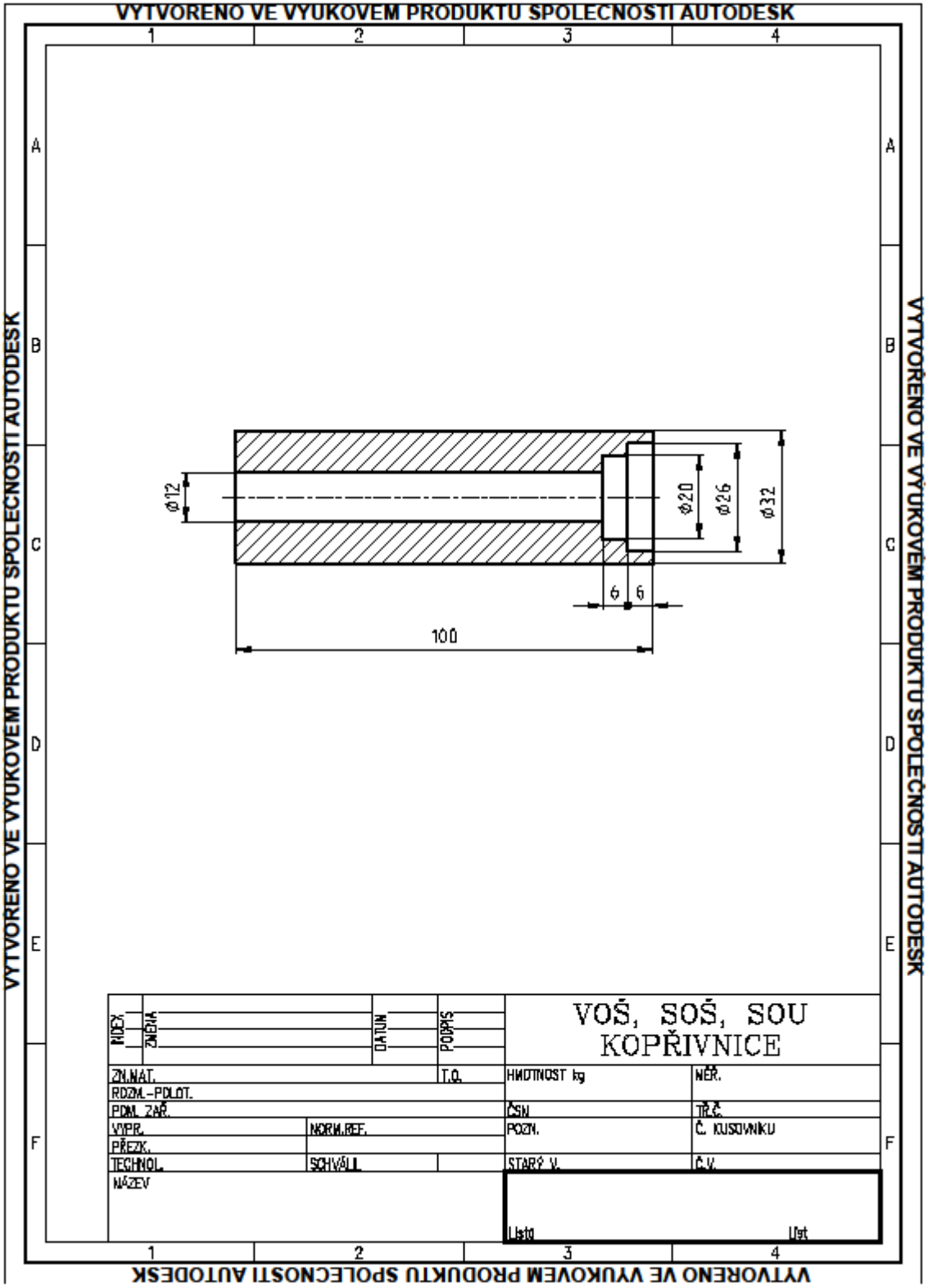
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

