



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### OBSAH

1. Měřidla, měření
2. Orýsování
3. Řezání kovů
4. Stříhání kovů
5. Pilování
6. Vrtání a zahlubování
7. Rovnání materiálu
8. Ohýbání materiálu
9. Sekání materiálu
10. Probíjení materiálu
11. Řezání závitů
12. Nýtování

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 1. MĚŘIDLA, MĚŘENÍ

**Podle charakteru měření rozlišujeme:**

#### 1.1 Měření skutečných hodnot – přímé měření

Skutečnou hodnotu měříme univerzálními měřidly, na nichž je možno přímo odečítat absolutní hodnoty (např. posuvné měřítko, mikrometry, základní měrky, apod.)

#### 1.2. Měření porovnáváním – nepřímé

Porovnáváním zjišťujeme, nepřesahují-li rozměry součásti mezní hodnoty. Nezjišťujeme skutečné rozměry součásti, ale mezní hodnoty skutečného rozměru. Do této skupiny měřidel patří např. hmatadla, kalibry, apod.)

**Měření dělíme na měření:**

- a) délek
- b) úhlů
- c) tvarů

#### 1.3. Měřítka

Ocelová měřítka slouží k měření délek s přesností 0,2 až 0,5 mm. Vyrábějí se plochá se zešíkmenou hranou a ohebná. Plochá měřítka se vyrábějí v délkách 500, 1000, 1500 a 2000 mm. Ocelová měřítka normální a zesílená se vyrábějí v délkách 300, 500 a 1000 mm. Pro méně přesná měření používáme skládací metry a pro měření větších délek pásma dlouhá 10 až 50m.

#### 1.4. Hmatadla

Obkročná a dutinová hmatadla, jsou určena pro přenášení rozměrů při výrobě jednotlivých kusů, kde nelze použít přímo posuvného měřítka. Skládají se ze dvou ramen spojených kloubem. Obkročná a dutinová hmatadla se vyrábějí také se stavěcím šroubem, který umožňuje nastavení rozměru. Vyrábějí se pro přenášení délek 100, 150, 200, 250 a 300 mm.

**Obr. č.1** - Přesnost jednotlivých druhů měřidel

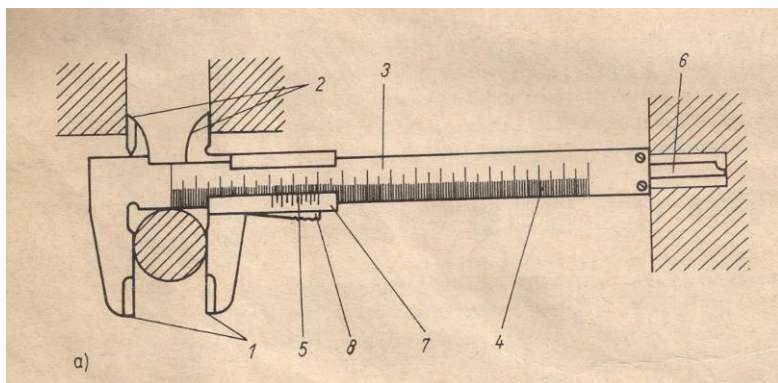
| Přesnost měření (mm) | Druh měřidla  |
|----------------------|---|
| 0,2 až 0,5           | <p>ocelové měřítko, obkročná a dutinová hmatadlo, šablony</p> |

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 1.5. Posuvná měřítka

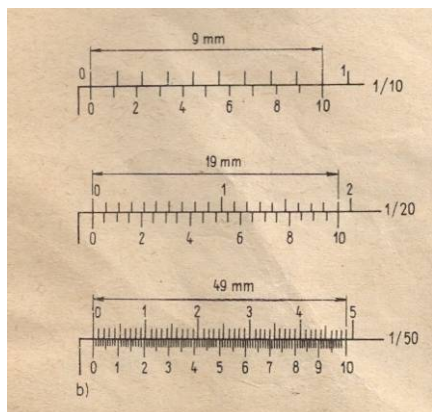
Jedná se o nejčastěji používaná univerzální měřidla pro měření délek s přesností 0,1; 0,05 až 0,02 mm. Přesnost měření je odvozena od noniové diferenciální stupnice s dělením 1/10, 1/20, 1/50 viz. **Obr. č. 2a), b), c).**

#### a) základní části měřítka



- 1 – měřící ramena
- 2 – pomocná ramena
- 3 – hlavní měřítko
- 4 – hlavní stupnice
- 5 – nonius
- 6 – hloubkoměr
- 7 – posuvné měřítko
- 8 – výstředník

#### b) noniové stupnice s diferencí 1/10, 1/20 a 1/50

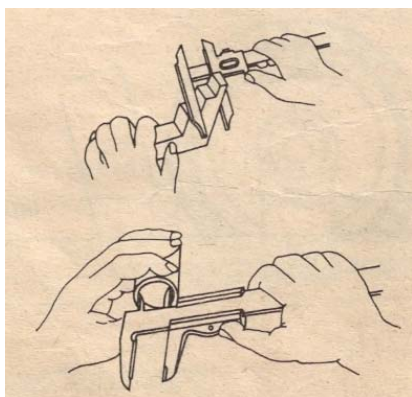


s přesností 0,1

s přesností 0,05

s přesností 0,02

#### c) způsoby měření



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

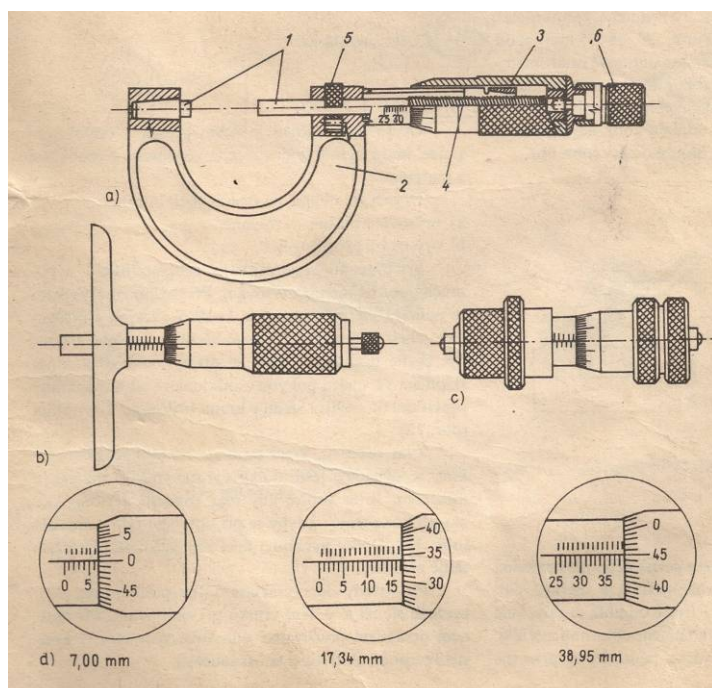
### 1.6. Mikrometry

Jsou velmi přesná měřidla, kterými měříme rozměry s přesností 0,01 mm. Měřený rozměr se u nich určuje počtem otáček a pootočením mikrometrického šroubu. Hlavní stupnice na bubínku je dělena tak, že jeden dílek na matici tzv. bubínku je 0,01 mm a jedno pootočení bubínku je 0,5 mm tzn., že je rozdělen na 50 dílků po 0,01 mm.

#### Třmenový mikrometr

Skládá se z pevného dotyku a mikrometrické hlavice. Měřicí rozsahy třmenového mikrometru jsou odstupňované po 25 mm. To znamená, že mikrometr má rozsah např. 0 až 25 mm., 50 – 75 mm apod. Pro měření dutin používáme dutinové mikrometry, které se vyrábějí pouze pro malé měřicí rozsahy (např. 5 až 25 mm) apod. Pro přesné měření vnitřních rozměrů se používají mikrometrické odpichy a pro měření hloubek mikrometrické hloubkoměry.

Obr.č. 3 - Mikrometrická měřidla – odečítání rozměru na mikrometru



- a) třmenový mikrometr
  - 1 – dotyky
  - 2 – třmen
  - 3 – matice se stupnicí
  - 4 – mikrometrický šroub
  - 5 – brzda
  - 6 – řehačka (zubová spojka)
- b) mikrometrický hloubkoměr
- c) mikrometrický odpich
- d) odečítání rozměru na mikrometru

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

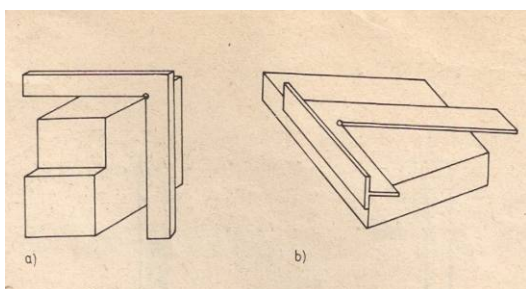
### 1.7. Měření úhlů

K měření úhlů používáme pevná nebo přestavitelná měřidla. Úhelníky jsou pevná měřidla a měříme jimi nejčastěji úhel  $90^\circ$ . Úchylka od úhlu se projevuje jako světelná štěrbinu mezi předmětem a plochou měřidla. K měření úhlů dále používáme pomůcky a přístroje s kruhovou stupnicí; nejobyklejší jsou obloukové a univerzální úhломěry.

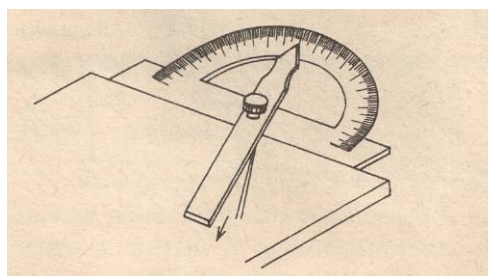
Obloukový úhломěr umožňuje odečítat pouze celé stupně. U optického a univerzálního úhломěru stupně i minuty.

Obr. č. 4 - úhelníky

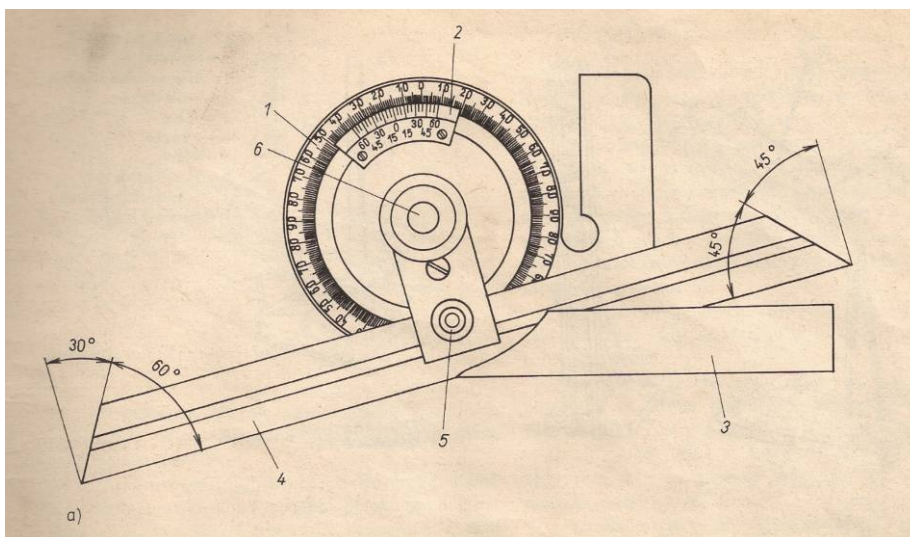
- a) úhelník  $90^\circ$
- b) příložný úhelník



Obr.č. 5 – obloukový úhломěr



Obr. č. 6 – univerzální úhломěr



- 1 – úhlová stupnice, 2 – nonius, 3 – pevné rameno, 4 – pohyblivé rameno, 5 – zajišťovací, šroub, 6 – hlavní šroub

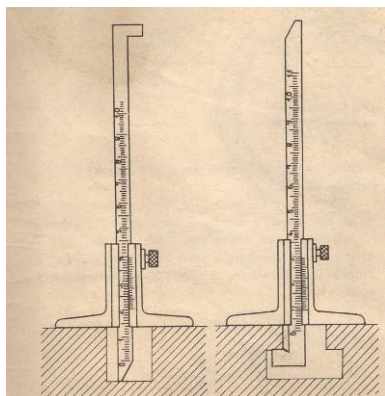
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 1.8. Měření tvarů

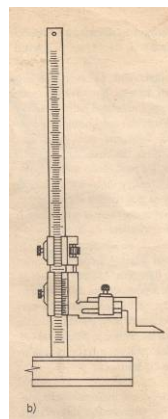
U měření tvarů používáme ke kontrole rádiusové měřky, šablony, kdy zjišťujeme odchylku mezi měřidlem a obrobkem na průsvit.

### 1.9. Měření hloubky a výšky

**Obr. č. 7** – měření hloubky posuvným hloubkoměrem



**Obr. č. 8** – měření výšky výškoměrem



## 2. ORÝSOVÁNÍ

Orýsování součástí je velmi přesná a odpovědná práce, která vyžaduje dostatečné vědomosti z geometrie a matematiky.

**Orýsování dělíme na dva základní druhy:**

- a) orýsování plošné – rovinné
- b) orýsování prostorové - obrysové

### 2.1. Orýsování plošné – rovinné

Základní nářadí pro rýsování

Při rovinném orýsování se používá měřítka, pravítka, kružítko, šablony a rýsovacích jehel. Rýsovací jehly jsou většinou ocelové a musí být řádně naostřené. Jehla se při rýsování drží mírně skloněná ve směru pohybu a odkloněná od horní hrany pravítka tak, že hrot sleduje hranu přiléhající k obrobku. Tvar součásti, který na materiál vyznačujeme ryskou, se označuje ještě důlky vyraženými do materiálu důlčičkem. Je to proto, aby tvar součásti a středy děr zůstaly označeny, i kdyby se při obrábění ryska smazala. Důlky vyrážíme tak, aby jejich středy ležely těsně při rysce. Pro středy děr vyrážíme důlky pečlivě, protože slouží k vedení vrtáků při zavrtávání. Při plošném orýsování používáme jednotlivé geometrické konstrukce podle potřeby a tvaru součástí.

Při orýsování kružnic, jejichž střed leží v drážce nebo v díře, si vypomáháme vložkami z tvrdého dřeva nebo z olova.

