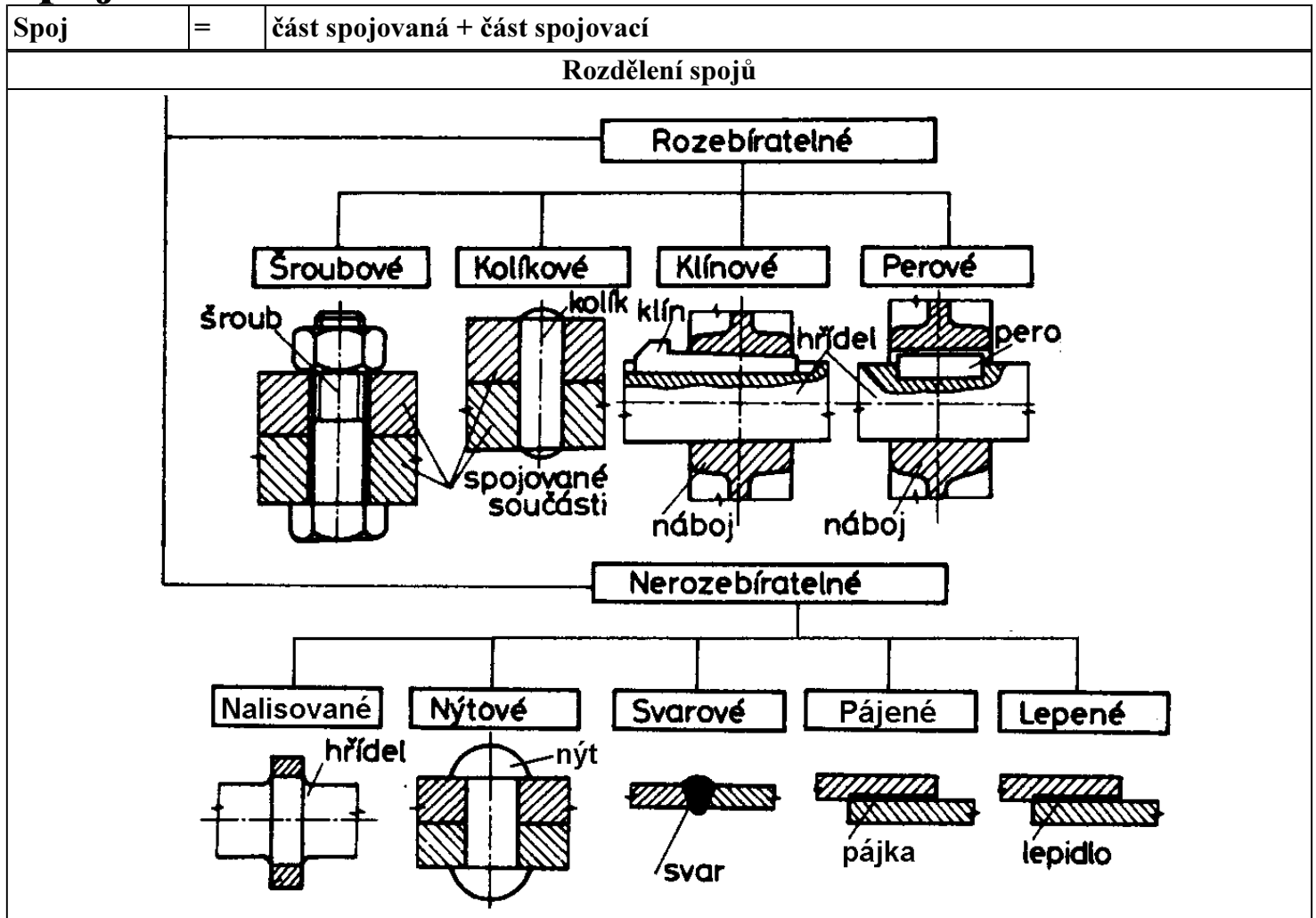


# Spoje



## Rozdělení spojů podle rozebíratelnosti:

a)	<b>Rozebíratelné</b>	↔ spoj lze rozebrat bez poškození spojované nebo spojovací části
		↔ šrouby, kolíky, čepy, klíny, pera
		↔ používají se pro <b>dočasné spojení</b> nebo při časté demontáži ( <i>spojovací části lze znovu použít nebo vyměnit</i> )
b)	<b>Nerozebíratelné</b>	↔ <b>spoj nelze rozebrat bez poškození</b> spojovací nebo spojované části
		↔ nýty, svary, pájené, lepené, nalisované spoje
		↔ používají se pro <b>trvalé spojení</b>

## Rozdělení spojů podle typu styku:

a)	<b>Spoje se silovým stykem</b>	↔ spoj drží <b>třením</b> , vzniklým přitlačením součástí k sobě
		↔ šrouby, klíny, nýty, nalisované spoje
b)	<b>Spoje s tvarovým stykem</b>	↔ součásti se spojují do sebe zapadajícími <b>tvary</b>
		↔ pera, kolíky
c)	<b>Spoje s materiálovým stykem</b>	↔ spojení <b>prolnutím</b> nebo <b>přilnavostí</b> materiálů
		↔ svařované, pájené, lepené spoje