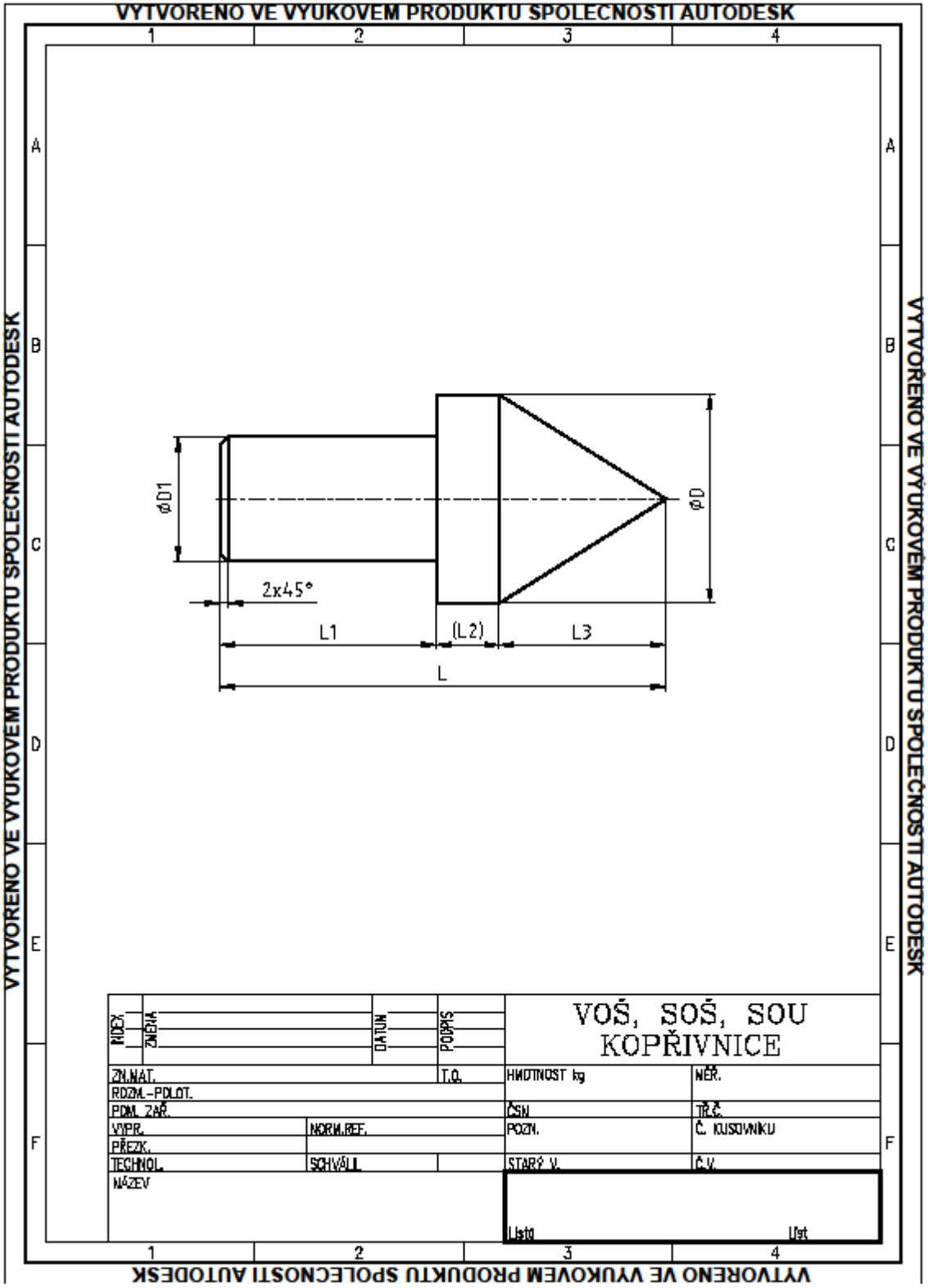


# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

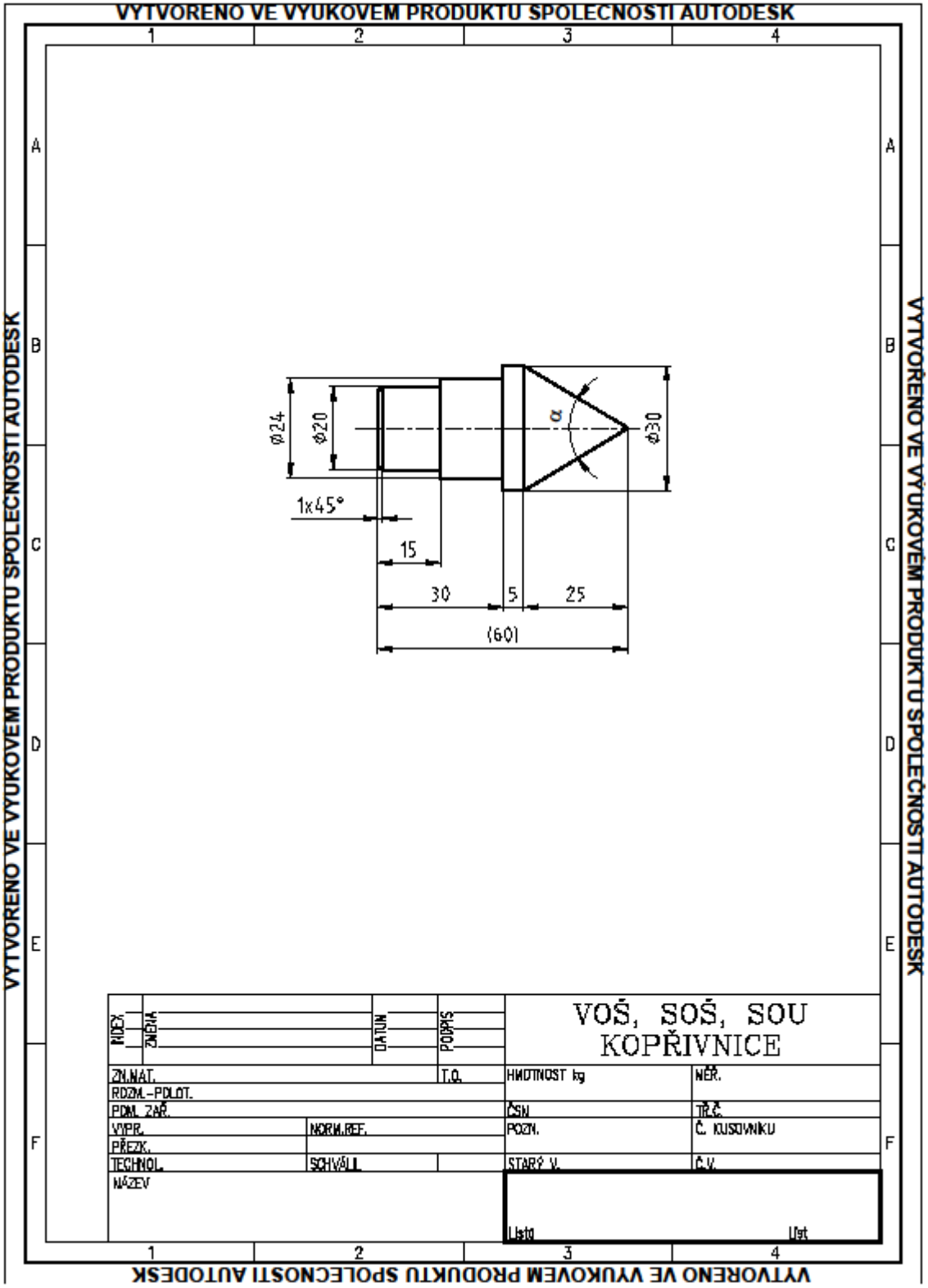


# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

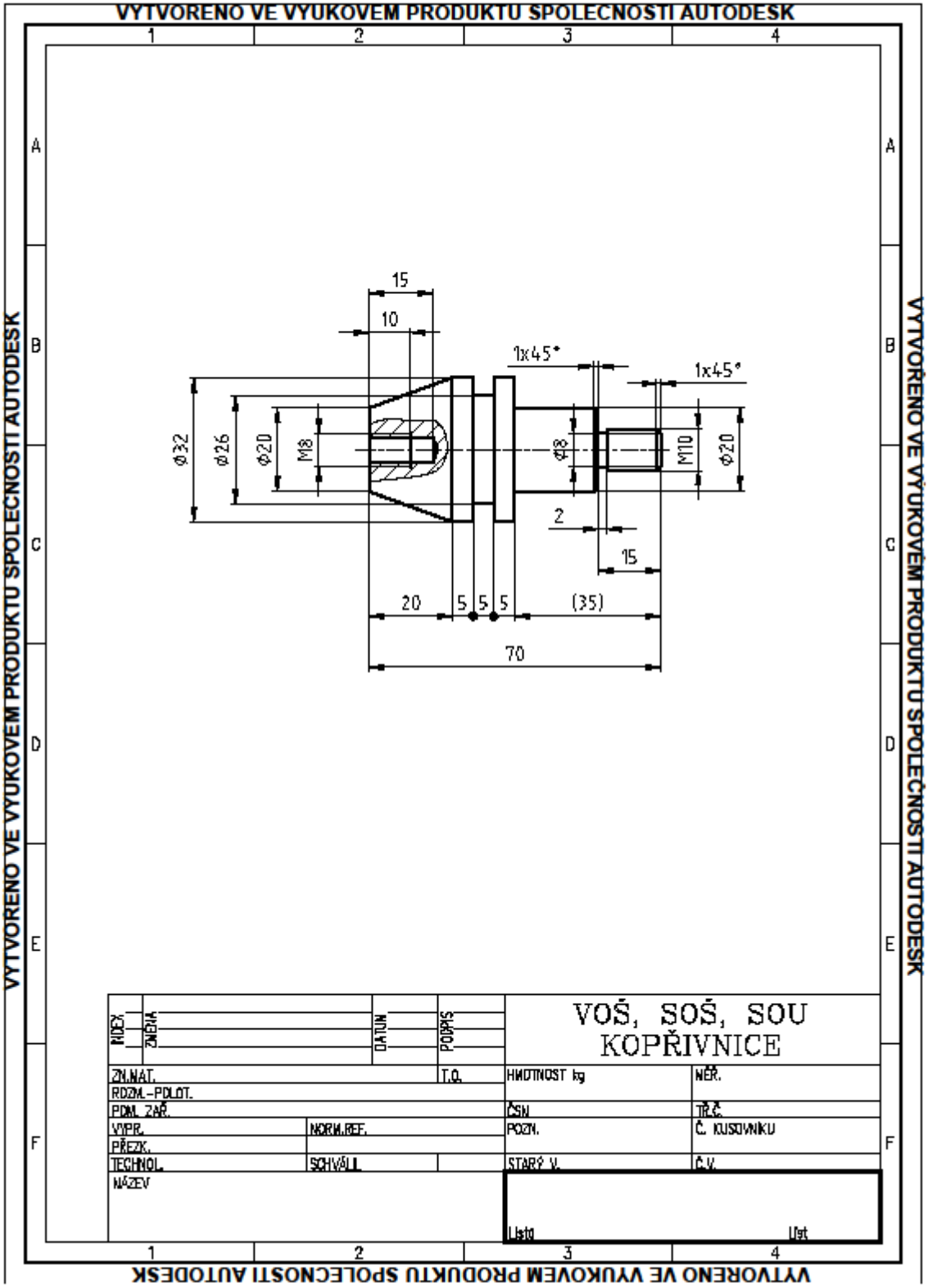


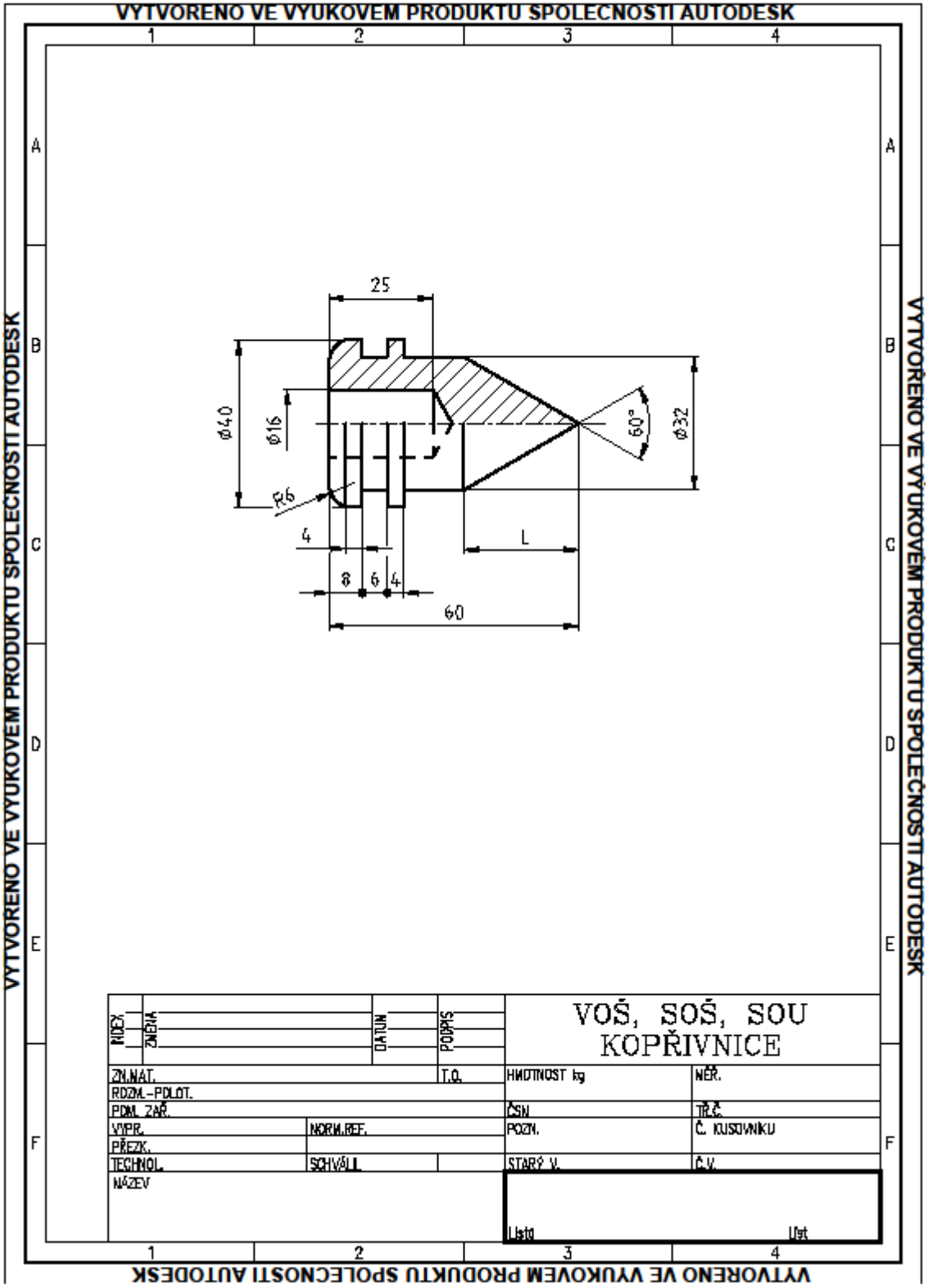

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK
ø D1
ø D
2x45°
L1
(L2)
L3
L
VOŠ, SOŠ, SOU
KOPŘIVNICE
ZN.MAT.
T.O.
HMOTNOST kg
NÁZEV

# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

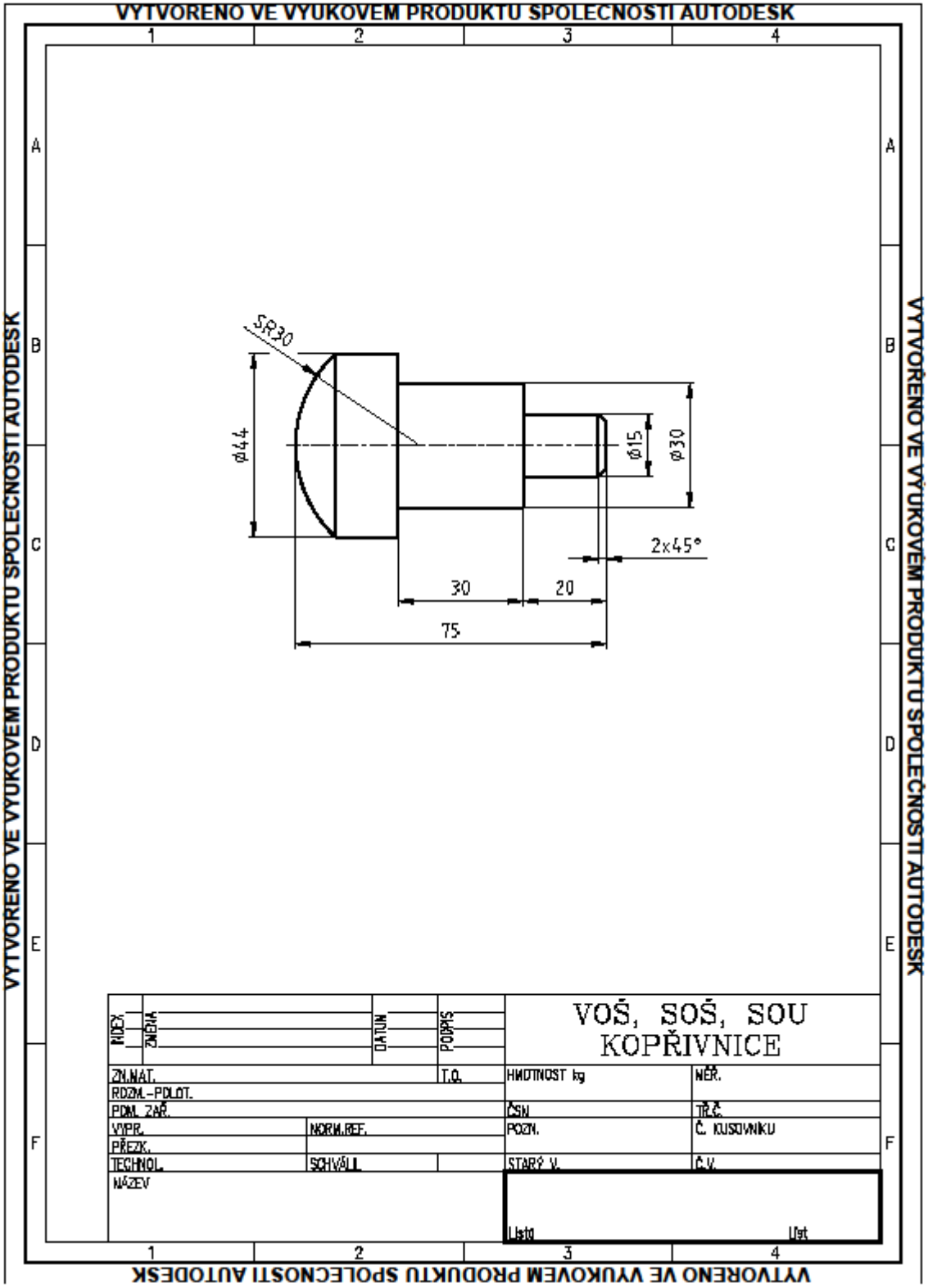


# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

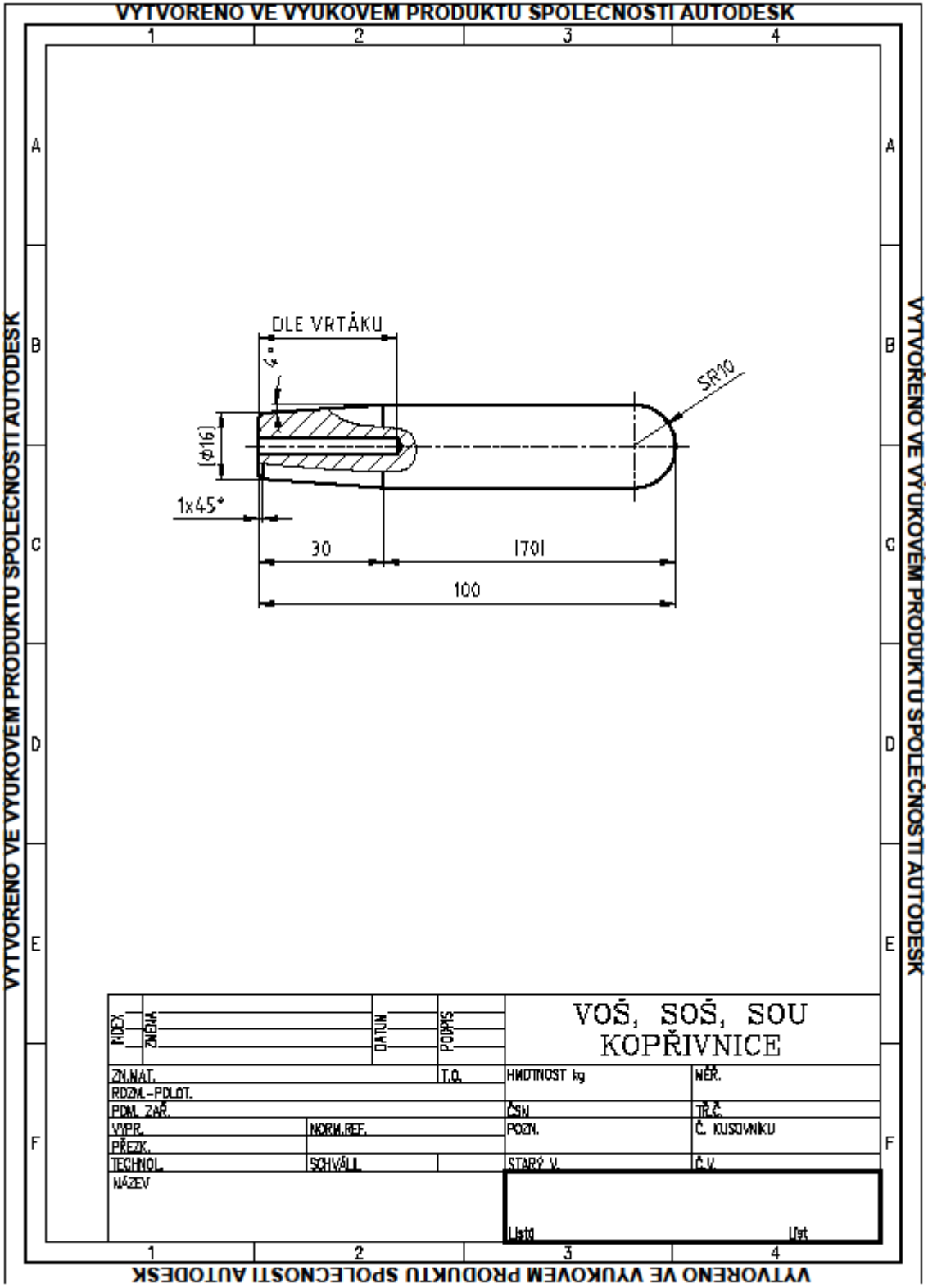



VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK
25
Ø40
Ø16
R6
60°
Ø32
4
L
8
6
4
60
VOŠ, SOŠ, SOU
KOPŘIVNICE
ZN.MAT.
T.O.
HMOTNOST kg
NÁZEV

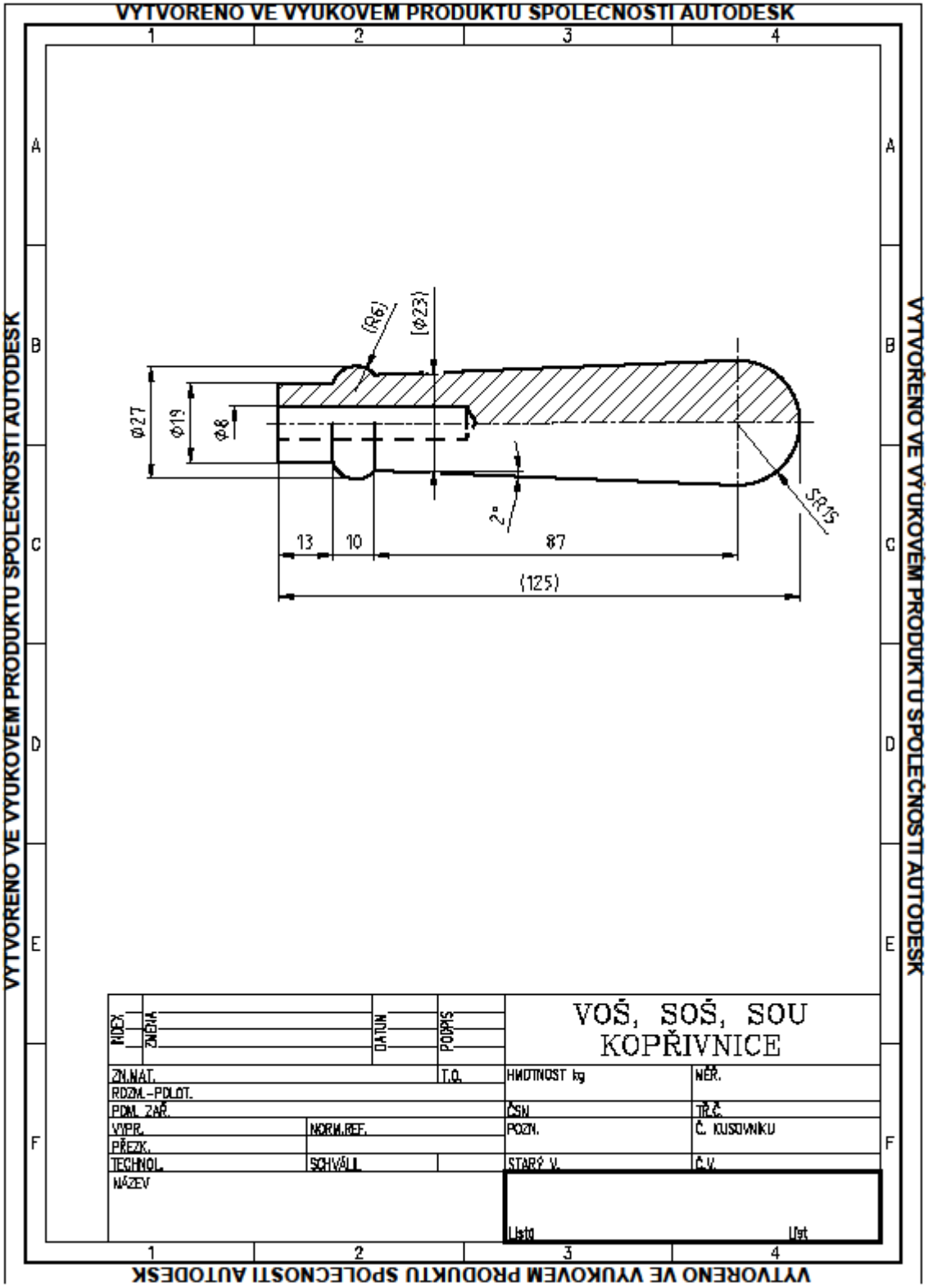
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