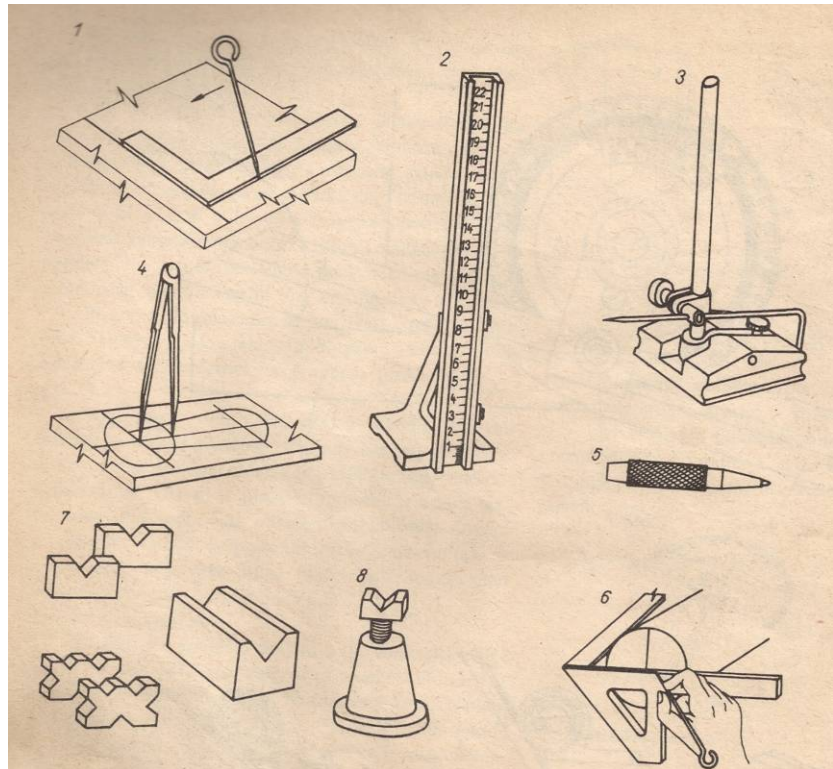
Orýsování provádíme na rýsovací desce.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 9 – základní nářadí pro orýsování

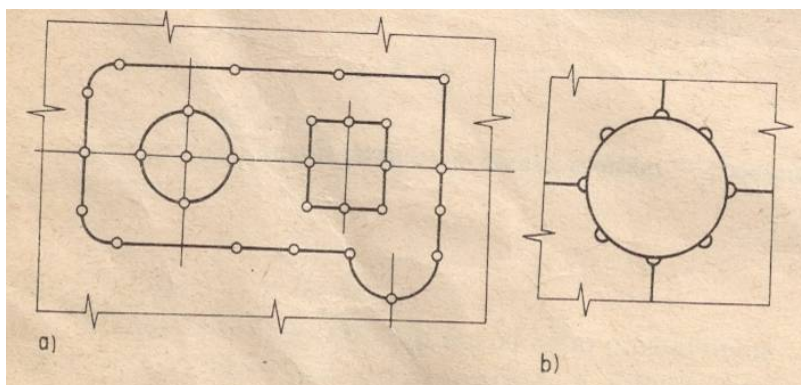
- 1 rýsovací jehla a úhelník
- 2 svislé měřítko
- 3 nádrž
- 4 kružítko
- 5 důlčik
- 6 hledač středu
- 7 prizmatické podložky
- 8 šroubová podložka

K základnímu nářadí pro orýsování patří také výškoměr (viz. obr. č. 8).



Obr. č. 10 – Orýsovaná součást s pojistnými důlčiky

- a) orýsovaná a odůlčikovaná součást
- b) obrobena díra se zbytky důlků

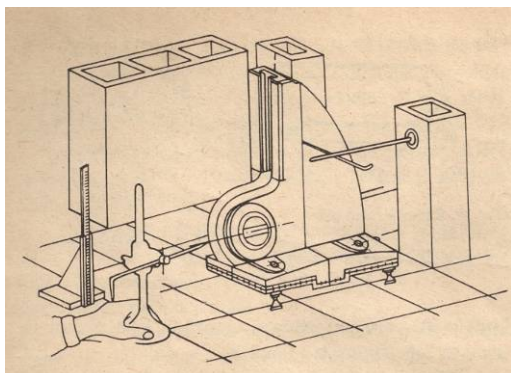


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2.2. Prostorové orýsování

Prostorové orýsování dvou nebo více ploch součásti, které mohou mít různou vzájemnou polohu /mohou být např. zakřivené, válcové, šroubovité, kulové, aj), je velmi náročné a vyžaduje přesnost, trpělivost a značné zkušenosti.

Obr. č. 11 - Prostorové orýsování složitější součásti



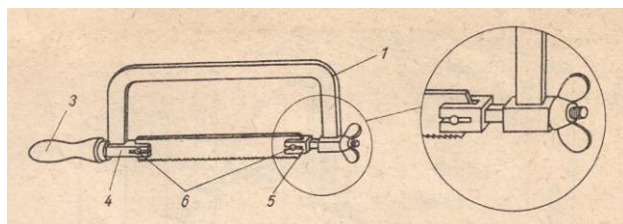
## 3. ŘEZÁNÍ KOVŮ

Řezáním kovů je dělení materiálu ubíráním malých třísek mnohozubým nástrojem – pilkou.

### 3.1. Provádí se:

- a) ručně – ruční rámovou pilkou, obr. č. 12

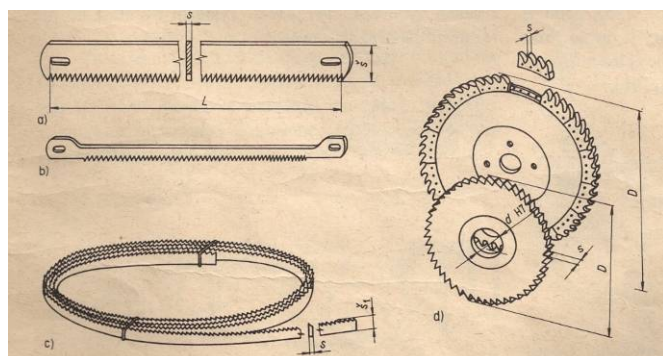
Obr. č. 12



- 1 – rám
- 2 – pilový list
- 3 – rukojeť
- 4 – pevná hlava
- 5 – pohyblivá hlava
- 6 – kolík

- b) strojně – strojní rámovou, kotoučovou nebo pásovou pilou, obr. č. 13

Obr.č. 13

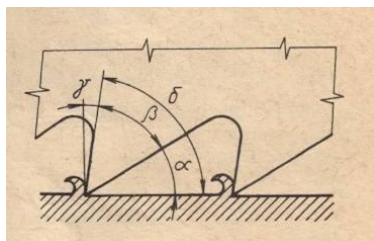


- a) pilový list do rámové pily
- b) upravený pilový list pro řezání oblouků
- c) pilový pás do pásové pily
- d) pilový kotouč do kotoučové pily



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 14 - Základní řezné úhly



- α - úhel hřbetu
- β - úhel břitu
- γ - úhel čela
- δ - úhel řezu

Pilové listy se používají v rámových pilách při ručním i strojním řezání. Při strojním řezání na pásových pilách se používá pilového pásu, jehož konce jsou natvrdo spájeny a tvoří tak uzavřený pás. Při práci na kotoučových pilách se používají pilové kotouče celistvé nebo se vsazovanými segmenty u větších průměrů. U pásové a kotoučové pily je řezání ekonomičtější s vyšší produktivitou. Hustota ozubeného pilového listu se udává počtem zubů na délku 1 anglického palce (1" = 25,4 mm).

Na měkké materiály se používají s hrubým ozubením 14 až 16 zubů na 1". Na tvrdé materiály s jemným ozubením 25 – 32 zubů.

Pilové listy jsou jednostranné nebo oboustranné. Upínáme je do rámu tak, aby špičky zubů směřovaly směrem od rukojeti (tj. ve směru řezání). Pilový list musí být správně napnut.

### 3.2. Upínání obrobků při řezání

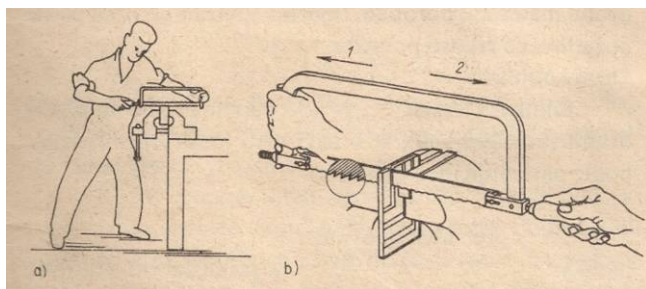
Obrobky upínáme do čelisti svěráků tak, aby místo řezu co nejméně vyčnívalo. Při větším vyložení by materiál při řezání příliš pružil.

### 3.3. Postup práce při ručním řezání

Místo řezu si orýsujeme a předznačíme tříhranným pilníkem. Zpočátku řežeme s pilkou skloněnou dopředu 5 – 10°, aby se snadněji zařídila a získala vedení. Teprve pak pilku vyrovnáme do vodorovné polohy a řežeme dlouhými zdvihy rychlostí asi 30 – 50 zdvihů za minutu. V případě, že se materiál bude dále opracovávat, řežeme s přídavkem do 1 mm.

Nedostačuje-li hloubka rámu pilky při řezání, můžeme pilový list otočit o 90°, což využíváme při řezání dlouhých řezů.

Obr. č. 15 – řezání ruční pilkou



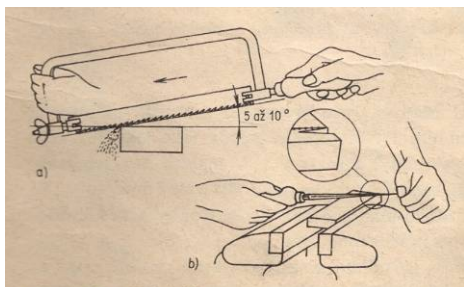
- 1 – záběr do řezu
- 2 - odlehčený záběr

a) správný postoj při řezání

b) správné řezání pilky

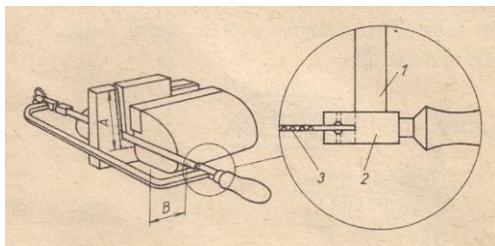
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 16 – zařezávání pilky



- a) sklon pilky
- b) napilování zářezu

Obr. č. 17 - řezání dlouhých řezů, kdy  $A > B$

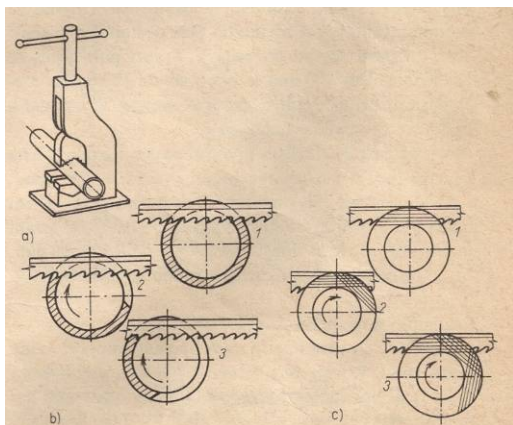


- 1 – rám
- 2 – hlava
- 3 – pilový list otočený o 90°

### 3.4. Řezání tenkostěnných trubek

Při řezání tenkostěnných trubek neřezeme trubku najednou, ale prořízneme přibližně do hloubky rovné trojnásobku tloušťky stěny trubky. Následně trubku pootočíme a pokračujeme v řezání a pootáčení, až se drážky setkají. Řežeme pilovými listy s jemnými zuby.

Obr. č. 18



- a) upnutí trubky v montážním svěráku
- b) řezání tenkostěnné trubky
- c) řezání silnostěnné trubky

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 4. STŘÍHÁNÍ KOVŮ

Stříhání kovů je beztržkové dělení materiálu, při kterém vznikají z obou stran do materiálu klíny (nože). Pracují na principu dvouramenné páky.

#### 4.1. Dělení nůžek

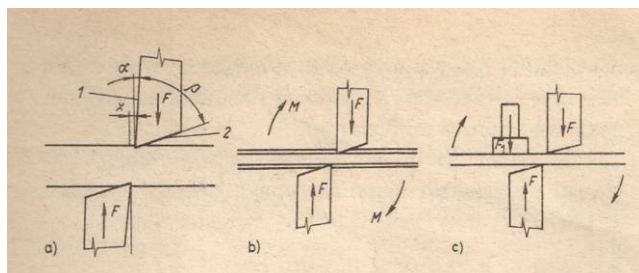
- ruční
- strojní

#### Ruční nůžky

Ručními nůžkami můžeme stříhat ocelový plech do tloušťky 0,7 mm, mosazný plech do tloušťky 0,8 mm a měkký hliník do tloušťky 2 mm.

Nože nůžek musí mít přiměřenou pevnost. Břit nožů je tvořen čelem a hřbetem. Úhel, který svírá čelo a hřbet, se nazývá úhel břitu.

Obr. č. 19 – Princip stříhání



- geometrie nůžek  
1 – hřbet, 2 – čelo, x – vůle mezi břity,  
 $\alpha$  – úhel hřbetu,  $\beta$  – úhel břitu
- vznik klopného momentu M
- zachycení naklápění přidržovačem p

Pro měkké kovy se volí  $65^\circ$ , pro kovy střední tvrdosti  $70 - 75^\circ$ , pro tvrdé kovy se volí  $80 - 85^\circ$ .

Obr. č. 20 – základní druhy ručních nůžek

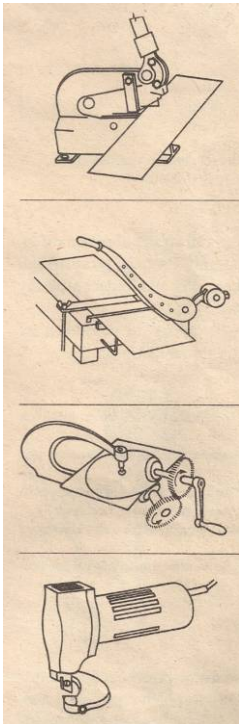
| Zobrazení | Druh ručních nůžek                | Popis pracovní činnosti                        |
|-----------|-----------------------------------|--|
|           | nůžky s uzavřenými držadly        | lze stříhat přímé úseky a vnější oblouky       |
|           | nůžky s otevřenými držadly        | dají se ovládat při stříhání nad tabulí plechu |
|           | nůžky s noži zahnutými do oblouku | vystříhování vnitřních oblouků a otvorů        |

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Strojní nůžky

- pákové – stříháme jimi plechy do tloušťky 4 mm
- tabulové – stříháme tabule plechu do tloušťky 2 mm délka řezu je až 1000 mm
- okružní – slouží ke stříhání tvarů
- elektrické – spodní nůž je nehybný, horní je kmitající

#### Obr. č. 21 - Základní druhy strojních nůžek



#### Pákové nůžky

Spodní nůž je nehybný a horní ovladatelný pákou. Dá se na nich stříhat plech, pásy, profilový a tyčový materiál. Tloušťka stříhaného materiálu může být až do 4 mm.

#### Tabulové nůžky

Stříháme jimi plechové tabule. Plech klademe na stůl, na němž je veden přestavitelnými vodítky. Na okraji je plech přidržován pravítkem. K stříhání plechových tabulí větších rozměrů používáme strojní tabulové nůžky. Tloušťka materiálu až do 2mm.

#### Okružní a křivkové nůžky

Používáme je ke stříhání tvarů a kotoučů z plechových tabulí. Tyto nůžky mají dva kotoučové nože, jejichž malá styková plocha dovoluje snadné stříhání křivek.

#### Elektrické ruční nůžky

Používáme je při vystříhování větších plechových součástí. Materiál se vede tak, aby vstupoval mezi spodní nehybný a horní kmitající nůž. Horním nožem pohybuje vestavěný elektromotor přes klikové ústrojí.