## 1. Šroubové spoje

↔	<b>Spoje rozebíratelné</b>	↔	součásti lze rozpojit bez jejich poškození
↔	<b>Spoje se silovým stykem</b>	↔	spojované části jsou sevřeny utažením šroubu nebo matice

- jsou nejpoužívanější spojení

## Provedení šroubového spoje

Šroub s maticí		Zašroubovaný šroub			
	1	šroub se závitem		1	šroub se závitem
	2	matice se závitem		4a	díl s průchozí dírou
	3	podložka	4b	díl s vyřezaným závitem	
	4	spojované díly s průchozí volnou dírou			

## 1.1. Závít

- je to nejdůležitější část šroubového spoje

↔	je drážka vyřezaná ve tvaru šroubovice	
↔	je to <b>nakloněná rovina</b> (trojúhelník) navinutá na válec	
Šroubovice	Rozvinutá šroubovice	Parametry závitu

### Parametry závitu:

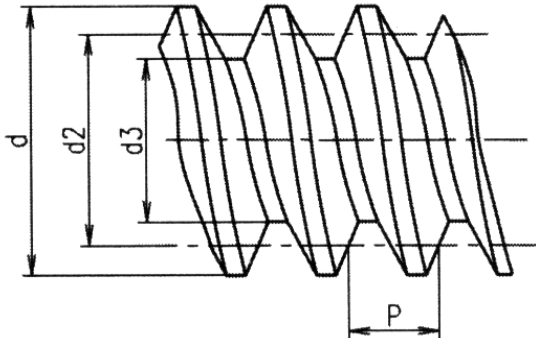
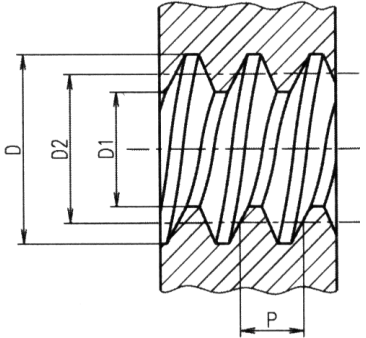
$\varnothing d, d_2, d_3$	↔	průměry závitu (jmenovitý, střední, malý)
$P$	↔	stoupání šroubovice (také rozteč)
$\alpha$ [alfa]	↔	vrcholový úhel závitu
$\psi$ [psi]	↔	úhel stoupání šroubovice
$X$	↔	profil závitu = tvar drážky v osovém řezu

### Samosvorný šroubový spoj:

↔	šroubový spoj, který se samovolně neuvolní při působení síly ve směru osy závitu (je "sám sevřený")
↔	záleží na úhlu stoupání šroubovice - malý úhel = velká samosvornost

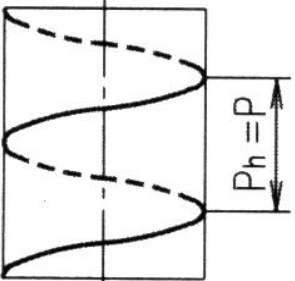
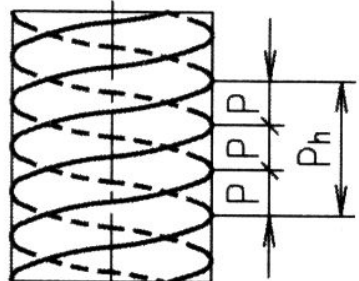
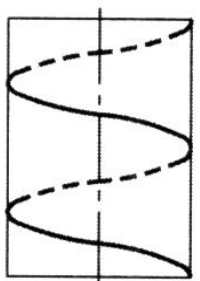
Nesamosvorný závít	Samosvorný závít

### 1.1.1. Druhy závitů podle umístění

Vnější závit (šroub)	Vnitřní závit (matice)
	
je na vnější válcové ploše šroubu	je na vnitřní ploše matice

### 1.1.2. Druhy závitů podle počtu chodů šroubovice

a)	jednochodé	↔ jedna šroubovice - velká samosvornost - používají se pro spojování
		↔ $P_h$ (stoupání) = P (rozteč)
b)	vícechodé	↔ více šroubovic nad sebou - velké stoupání, používají se jako pohybové závity
		↔ $P_h = n * P$ (n je počet chodů, tedy šroubovic)
		↔ P - rozteč - vzdálenost mezi nejbližšími vrcholky závitu
		↔ $P_h$ - stoupání - vzdálenost mezi vrcholky měřená na stejné šroubovici