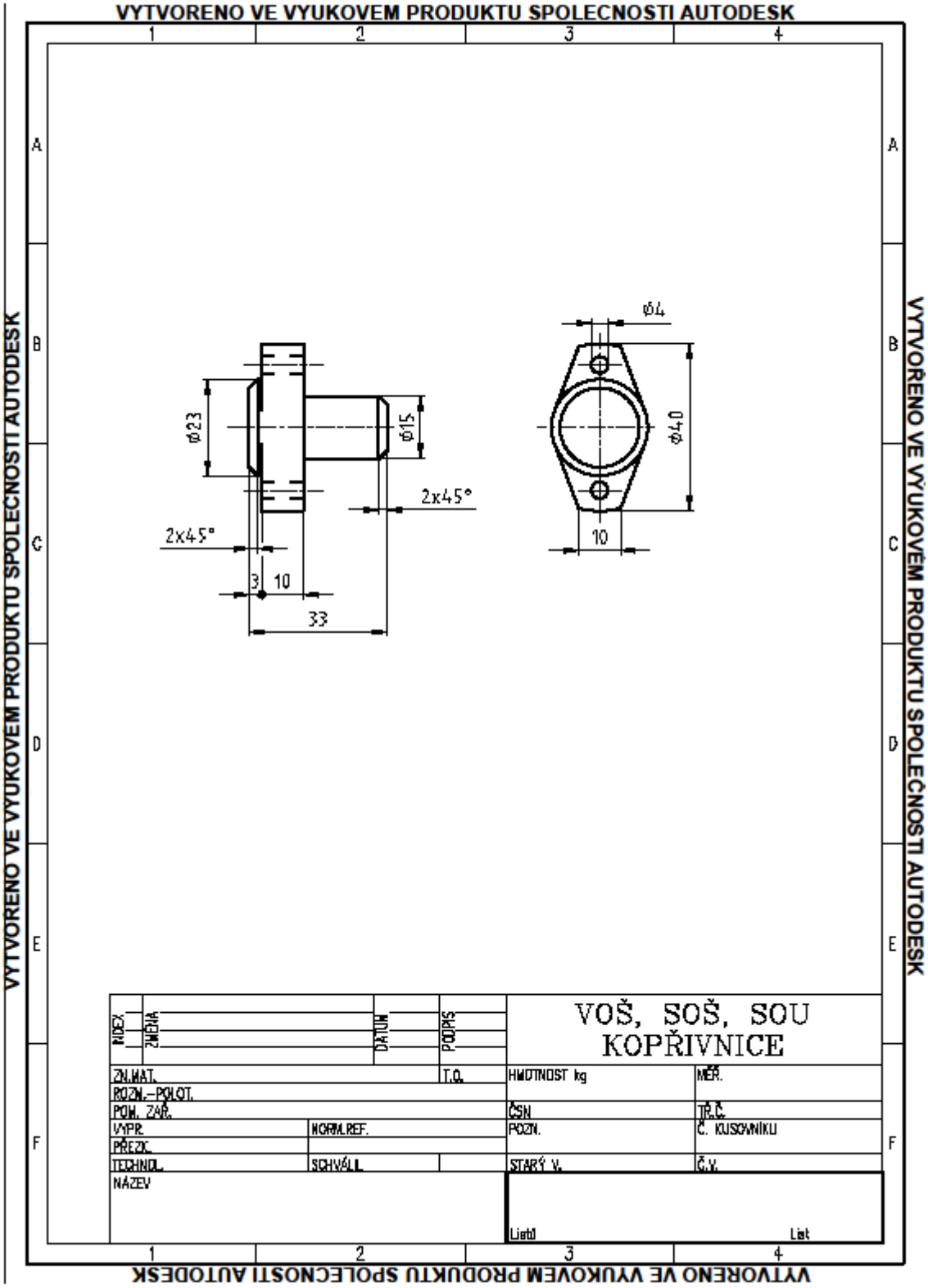
# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU

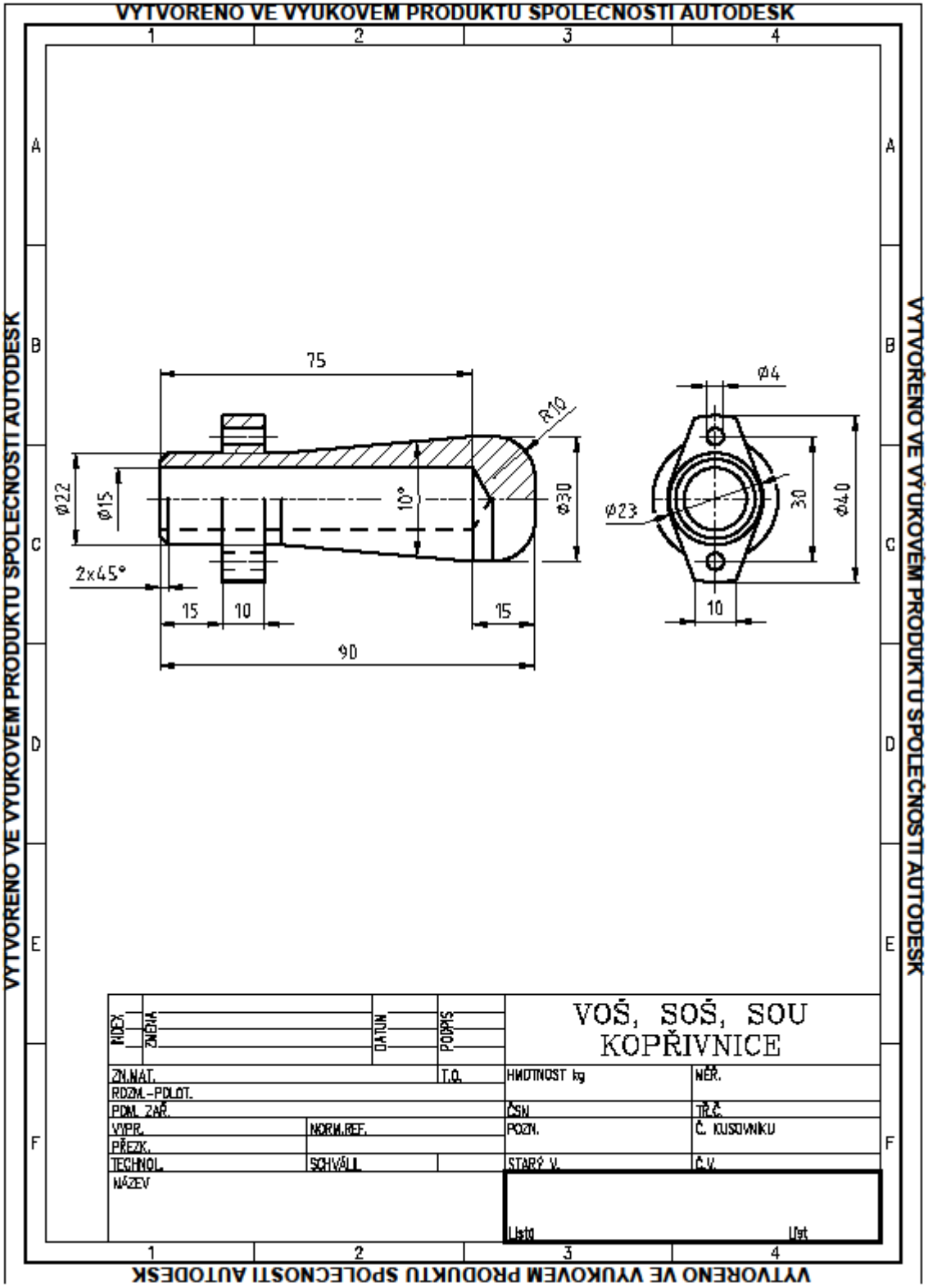


# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU



# PŘÍLOHY UČEBNÍHO TEXTU




VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK
75
R10
Ø22
Ø15
10°
Ø30
2x45°
15
10
15
90
Ø4
Ø23
30
Ø40
10
VOŠ, SOŠ, SOU
KOPŘIVNICE
ZN.MAT.
T.O.
HMOTNOST kg
NÁZEV

# ZÁVĚR

## Závěr

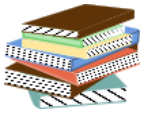
Záměrem práce bylo vytvořit elektronickou příručku, která nenahrazuje učebnice strojírenské technologie a další používané učebnice v teorii vyučování, ale bude uceleným zpracováním problematiky strojního obrábění soustružení dle školního kurikula ŠVP.

Příručka je psána jako studijní učební text. Sepsala jsem v ní názornou a ucelenou příručku pro praktické vyučování tematického celku – Soustružení.

Podařilo se mi zdokumentovat a vytvořit potřebné ucelené učební informace, učební úlohy a obrazové komponenty. Zpracovala jsem učební text, podle ŠVP studijního oboru na střední odborné škole. Učební text jsem sestavila tak, že obsahuje otázky, cvičení a zpětnou vazbu. V příloze učebního textu jsem vypracovala kontrolní úlohy a jejich správné řešení. Přílohu jsem doplnila o zkreslenou výkresovou dokumentaci k praktickému cvičení.

Příručka může být přínosem pro všechny žáky středních odborných škol v odborném a praktickém výcviku, protože zaplňuje mezeru v neexistujících učebních textech.

## Doporučená literatura k dalšímu studiu



LITERATURA

**Doporučená literatura k praktické činnosti a dalšímu hlubšímu studiu**

[1] BENEŠ, V., et al. *Dílenské tabulky*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2008. 881 s. ISBN 80-7361062-0.
[2] ŘASA, Jaroslav a Vladimír GABRIEL. *Strpjírenská technologie 3*: *Metody, stroje a nástroje pro obrábění*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2000. ISBN 80-7183-207-3.

**Použité fotografie a obrázky**

[1] Obr. [1 - 75] vytvořeny autorem příručky

**Použité kliparty**

[1] http://www.clker.com/