## 5. PILOVÁNÍ

Při ručním, popř. strojním pilování dochází k oddělování třísek vícebřitým nástrojem – pilníkem, jehož tvar a velikost se volí podle:

- charakteru obráběné plochy,
- druhu materiálu obrobku,
- tloušťky ubírané vrstvy,
- podle požadované jakosti povrchu.

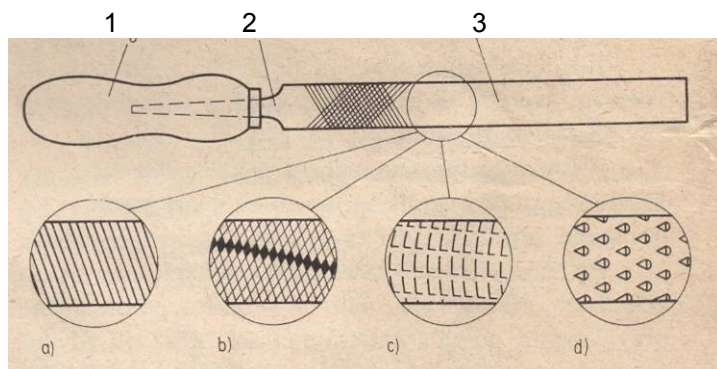
### 5.1. *Způsoby pilování*

- a) ruční
- b) strojní

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 5.2. Popis pilníku

Obr. č. 22



- 1 – rukojet'
- 2 – stopka
- 3 – tělo pilníku

### Druhy zubů pilníku

- a) jednoduché zuby
- b) křížové zuby
- c) frézované zuby
- d) zuby rašple

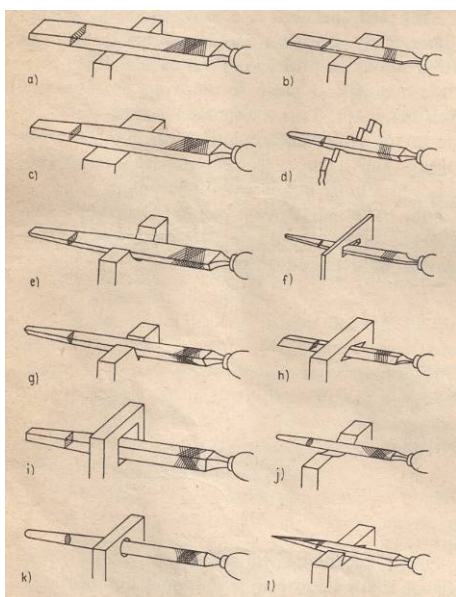
### Druhy seků

- I. **hrubý** – používáme na měkké materiály
- II. **střední** – používáme na polotvrdé materiály
- III. **jemný** – pro obrábění tvrdých materiálů

Hustota zubů, tzv. sek, se udává počtem zubů na 10mm délky. Pilníky se vyrábějí v délkách 160mm, 200mm, 250mm, 300mm.

## 5.3. Druhy pilníků

Obr. č. 23



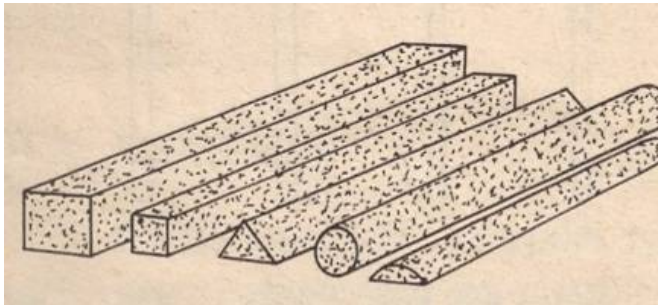
- a) těžký obdélníkový
- b) lehký obdélníkový
- c) uběrací obdélníkový zúžený
- d) trojúhelníkový na pily
- e) úsečový
- f) nožovitý
- g) trojúhelníkový
- h) mečovitý
- i) čtvercový
- j) jazýčkový
- k) kruhový
- l) trojúhelníkový

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Brusné pilníky

- používáme na tvrdé a kalené materiály
- brusné pilníky mají různé tvary tak, jako pilníky ploché, čtyřhranné, trojhranné, kulaté, půlkulaté atd. o zrnitosti 80, 160, 240, 320, 400. Různé druhy brusných pilníků viz. obr.č. 24

Obr. č. 24

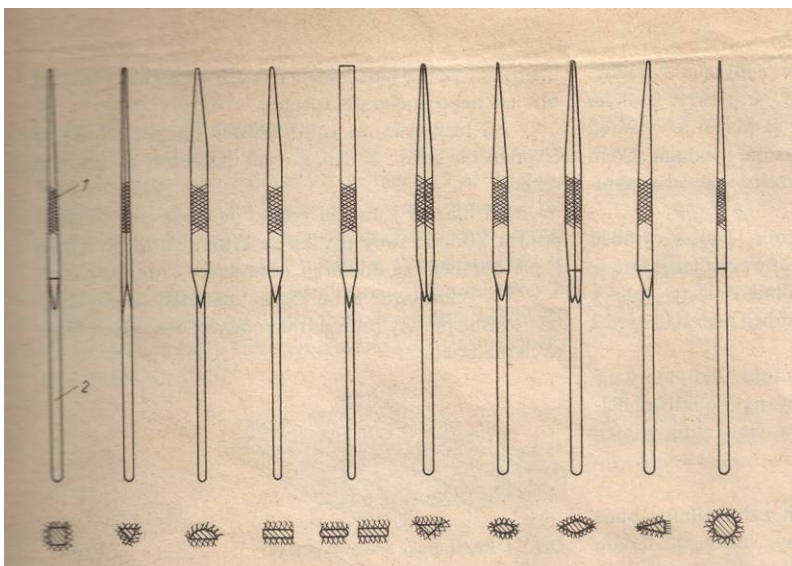


### Jehlové pilníky

- používáme je na dokončovací a jemné, přesné práce (nástrojář, jemná mechanika, apod.)

Obr. č. 25 - Základní druhy jehlových pilníků:

- 1 – tělo
- 2 – stopka



Tyto jehlové pilníky mají nejjemnější druh seku. Jestliže se pilníky při práci zanášejí, čistíme je drátěným kartáčem ve směru jednotlivých drážek zubů – seku.

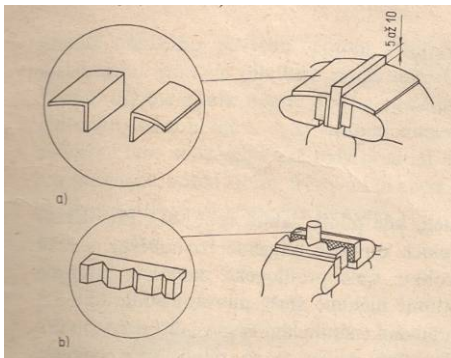
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 5.4. Postup práce

#### Upínání materiálu při pilování.

Materiál (obrobek) upneme do svěráku tak, aby co nejméně vyčníval nad jeho čelisti, aby nepružil. Chceme-li, aby se povrch obrobku při upnutí nepoškodil – neotlačil, nasazují se na čelisti svěráku měkké vložky. K upnutí válcových obrobků se vkládají mezi čelisti svěráku tvarované vložky se zářezy, (viz. obr.č. 26).

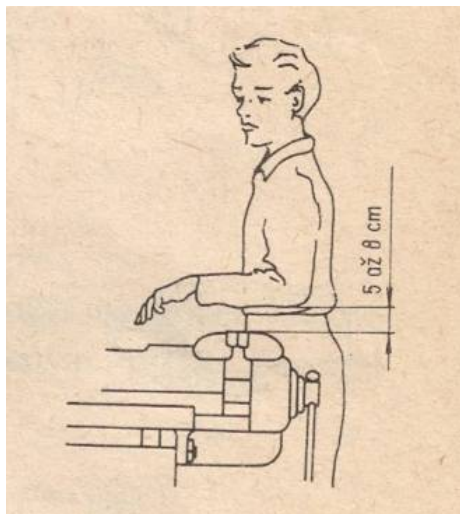
**Obr.č. 26**



- a) mezi měkké vložky překrývající čelisti svěráku
- b) pomocí vložky se zářezy

Základním předpokladem správného pilování je vhodně upevněný svěrák, jehož správná výška je 5 – 8cm (viz. obrázek č. 27)

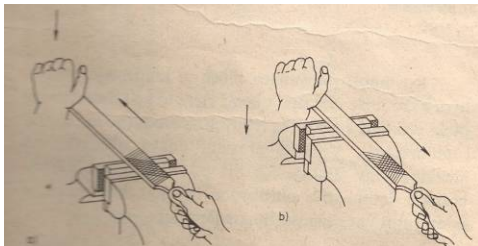
**obr. č. 27**



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 5.5. Způsoby pilování

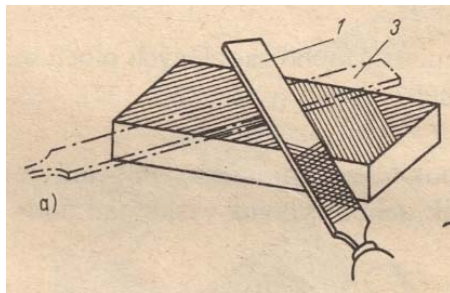
- kolmo na základnu (**obr.č. 28**)



Správné držení pilníku při práci:

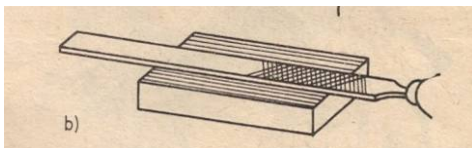
- při pohybu vpřed pilník zatěžujeme
- při zpětném pohybu pilník odlehčujeme

- šikmo pod úhlem 40° na pravou i levou stranu (**obr. č. 29**)



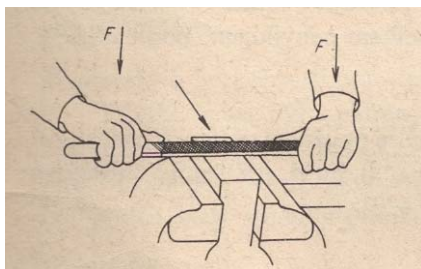
- při hrubování pilujeme v pořadí směrů 1, 2 a 3,

- podélně (**obr. č. 30**)



- při hlazení

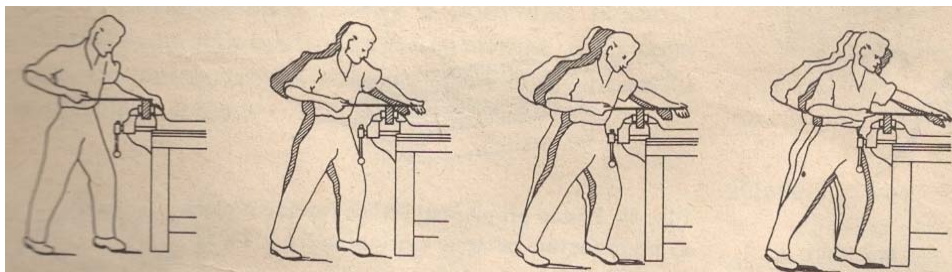
- obtahováním (**obr. č. 31**)



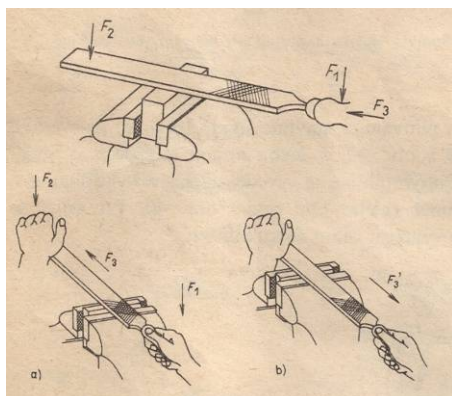


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 32 – Rozfázování pohybu při pilování



Obr. č. 33 - Síly při pilování



$F_1, F_3$  – síla pravé ruky,  
 $F_2$  – vyvažovací síla levé ruky

- a) síly při záběru (pilník je přitlačován),  
b) síly při zpětném pohybu (pilník je odlehčen)

### 5.6. Pilování rovinných ploch

Při pilování zejména větších rovinných ploch měníme postupně směr pilování (pilujeme šikmo, potom kolmo k délce a nakonec opačným směrem), abychom neustále viděli, kde pilník zabírá. Dle toho poznáme nerovnosti.

Nejdříve provádíme hrubování a nakonec hlazení. U hlazení můžeme pilník natřít křídou, což nám zaručuje lepší a jemnější opracování povrchu obrobku.

### Kontrola rovinnosti pilovaného povrchu

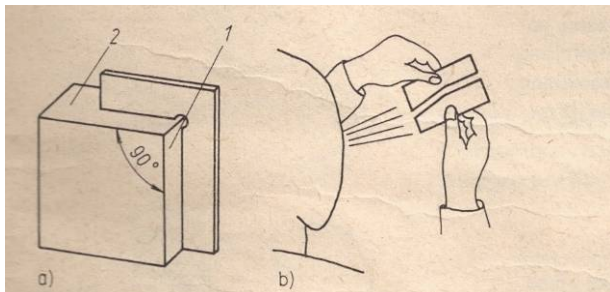
- provádí se nožovým pravítkem, které se ke kontrolované ploše přikládá v několika různých směrech (podélně, napříč i úhlopříčně) proti světlu.
- velikost průsvitu udává odchylku od ideální roviny.

### 5.7. Pilování ploch svírajících úhel

Máme-li pilovat 2 plochy, které spolu svírají určitý úhel, obrobíme nejprve jednu z nich, zpravidla větší nebo delší a druhou této ploše za stálého měření úhelníkem nebo šablonou na průsvit přizpůsobujeme. S přibývajícím přesností úhlu pilujeme stále opatrněji a častěji měříme. Úhelníkem, nožovým pravítkem nebo šablonou zároveň kontrolujeme i dodržení rovinnosti pilované plochy.

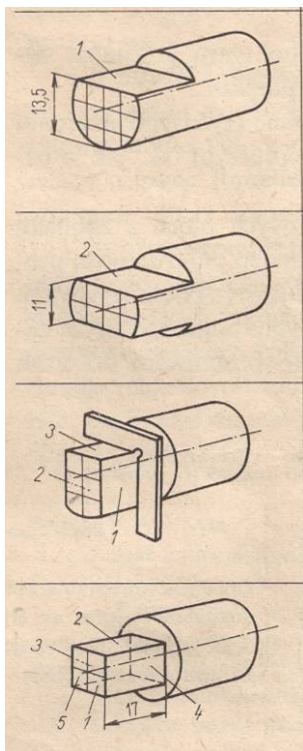
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Kontrola dodržení úhlu při pilování (viz. obr.č. 34)



- a) pomocí úhelníku (1 – 2 pořadí opracovávání ploch)
- b) pomocí šablony

### Postup při pilování čtyřhranu, (obr. č. 35)



Opilujeme hrubováním s přídavkem 0,5 mm pro dokončení plochu 1 a jemným pilníkem plochu dokončíme na čisto. Kontrolujeme rovinnost plochy a dodržení rozměru 13,5mm.

Součást otočíme a stejným způsobem pilujeme plochu 2. Kontrolujeme rovinnost pilované plochy, její rovnoběžnost s plochou 1 a dodržení rozměru  $11^{-0,2}$  mm

Součást pootočíme o 90° a opět stejným způsobem pilujeme plochu 3 a po otočení i plochu 4. Kontrolujeme rovinnost pilovaných ploch, rovnoběžnost ploch 3 a 4, jejich kolmost k plochám 1 a 2 a dodržení rozměrů

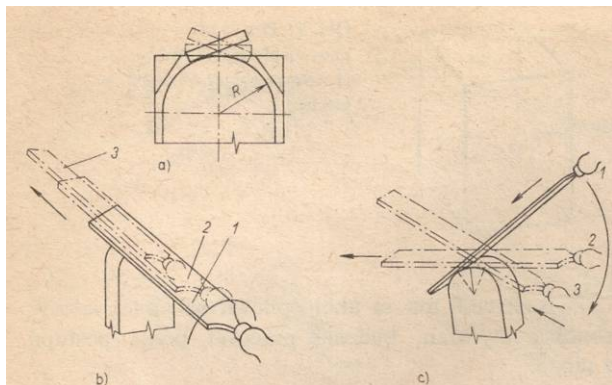
Nakonec zarovnáme čelo na délku 17 mm. Kontrolujeme rovinnost plochy 5 a její kolmost vždy k dvojici ploch (např. 1, 3 nebo 2, 4). Práci dokončíme zkosením hran.

### 5.8. Pilování tvarových ploch

Pilování tvarových ploch a slícování je v porovnání s pilováním rovinných ploch mnohem náročnější a vyžaduje již určité zkušenosti. Pilované obrobky upínáme buď přímo do čelisti svěráku nebo do prizmatických, popř. měkkých vložek (hliníkových, mosazných nebo měděných), které vkládáme mezi čelisti svěráku. Způsob pilování volíme dle tvarové plochy (např. k pilování vnějších ploch používáme plochého nebo půlkulatého pilníku. Provádí se pomocí kývavého pohybu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Pilování úzké vypouklé plochy (obr. č. 36)**



- a) odříznutí rohů a hrubé opilování
- b) opilování příčnými zdvihy pilníků
- c) dokončení hlazením

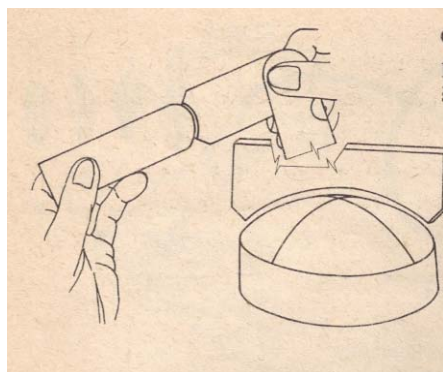
K pilování vnitřních otvorů se používají trojhranné a čtyřhranné pilníky. K pilování vnitřních válcových ploch a zaoblení používáme kulaté a půlkulaté pilníky.

**5.9. Pilování slícovaných ploch**

Při slícování přizpůsobujeme tvar rozměry dotýkajících se součástí tak, aby se sousední plochy dotýkaly v co největším počtu bodů. Slícování pilováním je velmi náročné na přesnost, cit, trpělivost a zkušenosti pracovníka.

Úzké plochy slícováváme nejčastěji na tzv. průsvit podle obr. č. 56. Tvarové plochy plechových součástí slícováváme nejčastěji pomocí přesné šablony. Jakost slícování posuzujeme podle počtu dotykových plošek na slícovaných plochách. Místa, kterými obrobek dosedá na šablonu, si označíme a při následujícím pilování je s citem odstraníme. Přiložíme opět šablonu a celý cyklus znovu opakujeme, až mezi součástí a šablonou zůstane stejnoměrná, minimální světelná mezera.

**Obr. č. 37** - Slícování úzkých ploch na průsvit pomocí šablony.



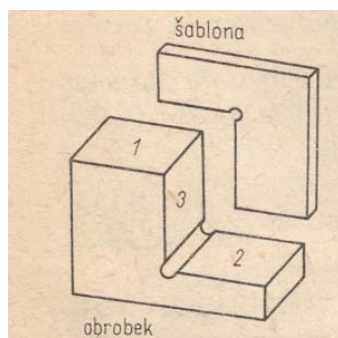
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Postup slícování tří úzkých rovinných ploch

(plochy 1 a 2 jsou rovnoběžné)

Postup slícování:

Obr. č. 38



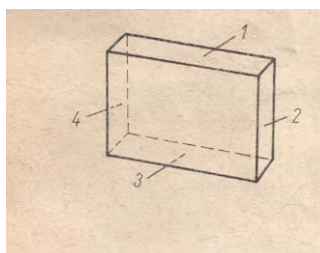
1. slícování plochy 1 a 2
2. slícování plochy 3

### Postup slícování obdélníkové vložky

Mnohem náročnější je zhotovení přesné obdélníkové vložky, která má být slícována s přesně obrobenou čtyřhrannou dírou. V případě, že začínáme s obráběním jak součásti s vnitřním tvarem, tak v součásti s vnějším tvarem, zhotovíme nejprve součást s vnějším tvarem a součást s vnitřním tvarem k ní dolícujeme.

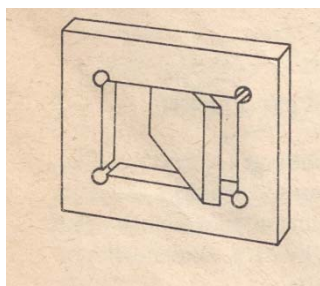
#### Popis práce

Obr. č. 39



Nejprve opilujeme plochy 1 a 3, přičemž neustále kontrolujeme jejich rovinnost a kolmo k širokým čelním plochám. Pokračujeme v pilování plochy 2 a kontrolujeme její kolmost k plochám 1 a 3 a k široké čelní ploše. Na závěr se opiluje plocha 4. Kontrolujeme rovinnost ploch 2 a 4 a kolmost těchto ploch k plochám 1, 3 a k širokým čelním plochám.

Obr. č. 40



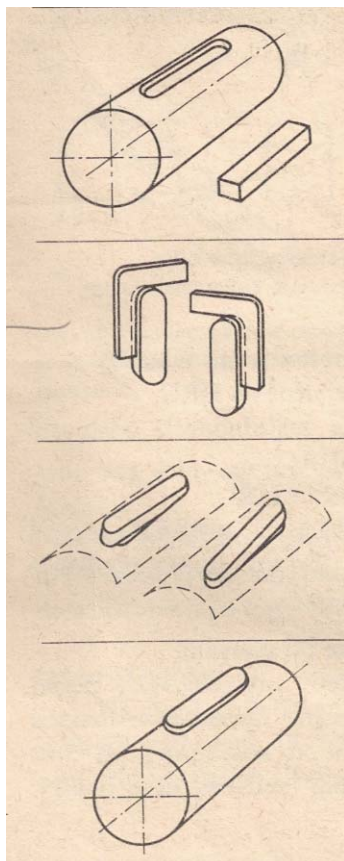
Obrobenou vložku zatlačíme z jedné strany zlehka do díry a u všech stran překontrolujeme počet nosných plošek ve stykových plochách. Světelná štěrbinu se nesmí mezi stykovými plochami objevit. Lesklé nosné plošky se opatrně opilují. Vložku opět zasouváme do díry a pozorně sledujeme všechny čtyři strany vložky. Pokračujeme tak dlouho, až vložka zapadá do díry bez světelné štěrbinu z obou stran.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Postup slícování pera s vyfrézovanou drážkou v hřídeli

#### Popis práce

#### Obr. č. 41



a) Drážka pro pero je obrobena v hřídeli a pro výrobu pera je zvolen polotovar obdélníkového průřezu.

b) Pero se nejprve opiluje na požadovanou délku a jeho konce se zhruba zaoblí. Měříme délku pera a poloměr zaoblění kontrolujeme šablonou. Příklad na dolícování ponecháme asi 0,2mm.

c) Vlastní slícování pera s drážkou spočívá v rovnoběžném opilování boků pera, které musí jít do drážky zasunout. Kontrolujeme rozměry a rovnoběžnost boků pera.

d) Slícování pera s drážkou dokončíme přizpůsobením délky pera na jednom konci. Zaoblění kontrolujeme šablonou. Pero musí v drážce držet také třením o boky. Slícované pero do drážky zatlačíme nebo lehce naklepeme.

## 6. VRTÁNÍ A ZAHLUBOVÁNÍ

Velmi častou kovoobráběcí prací je vrtání děr.

### 6.1. Druhy obrábění

V praxi se rozlišují dva druhy obrábění, jímž se zhotovují kruhové otvory:

- vrtání děr do plného materiálu na vrtacích strojích – vrtačkách
- vyvrtávání – zvětšování otvorů na požadovaný rozměr již do předvrtaných, předlitých nebo předkovaných děr.

Způsoby vrtání – ruční, strojní

Ruční vrtačky – ruční elektrické, pneumatické

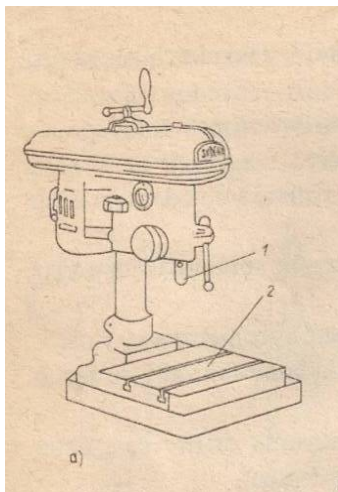
### 6.2. Druhy vrtaček a jejich charakteristika

- používáme pro vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, vystružování, zahlubování a řezání závitů.

#### Dělení dle konstrukce:

- stolní, sloupové, stojanové, řadové, otočně radiální a speciální
- **Stolní** – jsou určeny pro vrtání děr do  $\varnothing$  16 mm

Obr. č.42 – Stolní vrtačka

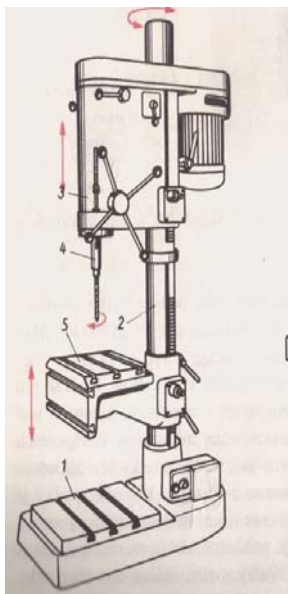


- 1 – vrtací sklíčidlo pro upnutí vrtáku
- 2 – upínací stůl

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- **Sloupové** – mají vřeteník i pracovní stůl přestavitelný na sloupu
- jsou určeny pro vrtání do  $\varnothing$  40 mm

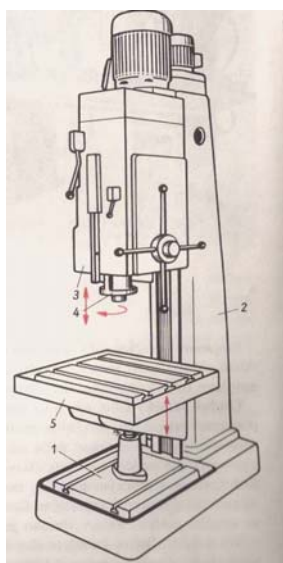
Obr. č.43 – Sloupová vrtačka



- 1 – základová deska
- 2 – sloup
- 3 – vřeteník
- 4 – výsuvná objímka vřetena
- 5 – pracovní stůl

- **Stojanové** – jsou uspořádány podobně jako sloupové, místo sloupu však mají stojan.
- stavěny pro vrtání děr do  $\varnothing$  60 mm.
- mnohem tužší konstrukci než sloupové vrtačky

Obr. č. 44 - Stojanová vrtačka

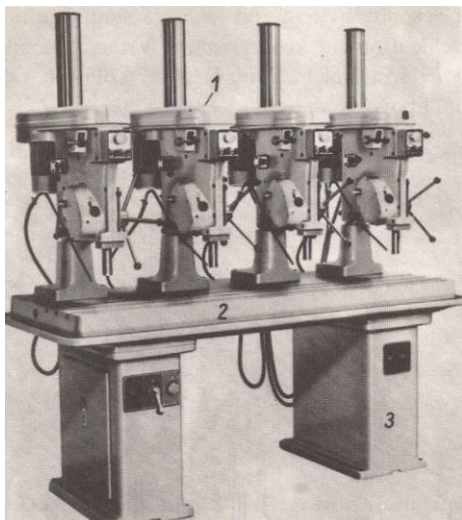


- 1 – základová deska
- 2 – stojan
- 3 – vřeteník
- 4 – vřeteno
- 5 – pracovní stůl

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- **Řadové** – jsou uspořádány na společném stole. Slouží pro vrtání děr s několika nástroji. Na jedné součásti se postupně provádí několik operací několika nástroji – naoř. vrtání, vyhrubování, vystružování, zahlubování

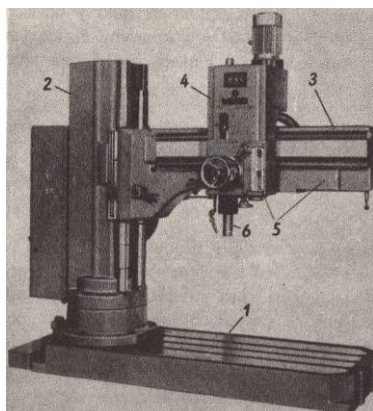
Obr. č.45 – Řadová vrtačka



- 1 – stolní vrtačka
- 2 – stůl
- 3 – stojan

- **Otočně radiální** – nejrozšířenější vrtací stroje,
  - vhodné pro postupné vrtání, vyvrtávání, řezání závitů
  - obrobky upínáme přímo na pracovní stůl nebo základovou desku u větších obrobků,
  - rameno se kolem sloupu dá otočit a posouvat se ve svislém směru
  - je možno na nich vrtat jak díry malých průměrů, tak velkých - 50 mm a více.

Obr. č. 46 - Otočná radiální vrtačka



- 1 – základová deska
- 2 - stojan s otočným pláštěm
- 3 – rameno
- 4 – vřeteník
- 5 – narážky
- 6 – výsuvné vřeteno



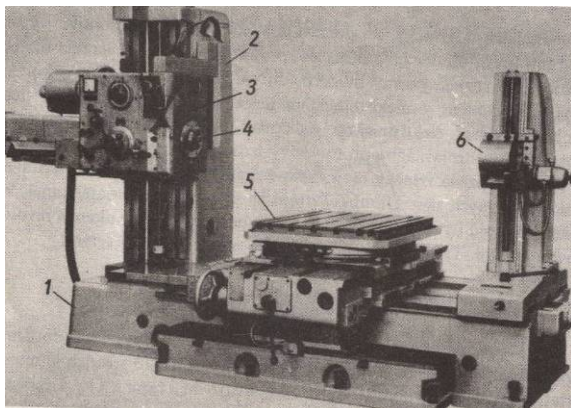
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 6.3. Speciální vrtačky

#### Vodorovné vyvrtávačky – horizontální

- univerzální stroje jak co do druhu prací, tak i do rozměrů a tvarů obrobků.
- umožňují vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, frézování, vystružování a řezání závitů,
- současně umožňují přesně nastavovat souřadnice obráběných děr.

Obr. č. 47 - Vodorovná stolní vrtačka



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

#### Souřadnicové vyvrtávačky

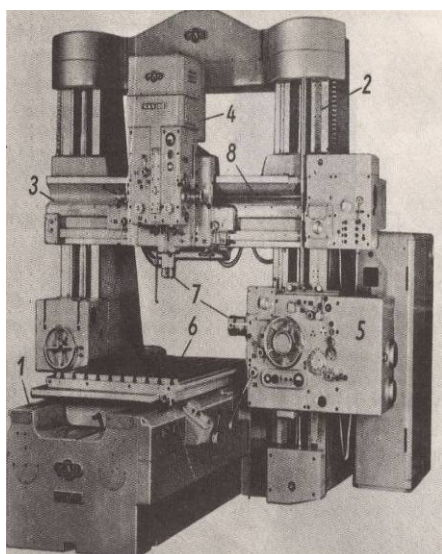
- používají se k obrábění děr velké přesnosti, průměru i rozteče
- přesnost nastavení roztečí je až 0,001 mm
- pro odměřování souřadnic se používá optických a elektrických systémů.

#### Dělení:

- a) jedno stojanové
- b) dvo stojanové

- uplatňují se hlavně v nástrojárnách

Obr. č. 48 - souřadnicová vyvrtávačka



- 1 – lože
- 2 - dvojitý stojan
- 3 – příčník
- 4 - vřeteník se svislým vřetenem
- 5 – horizontální vřeteník
- 6 – stůl
- 7 – výsuvné objímky vřeten
- 8 – posuvový šroub

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Číslicově řízené souřadnicové vyvrtávačky

- podobné souřadnicovým vyvrtávačkám,
- vyhotoveny řídicím systémem CNC

### 6.4. Základní rozdělení vrtacích nástrojů

Dle materiálu, ze kterého jsou vyrobeny:

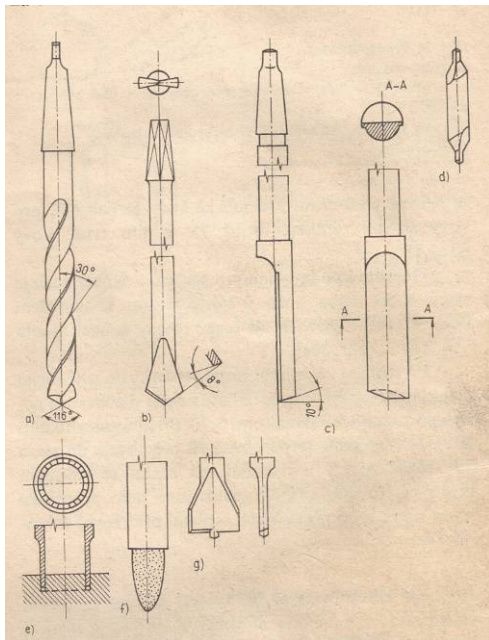
- z nástrojové RO oceli
- s břitovými destičkami z SK

- do  $\varnothing$  13 mm se vyrábějí jako celistvé, nad  $\varnothing$  13 mm jsou svařované.

Dle podoby upínání

- se stopkou válcovou
- se stopkou kuželovou

Druhy vrtáků (viz. obr. č. 49)



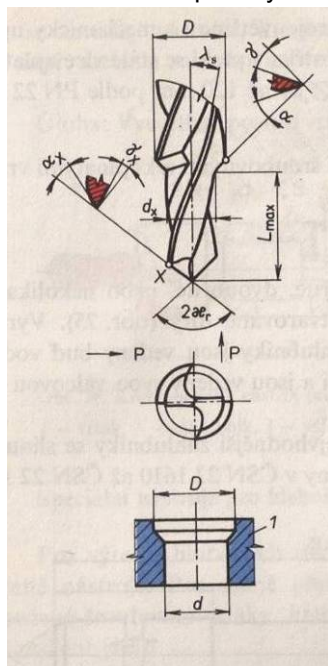
- šroubovitý
- kopinatý
- dělový
- středící
- korunkový
- trojboký
- kruhostředný

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dalšími typy vrtáku jsou:

h) **stupňovitý** – jehož výhodou je, že současně provádí vrtání i zahlubování

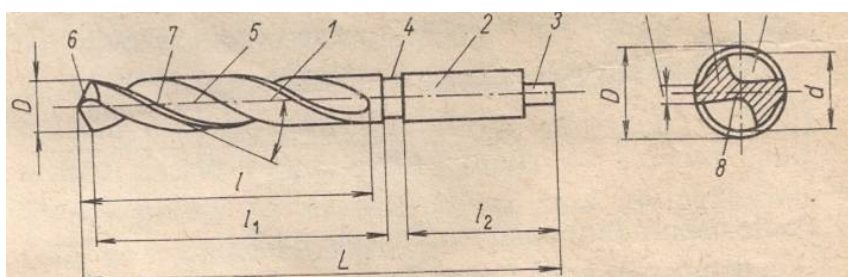
Obr. č. 50 - Stupňovitý vrták



1 - obrobek

i) **šroubovitý** – nejčastěji používaný

Obr. č. 51 - Šroubovitý vrták



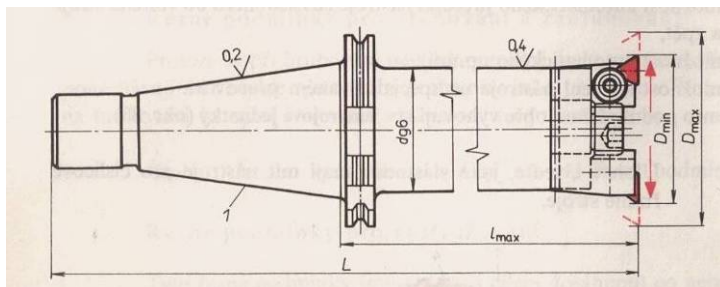
9

- 1 – těleso
- 2 – stopka
- 3 – unášec
- 4 – krček
- 5 – šroubovitá drážka
- 6 – hrot
- 7 – fazetka
- 8 – jádro
- 9 – žebro

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

j) **vyvrtávací tyče** - pro předvrtané a předlité díry

**Obr. č. 52** - Vyvrtávací tyč pro automatickou výměnu



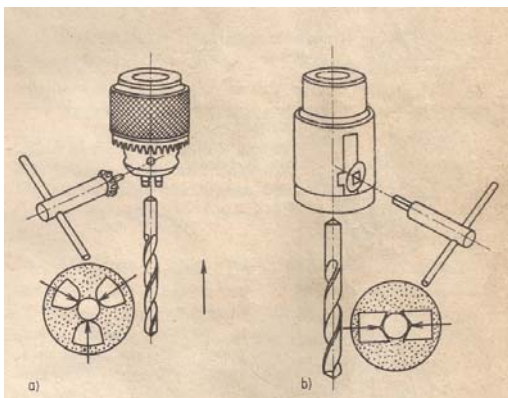
1 – strmá stopka

### 6.5. Upínání vrtáků

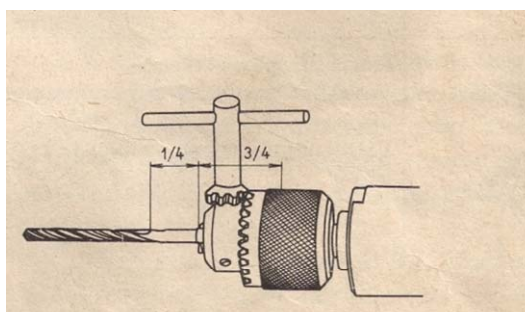
Vrtáky s válcovou upínací stopkou se upínají do sklíčidel – většinou tříčelistových

**Obr. č. 53** - Sklíčidla

- a) tříčelistové
- b) dvoučelistové



**Obr. č. 54** - Upnutí vrtáku ve sklíčidle

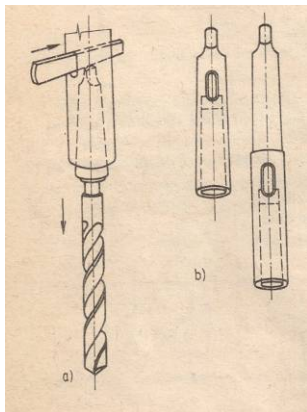


### Upínání vrtáků s kuželovou stopkou

Přesnější uložení ve vřetenu vrtačky zaručují kuželové stopky s tzv. Morseovým kuzelem ve velikostech od nejmenšího (označeného 0) až do největšího (Označeného 6). Vrtáky s kuželovou stopkou se do dutiny vřetena nasazují buď přímo (velikost stopky vrtáku musí odpovídat velikosti dutiny vřetenu vrtačky), nebo prostřednictvím redukční vložky, která vyrovnává rozdíl velikostí. Vrták je při práci unášen především třením, které vzniká mezi stopkou a dutinou vřetena. Kuželové stopky, redukční pouzdra a dutinu vřetena vrtačky musíme udržovat v čistotě, abychom při práci zajistili dokonalý přenos točivého momentu a souosost vrtáku s vřetenem, Nástroje s kuželovou stopkou uvolňujeme z vřetena nebo redukčního pouzdra pomocí vyřázcího klínu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č.55 – Upínání vrtáku s kuželovou stopkou



- a) vyrážení vrtáku vyrážecím klínem
- b) redukční pouzdra

### 6.6. Záhlabování

Záhlabováním se obrábějí díry pro zapuštěné hlavy šroubů, zarovnávají se jím osazené díry, nálitky, apod.

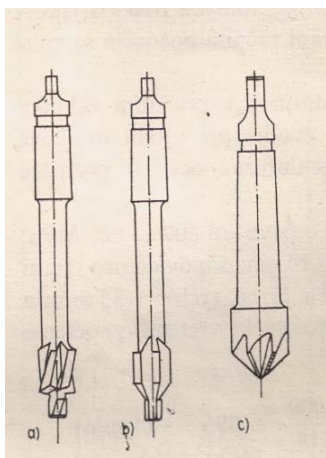
Podle tvaru rozlišujeme záhlubníky válcové a kuželové s kuželovou nebo válcovou stopkou nebo nástrčné.

Kuželové záhlubníky mají vrcholový úhel 60, 90 a 120 °.

Velké díry se záhlubují nástrčnými záhlubníky.

Na zarovnávání čelních ploch nálitků nebo na velká záhloubení se používá velkých noží vsazovaných do upínacích trnů s kuželovou stopkou a s vodícím čepem.

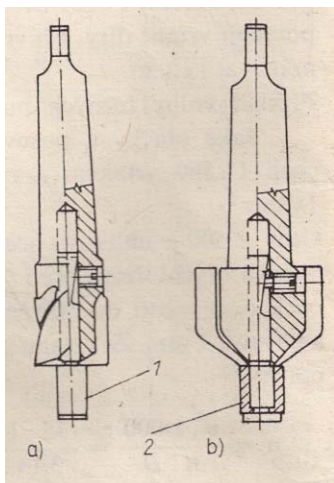
Obr. č. 56 - Záhlubník



- a) pro válcovou hlavu šroubu
- b) pro kuželovou hlavu šroubu
- c) kuželový záhlubník

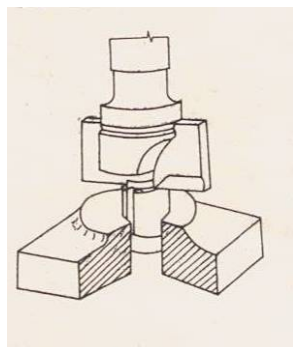
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 57- Záhlubníky s výměnnou vodící částí



- 1 – vodící čep
- 2 – vodící pouzdro
- a) záhlubník s výměnným vodícím čepem
- b) záhlubník s výměnným vodícím pouzdrům

Obr. č. 58 - Dvoubržitý nůž na zarovnávaní a zahlubování s vodícím čepem



## 7. ROVNÁNÍ MATERIÁLU

### 7.1. Charakteristika

Rovnáni je pracovní postup, při němž materiál získává opět původní tvar. Rovnat je možné jen takové materiály, které mají schopnost měnit tvar působením vnějších sil. Jsou to většinou ty materiály, které získaly konečný tvar válcováním.

Ocelová tyč se působením ohybových sil dá ohnout, litinová tyč se při působení stejných sil zlomí. Materiál, který, chceme rovnat, musí být tvárný, ale zároveň houževnatý. Rovnat můžeme ručně nebo strojně a to za studena i za tepla.

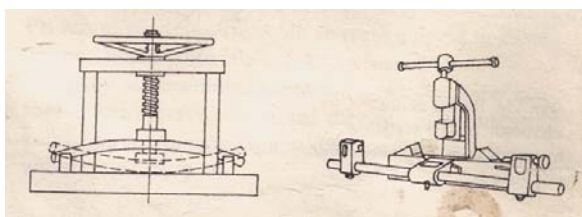
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 7.2. Nářadí pro ruční rovnání

K rovnání se používají různá kladiva, palice (dřevené, pryžové, hliníkové, olověné, mosazné a měděné), kovadliny, rovnací desky, rovnací lisy a různé podložky pro rovnání a přípravky. Kovadlinu používáme jako rovnací plochu. Rovnací desky používáme k rovnání materiálů větších rozměrů a slouží i jako kontrolní rovina.

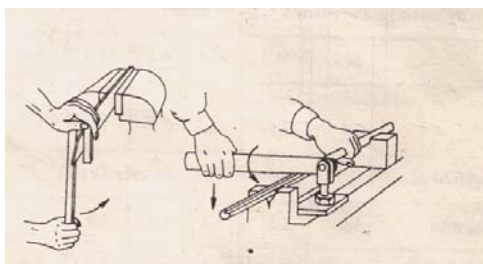
Pro rovnání se často používají vřetenové lisy (obr. č. 59 a obr. č.60).

**Obr. č. 59** – Rovnání materiálu na ručním vřetenovém lisu



**Obr. č. 60** - Rovnání materiálu pomocí jednoduchých přípravků

- rovnání ve svěráku
- rovnání v přípravku

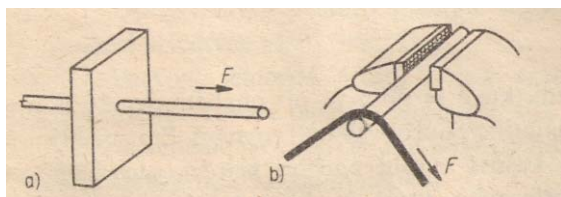


### 7.3. Postup rovnání drátu

Drát rovnáme nejčastěji protahováním těsným průvlakem

**Obr. č. 61** - Rovnání tenkého drátu

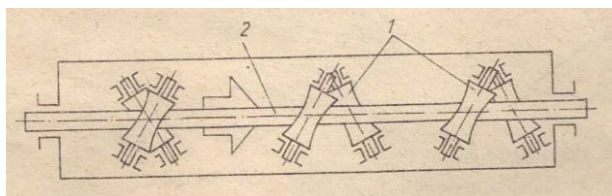
- protahováním průvlakem
- přetahováním přes dřevěný váleček



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Při strojním rovnání tyčového materiálu se používá jednoduché zařízení se sadou vzájemně skloněných rovnacích válečků.

**Obr. č. 62** - Strojní rovnání tyčového materiálu

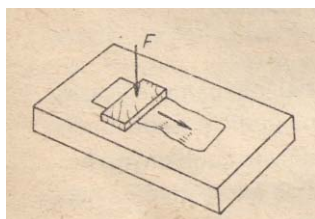


- 1 – rovnací válečky
- 2 – rovnaný materiál

### 7.4. Rovnání plechů a pásů

Tenké kovové fólie můžeme vyrovnat na rovné ocelové desce protažením pod dřevěným špalíkem.

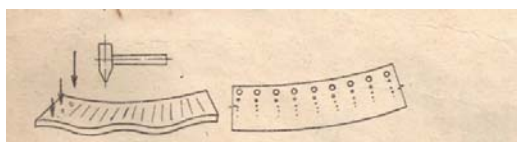
**Obr.č. 63** – Rovnání plechové fólie



Zakřivené plechové pásy rovnáme na rovnací desce tak, že úderý kladiva vedeme na zkrácenou stranu pásu.

**Obr. č.64** - Rovnání zakřiveného pásu

- a) postup vedení úderů
- b) schéma intenzity úderů

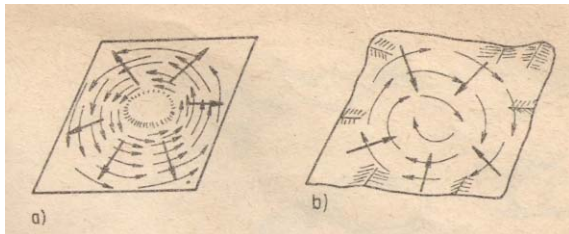


Náročné je vyrovnávání vypoukliny na tabuli plechu. Tabuli plechu položíme na rovnací desku vypouklinou nahoru. Kladivem vyklepáváme a rovnáme od středu vypoukliny k okrajům. Síla úderu se od středu ke kraji plechu postupně zmenšuje.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 65 - Postup rovnání plechu

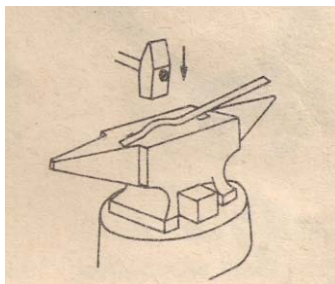


- a) vypouklina uprostřed – vyklepává se od středu k okrajům
- b) okraje zvlněné – vyklepává se od kraje ke středu

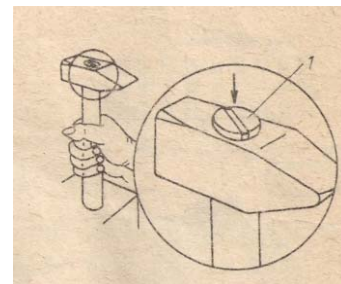
### 7.5. Rovnání tyčového materiálu

Ohnutou kovovou tyč položíme na kovadlinu ohnutou částí směrem nahoru. Postupnými údermi na vrcholy ohybů toto srovnáváme do roviny. Prohnuté hřídele rovnáme tlakem lisu na ohnutou část hřídele.

Obr. č. 66 - Rovnání tyčového materiálu na kovadlině



Obr. č.67 – Správné zajištění kladiva klínkem



## 8. OHÝBÁNÍ

### 8.1. Způsoby ohýbání

Ohýbáním měníme tvar materiálu. Při ohýbání je ohýbaný materiál v místě ohybu namáhán střídavě tahem a tlakem. Ohýbat materiál můžeme:

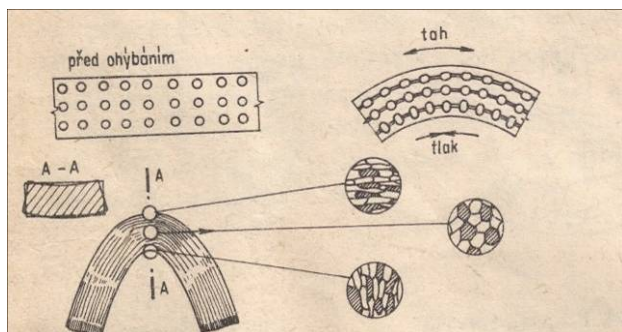
- a) za studena – menší průřezy materiálu
- b) za tepla

Za tepla ohýbáme zpravidla tyčové materiály většího průřezu. Při ohýbání za tepla materiál ohříváme až na kovací teplotu. Ohýbání za tepla používáme také tehdy, jestliže vyžadujeme, aby se místo ohybu nedeformovalo nebo nepoškodilo.

V místě ohybu se na vnější straně ohybu materiál natahuje (prodlužuje), na vnitřní straně se zkracuje, tzn. stlačuje se.

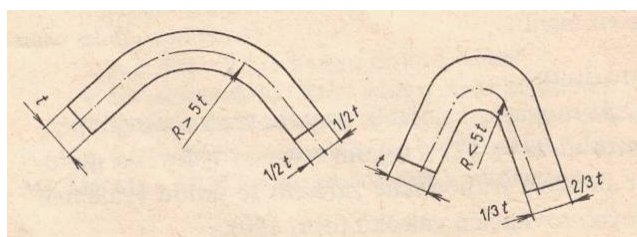
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Obr. č. 67** – Průběh namáhání a změny ve struktuře materiálu při ohybu



Při ohybu je v určité části materiálu délka neměnná, říkáme ji neutrální délka. Je-li poloměr ohybu větší než pěti násobek tloušťky ohýbaného materiálu, je neutrální délka změřitelná přesně v polovině mezi vnitřním a vnějším okrajem oblouku. Je-li poloměr ohybu menší než pětina násobek tloušťky ohýbaného materiálu, je délka změřitelná asi v jedné třetině tloušťky od vnitřního oblouku.

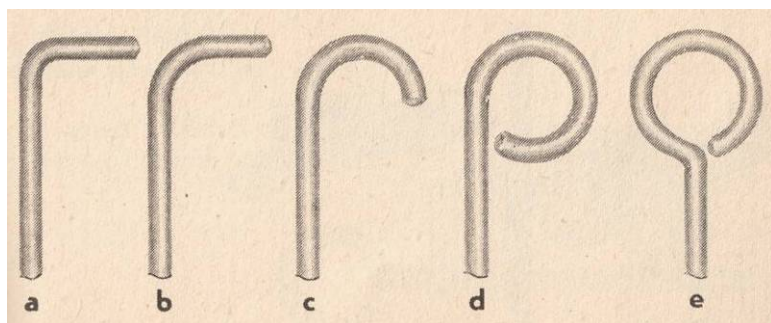
**Obr. č. 68** – Znárodnění neutrální délky



### 8.2. Postup práce – technologie ohýbání

Plech, drát a pásový materiál ohýbáme nejčastěji ve svěráku, do jehož části vložíme podle požadovaného ohybu nejrůznější vložky s ostrými nebo zaoblenými hranami nebo materiál s kruhovým profilem. Ohýbání provádíme úderem kladiva nebo pryžovými paličky na ohýbanou část.

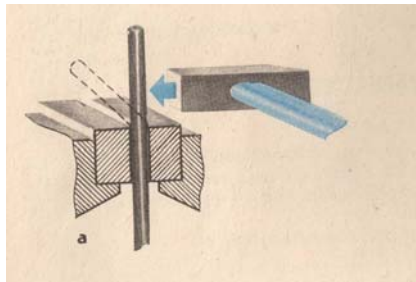
**Obr. č. 69** - Tvarování ohýbáním



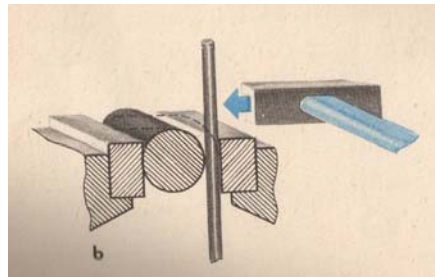
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 70 - Ohýbání

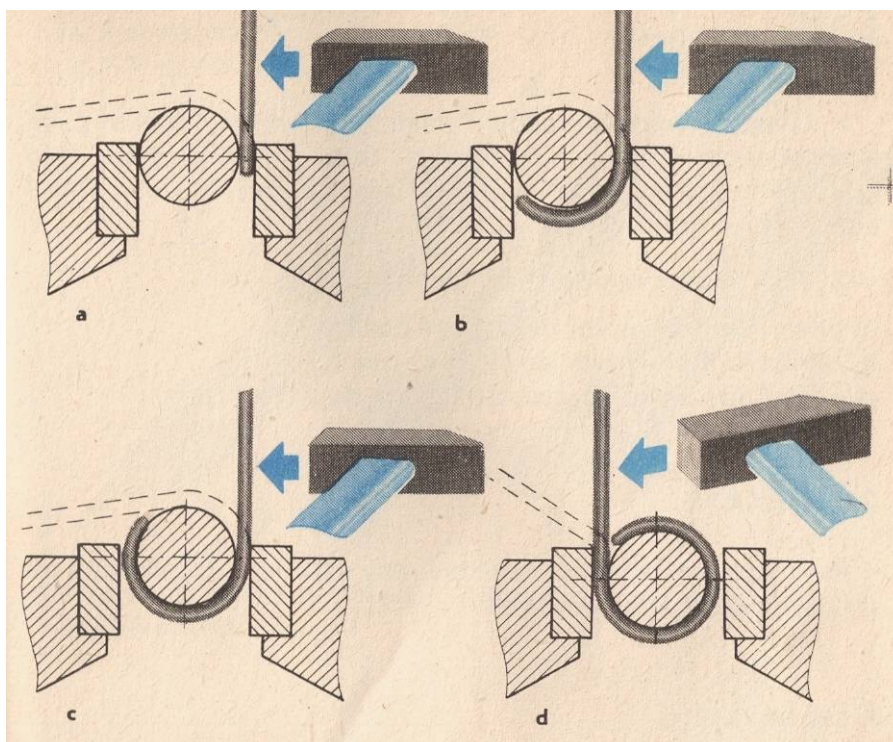
a) zhotovení oka pomocí kladiva



b) zaoblení

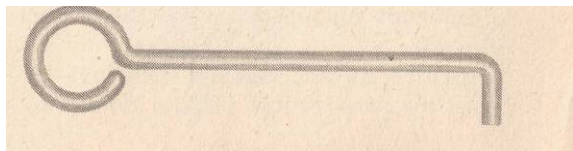


Obr. č.71 - Postup zhotovení oka



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 72 – Háček s okem



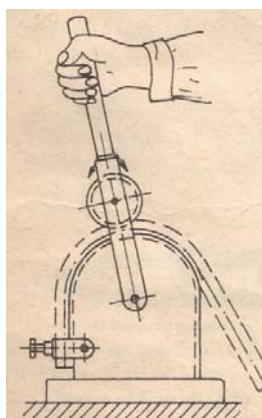
### 8.3. Ohýbání trubek

Malé průměry potrubí asi do  $\frac{3}{4}$  ohýbáme za studena. Jestliže požadujeme dokonalý ohyb bez viditelných deformací trubky, naplníme ji před ohybem suchým pískem a zazátkujeme.

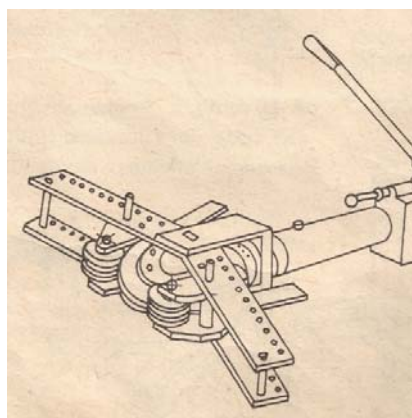
Přesné a dlouhé ohyby, např. na tabulích plechu apod. je možno provádět na univerzálních ohýbačkách.

Obr. č. 73 – Ohýbání trubky

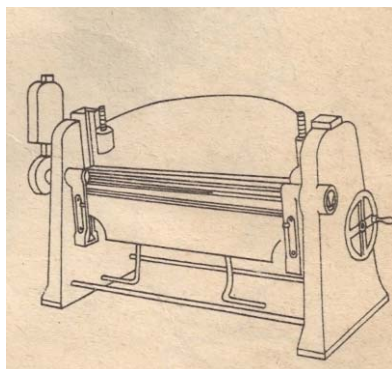
a) pomocí kladky



b) pomocí hydraulické ohýbačky



Obr.č. 74 - Strojní ohýbačka



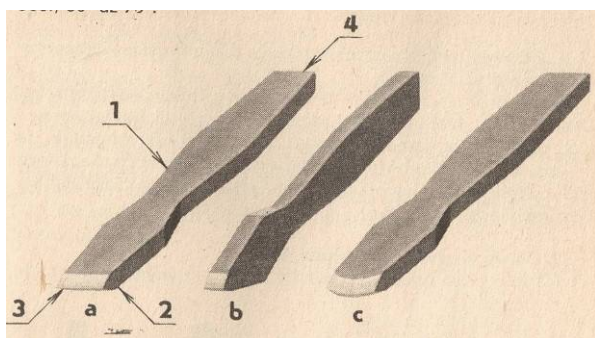
## 9. SEKÁNÍ

Sekání patří mezi nejstarší způsoby ručního obrábění kovů. Při sekání dochází buď k oddělování tlustých třísek nebo k rozdělování materiálu. Do materiálu vniká činná část sekáče (břit), který má tvar klínu. Úhel břitu sekáče závisí na obráběném materiálu.

- na měkké materiály - 30° - 50°
- na středně tvrdé materiály (konstrukční ocel) - 50° - 60°
- na tvrdé materiály - 60° - 70°

### 9.1. Druhy sekáčů

Obr. č. 75 – Druhy sekáčů



- a) plochý
- b) křížový
- c) s oblým ostřím

- 1 – tělo
- 2 – břit
- 3 – ostří
- 4 – ploska

### 9.2. Postup práce při sekání

Správný postoj při sekání, včetně držení sekáče, bude záviset na charakteru práce. Při přesekávání materiálu držíme sekáč kolmo k materiálu a naopak při odsekávání držíme sekáč šikmo tak, aby sekáč klouzal po ploše ostří.

Obr. č. 76 - Sekání



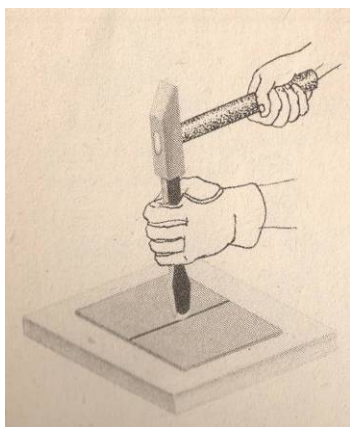
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 9.3. Dělení plechu

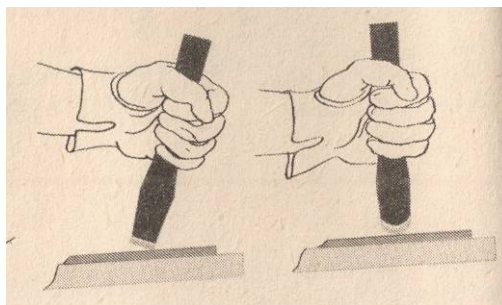
Na tuto práci použijeme plochý sekáč s rovným nebo oblým ostřím. Materiál položíme na tlustou ocelovou desku.

- tenčí materiály – plech do tloušťky asi 1 mm nasekáváme z jedné strany.
- tlustší – plech do 2 mm nasekáváme z obou stran. Po nasekání obě části od sebe odломíme
- dělení tlustého plechu – 3-5mm. V tomto případě nejprve vyvrtáváme díry v těsné blízkosti rysky tak, aby mezi nimi zůstaly co nejmenší mezery – žebra. Na jejich přeseknutí použijeme plochý nebo křížový sekáč. Po oddělení příslušné části materiálu opracujeme plochu pilníku nebo vybrousíme.

Obr. č. 77 – Dělení plechu sekáním



Obr. č.78 – Poloha sekáče s rovným ostřím

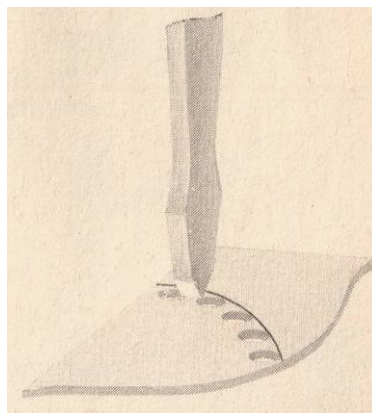


Obr. č. 79 - Sekání plechu

a) sekání žeber plochým sekáčem

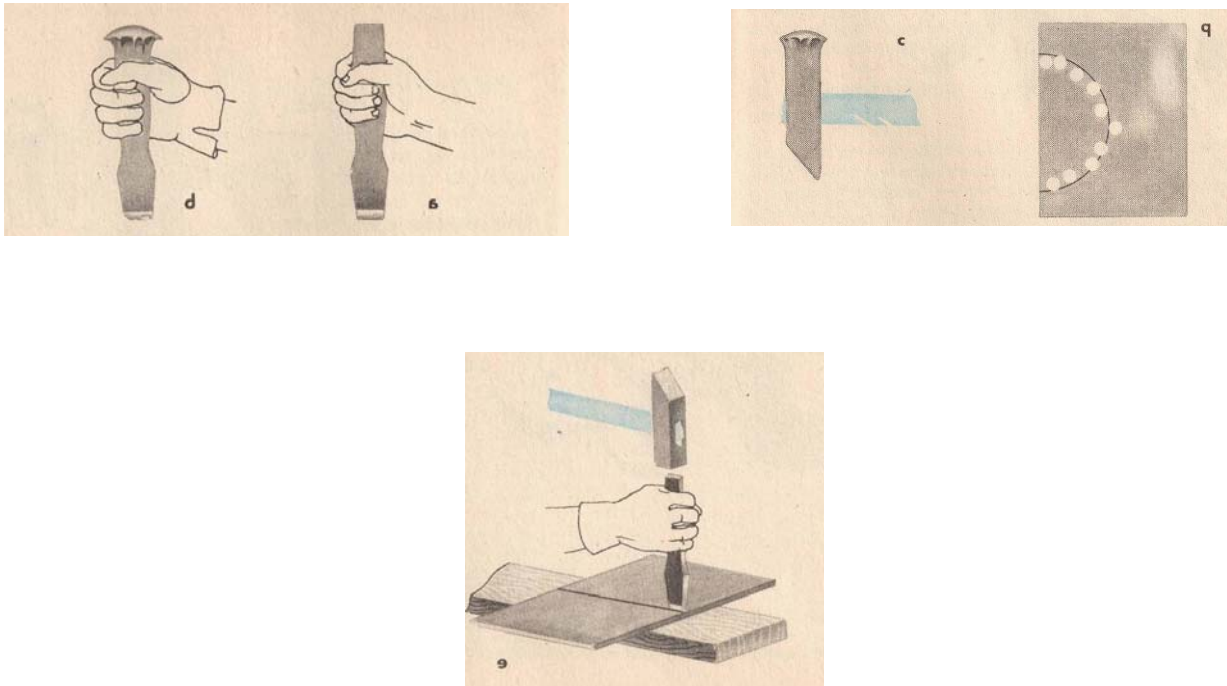


b) sekání žeber křížovým sekáčem



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 80 - Chyby při sekání



### Bezpečnost práce při sekání

1. Na okraji plosky sekáče nesmějí být otřepy.
2. Ruku, v níž držíte sekáč, chraňte koženou rukavicí!
3. Nepoužívejte poškozené nebo nesprávně nasazené kladivo!
4. Proti odletujícím třískám chraňte oči brýlemi!
5. Spolužáky chraňte vhodným umístěním svého pracovního místa nebo použitím ochranné zástěry, kterou umístíte do směru odletujících třísek!
6. Ruce i náradí mějte čisté, odmaštěné, suché!
7. Při sekání vznikají na obrobku velmi ostré hrany. Zacházejte proto s obrobkem opatrně a hrany ihned opracujte pilníkem!

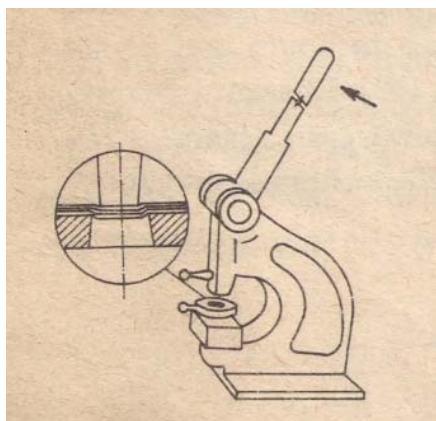
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 10. PROBÍJENÍ

Technologie probíjení připomíná stříhání. Pouze místo statické síly při stříhání se zde uplatňuje především dynamicky působící síla, vyvozená většinou úderem kladiva.

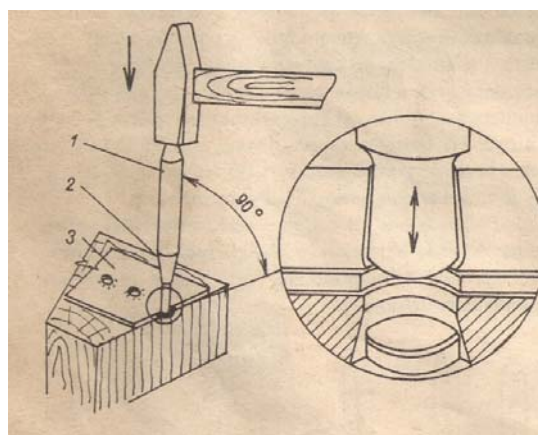
Probíjením zhotovujeme většinou těsnění. Tenčí nebo měkké kovové materiály, kůži, plasty děrujeme průbojníkem, když chceme udělat těsnící podložku s mezikružím, použijeme výsečník dle daného průměru těsnění. Vysekávání provádíme na měkké podložce – dřevu atd., abychom neotupili ostří nástrojů.

**Obr. č. 81** – Jednoduchá páková děrovačka



**Obr.č. 82** - Ruční děrování průbojníkem

- 1 – průbojník
- 2 - dřevěná podložka
- 3 - děrovaný materiál



### 11. ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ

Závit je základní tvarový prvek šroubu i matice. Umožňuje jejich vzájemné sešroubování, tj. rozebíratelné spojení nebo jejich vzájemný pohyb.

#### 11.1. Dělení závitů

- a) vnější – pro šrouby
- b) vnitřní – pro matice
- c) pravé
- d) levé

Pravé a levé závity rozdělujeme podle smyslu vinutí závitu. Levé se označují LH např. Tr 32 x 6 LH. Nejběžnějším závitem je závit metrický (normální základní řady a jemný s vrcholovým úhlem 60°). Dalšími druhy jsou Whitworthův, lichoběžníkový rovnoramenný, nerovnoramenný, tzv. trapézův závit značený Tr, trubkový, Edisonův pro elektrotechnický průmysl – viz. žárovky, obly atd.

Druhy závitů a jejich značení nastudovat ve strojnických tabulkách.

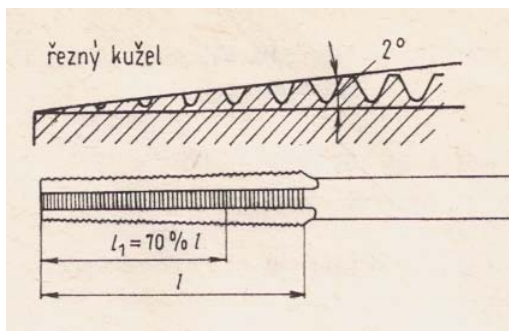


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 11.2. Závitník maticový

Používáme pro ruční řezání vnitřních závitů - matic. Tímto jedním závitníkem vyřežeme závit najednou a rychle. Nevýhodou je, že se s ním dají řezat jen průchozí otvory.

Obr. č. 83 – Maticový závitník



Sadové závitníky pro ruční řezání jsou v trojčlenné sadě.

#### Dělení:

- předřezávací – odebírá 60% materiálu a je značen jednou rýskou
- řezací – odebírá 30% materiálu a je značen 2 rýskami
- dořezávací nebo-li kalibrovací – odebírá 10% materiálu. Bývá značen třemi rýskami nebo žádnou.

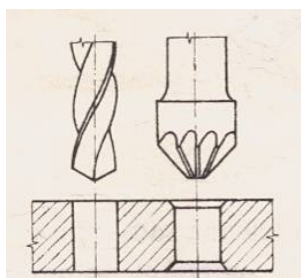
Závitníky pro vnitřní závity jsou ukončeny čtyřhranem. Na tento se nasazuje vratidlo přiměřené velikosti, jehož délka má odpovídat přibližně vztahu:

$$L = 20 \times D + 100 \text{ (mm)}, \text{ kde } D \text{ je průměr závitu (mm)}$$

### 11.3. Postup práce při řezání vnitřních závitů

Nejprve provedeme vyvrtání otvoru pro závit dle strojnických tabulek. U vyvrtaného otvoru je nutné zahloubit otvory.

Obr. č. 84 – Úprava díry a dřívku pro vnitřní závit



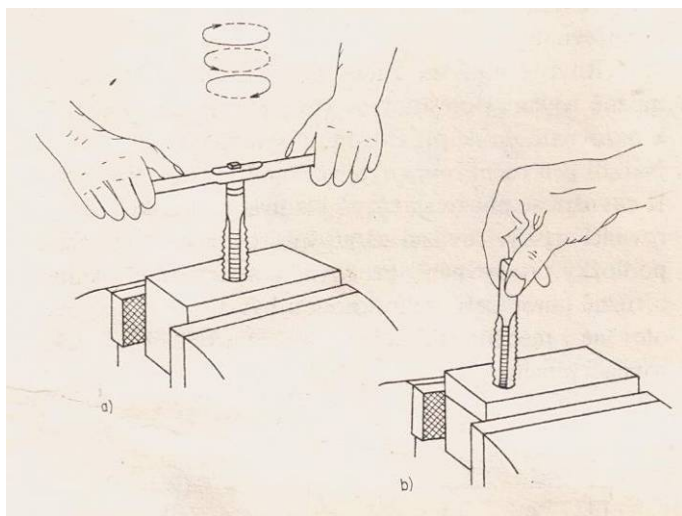
Po vyvrtání otvoru můžeme přistoupit k řezání závitu. Na závitník nasadíme vratidlo a závitník se zavede kolmo do díry. Při zařezávání vratidlem pomalu otáčíme a zároveň vyvozujeme přiměřený tlak ve směru osy závitníku. Po zařiznutí se závitník již vtahuje do díry sám. Souosost závitníku a díry kontrolujeme na kolmost úhelníkem.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Abychom při práci usnadnili ulamování a odvádění třísek, pootáčejí se při řezání závitníkem také poněkud nazpět, zejména pocítíme – li příliš velký odpor proti řezání.

### Obr. č. 85 – Řezání závitu

- způsob práce s vratidlem
- zavádění řezacího nebo dořezávacího závitníku do předřezané díry rukou



Při použití sadových závitníků pracujeme postupně se závitníkem předřezávacím, označeným 1 ryskou, pak řezacím s 2 ryskami a nakonec dořezávacím. Řezací a dořezávací závitník se vždy nejprve s citem (rukou) zašroubují do předříznutého závitu a teprve, když jsou již bezpečně vedeny, nasadí se na vratidlo.

S velkou opatrností řezeme závity malých průměrů závitů, kde může dojít velmi často k zalomení závitníku. Zalomený závitník vytahujeme kleštěmi, pomocí důlčíku, sekáče, vyjiskřením, popřípadě vyžiháním a odvrtáním.

Správnost provedení závitu se po jeho vyčištění provede závitovým kalibrem.

### 11.4. Řezání vnějších závitů

Při řezání vnějších závitů u šroubů postupujeme podobně jako při řezání závitů vnitřních. K řezání závitů používáme kruhové, závitové čelisti a taktéž vratidla, do kterého se vmontuje.

Kruhové závitové čelisti se upínají do vratidla pomocí šroubů, které upevní kruhovou čelist ve vratidle. Pokud průměr kruhové čelisti neodpovídá průměru otvoru ve vratidle, použijeme vhodného vymežovacího pouzdra. Dle druhu závitu se volí – buď pravý nebo levý závitník a kruhová závitová čelist.

Při zařezávání opět pomalu otáčíme závitovou čelistí a zároveň na ni vyvozujeme přiměřený osový tlak až do okamžiku, kdy se čelist bezpečně zařizne. Kolmost zařiznutí čelisti můžeme opět kontrolovat úhelníkem. Při řezání opět často pootáčejeme čelisti zpět, aby se ulomily tvořící se třísky. U veškerého řezání, ať závitníkem nebo závitovou čelistí je nutné provádět mazání nástroje, čímž je šetříme a získáváme kvalitnější povrch závitu.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

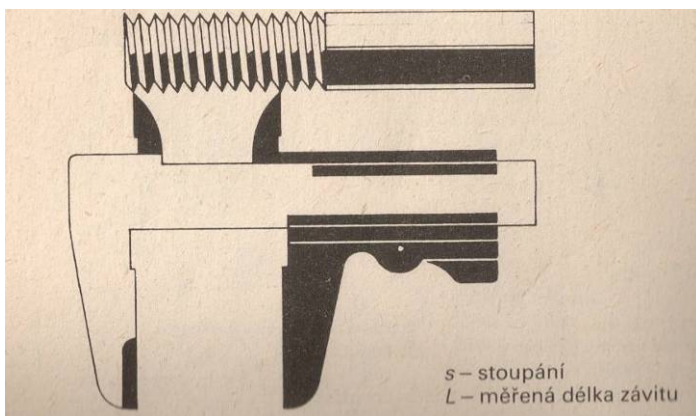
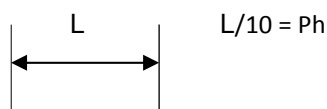
Podle druhu obráběného materiálu mažeme vrtací emulzí nebo častěji olejem, u některých mater. řežeme závity na sucho, např. u litiny.

### 11.5. Měření závitů

Vnitřní závity měříme závitovým kalibrem. U šroubů měříme většinou velký průměr závitu. Velký průměr závitu měříme běžnými měřidly – posuvným měřítkem, mikrometrem.

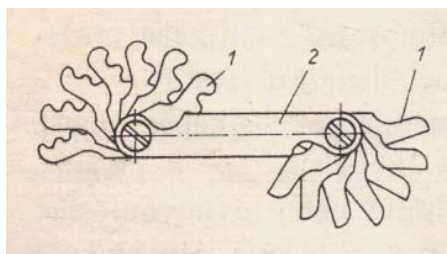
Při měření stoupání posuvným měřítkem provádíme měření přes 10 stoupání závitu, pro větší přesnost.

Obr. č. 86 - Měření závitu posuvným měřidlem



Stoupání a tvar profilu závitu kontrolujeme pomocí závitových šablon.

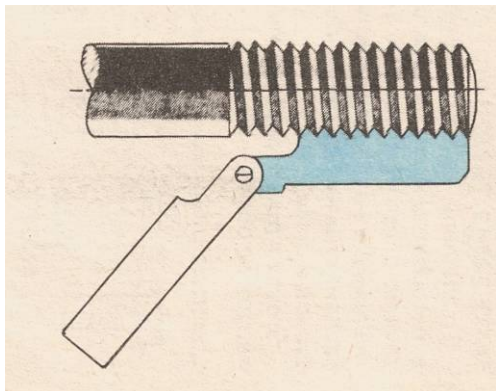
Obr. č. 87 – Závitové šablony



- 1 – list závitové šablony
- 2 – držák

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

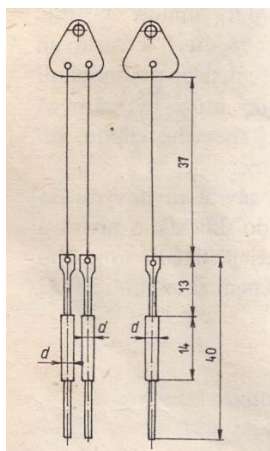
Obr. č. 88 – Kontrola závitů šablonou



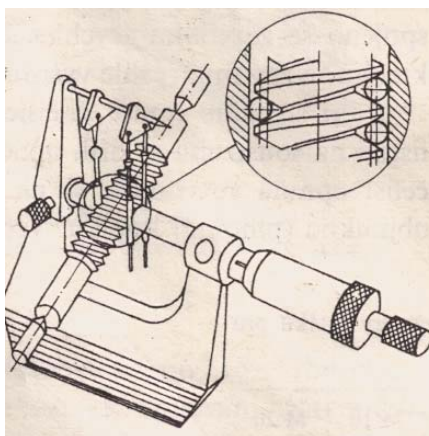
Střední průměr závitů měříme pomocí mikrometru a soupravy přesných drátků.

Obr. č. 89 – Měření závitů přes drátky

a) měřicí drátky



b) princip měření



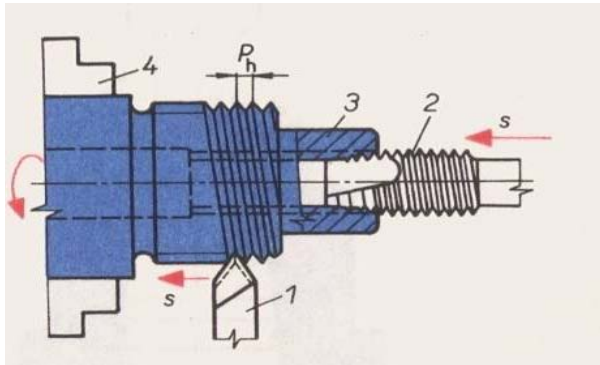
K naměřené hodnotě se podle druhu a stoupání závitů určí v tabulkách střední průměr závitů. V tabulkách jsou také přiřazeny průměry drátků k profilu závitů.

### 11.6. Zhotovení závitů strojním způsobem

Závity zhotovujeme také strojním způsobem, a to na soustruhu, také na vrtačce. V sériové a hromadné výrobě se závity vytvářejí především tvářením (válčováním) na speciálních závitových automatech. Větší a profilové závity se zhotovují buď soustružením nebo frézováním speciálními závitovými noži a závitovými frézami.

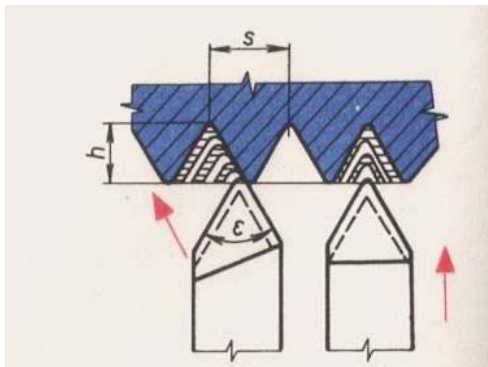
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 90 – Řezání závitů na soustruhu



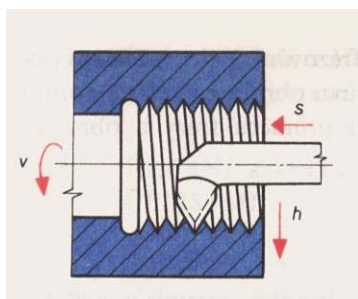
- 1 – závitový nůž
- 2 – závitník
- 3 – obrobek
- 4 - sklíčidlo

Obr. č. 91 – Způsoby posuvu závitového nože do záběru

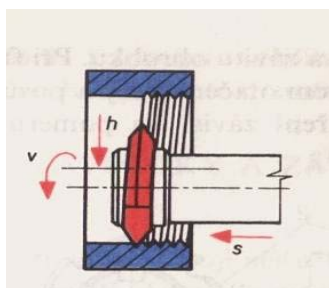


- a) šikmo
- b) kolmo

Obr. č. 92 – Vnitřní závitový nůž

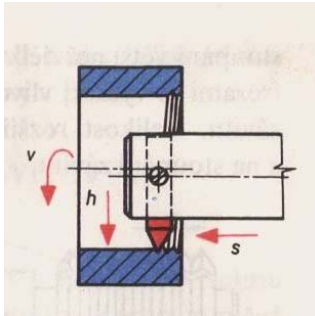


Obr. č. 93 – Kotoučový nůž pro vnitřní závit

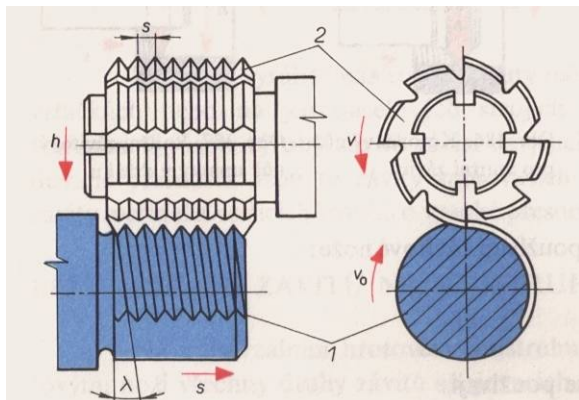


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

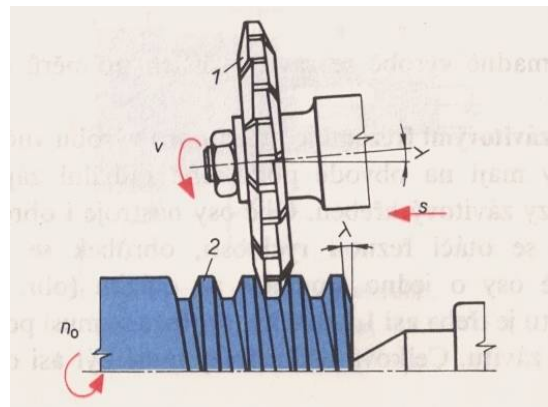
Obr. č. 94 - Vnitřní závitový nůž upnutý v držáku



Obr. č. 95 – Frézování závitů hřebenovou frézou



Obr. č. 96 – Frézování závitů kotoučovou frézou



### 11.7. Příčiny nekvalitních nebo zmetkových závitů

Nekvalitní nebo zmetkové závity vznikají příčinou nesprávné volby průměru díčku nebo průměru díry, v nedostatečném mazání, nepřesném zařiznutí závitníku nebo závitové čelisti, ve špatném pracovním postupu, v tupém závitořezném nástroji apod.

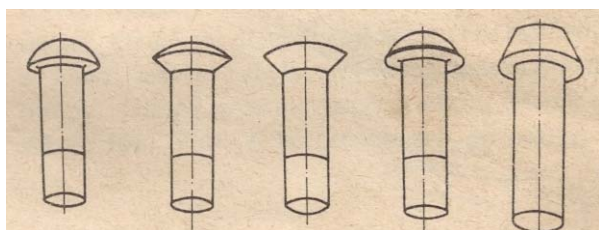
## 12. NÝTOVÁNÍ

### 12.1. Charakteristika nýtování

Nýtováním se vytvářejí pevná, nerozebíratelná spojení. V současné době je podle možnosti nahrazováno svařováním nebo lepením. Normalizované nýty se vyrábějí z měkké oceli, mosazi, hliníku aj. kovů. Měkké materiály a tenké plochy spojujeme dutými nýty. Plné nýty, které se používají při spojování tlustších plechů, se vyrábějí většinou s půlkulatou hlavou. Pevnost takto vytvořeného spoje s dutými nýty je ale podstatně nižší, než při použití nýtů s hlavou.

Obr. č. 97 - Základní druhy nýtů

a)            b)            c)            d)            e)



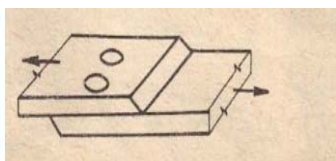
a) nýt s půlkulatou hlavou  
b) nýt s čochkovitou  
c) nýt se zápustnou hlavou  
d) kotlový nýt  
e) lodní nýt

### 12.2. Konstrukce nýtového spoje

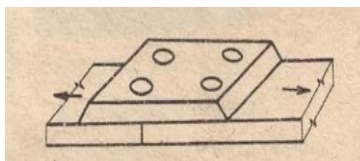
Konstrukce nýtového spoje může být různá. Nejpoužívanější nýtový spoj získáme přeplátováním. Rozteč jednotlivých nýtů se má rovnat trojnásobku průměru nýtu. Průměr nýtu se zpravidla volí 1,5 až 2x větší než tloušťka spojovaných plechů.

Obr. č. 98 – Nýtové spoje

a) přeplátovaný spoj



b) spoj se stykovou deskou



Nýty do průměru 10 mm nýtujeme za studena., Ocelové nýty větších průměrů nýtujeme za tepla. Délku nýtu volíme zpravidla tak, aby pro vytvoření půlkruhové, kuželové a válcové hlavy vyčnívalo nad spojované součásti ještě 1,5 průměru nýtu. Pro zapuštění hlavy to bývá délka rovna 0,8 až 1x průměru nýtu.

#### Druhy nýtování:

- pevné, uplatňující se např. při konstrukci mostů, stožárů aj. konstrukcí.
- nepropustné, používané při nýtování nádob
- pevné a nepropustné, určené pro výrobu tlakových nádob, kotlů apod.
- spojovací (tzv. zámečnické), např. nýtování kloubových závěsů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 12.3. Postup práce

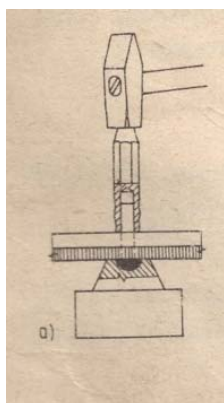
Součásti, které budeme nýtováním spojovat, musíme upravit tak, aby průchozí díry spojovaných součástí, do kterých budeme vkládat nýt, byly stejně velké a přesně nad sebou. Do díry vložíme nýt. Díry velkých průměrů se před vložením nýtu ohřívají, aby se ohřátím zvětšily a aby nýt po zchlazení do díry pevně přilnul. Spojované součásti k sobě přitlačíme a pýchováním vytvoříme závěrnou hlavu nýtu. Závěrná hlava nýtu vzniká rozpýchováním vyčnívající části dřívku nýtu.

#### Postup nýtování nýtů s půlkulatou hlavou

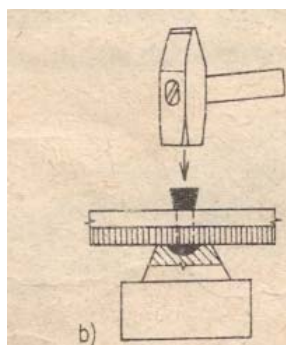
Do vyvrtané díry, která je 0,1mm větší než je průměr nýtu, vložíme nýt a hlavu nýtu položíme na tzv. hlavičkář, zabraňující deformaci hlavy nýtu. Hlavičkář upínáme mezi čelisti svěráku. Nýt přitlačíme až k ploše spojovaného materiálu a materiál k sobě přitlačíme přitlužníkem. Dřík nýtu, který vyčnívá, rozpýchujeme kladivem (roznýtujeme) a závěrným hlavičkářem vytvoříme (vyhladíme) závěrnou hlavu nýtu. Potřebujeme-li spojení nepropustné, nýtový spoj ještě utěsníme přitlužením tužlíkem.

Obr. č. 99 - Postup nýtování

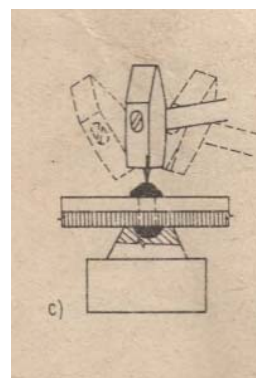
a) utahování přitlužníkem



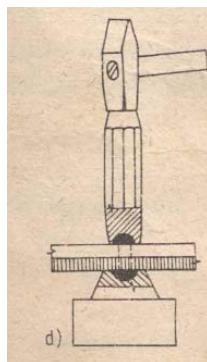
b) pýchování dřívku



c) vytváření hlavy



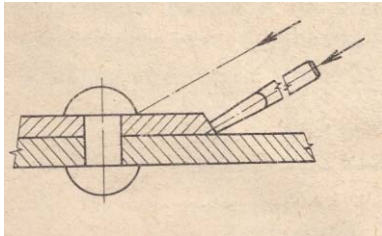
d) dokončení hlavy hlavičkářem





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

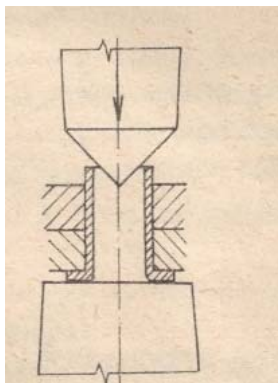
Obr. č. 100 - Utěsňování nýtu a okrajů plechu tužlíkem



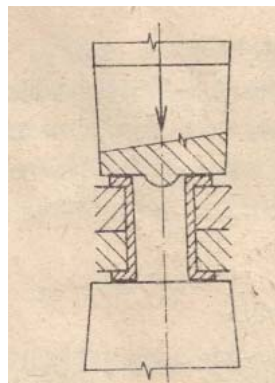
Postup při nýtování nýtu se zapuštěnou hlavou je obdobný. Duté a trubkové nýty, používané většinou u málo namáhaných spojů nýtujeme tak, že k vytvoření hlavy použijeme nejprve důlčík a hlavu nýtu dokončíme hlavičkářem.

Obr. č. 101 - Postup vytváření závěrné hlavy trubkového nýtu

a) předběžné rozlišení důlčíkem



b) dokončení hlavy hlavičkářem



#### 12.4. Strojní nýtování

Podstatně kvalitnější spoj s méně vynaloženou námahou dostaneme při strojním nýtování. Místo ručního kladiva používáme pneumatických nebo elektrických kladiv. Strojní nýtování se většinou uplatňuje při tvoření nýtů větších průměrů v sériové výrobě.

Pneumatické, hydraulické a elektrické nýtovací stroje různých konstrukcí a rozměrů mohou být stabilní nebo přenosné. Na nýt působí statickou silou a závěrnou hlavu vlastně lisují.