Jednochodý pravý	Vícechodý závit	Levý závit
		
<p><b>Trojchodý závit:</b>  <math>P_h</math> (stoupání) = 3 * P (rozteč)</p>		

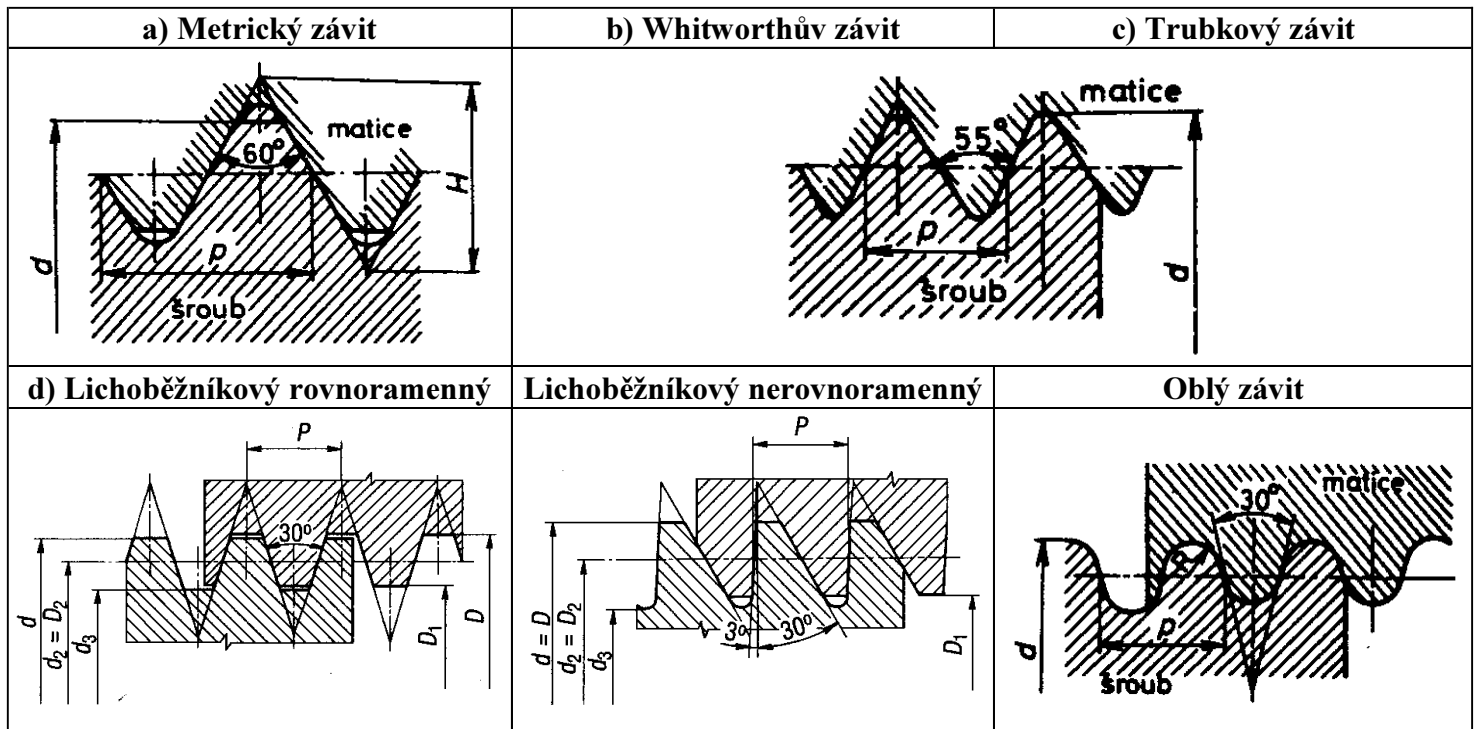
### 1.1.3. Druhy závitů podle směru stoupání šroubovice

a)	pravé	↔ stoupání zleva doprava při pohledu z boku na svislý šroub, utahují se ve směru hodinových ručiček
b)	levé	↔ utahují se proti směru h.r. - používají se vyjimečně - pro zajištění otočných součástí, které by se mohly otáčením uvolnit
		↔ např. brusný nebo pilový kotouč, šlapátko u kola, napínací šrouby

### 1.1.4. Druhy závitů podle použití

a)	spojovací	↔ jednochodé ostré závity s <b>malým úhlem</b> stoupání a <b>velkou</b> samosvorností - pro spojování (např. metrický, Whitworthův, trubkový)
b)	pohybové	↔ převádí pohyb otáčivý na přímočarý (např. lichoběžníkové závity, kuličkové šrouby) - mívají <b>větší úhel</b> stoupání

### 1.1.5. Druhy závitů podle profilu závitu v řezu



#### a) Metrický závit (ST 357)

↔	Nejdůležitější a nejpoužívanější spojovací závit
↔	Rozměry se uvádí v milimetrech (proto je metrický)
↔	Má profil rovnostranného trojúhelníka s úhlem 60°

#### Značení:

↔	závit s hrubou roztečí	↔	<b>M d</b> , kde d je jmenovitý (velký) průměr závitu v mm	např. M 20
		↔	rozteč se neuvádí - najde se v tabulkách na prvním řádku	
↔	závit s jemnou roztečí	↔	<b>M d x P</b> , kde P je rozteč	M 12 x 0,75
		↔	používá se v jemné mechanice, optice, pro tenkostěnné duté součásti, má menší hloubku závitu	
↔	levý závit	↔	<b>LH</b> (left hand)	M 24 LH

- Pozn. **Palcový závit** - v USA a Kanadě se používá závit se stejným profilem jako metrický, ale jeho rozměry se uvádí v palcích, označení pro hrubý závit d UNC, kde d je jmen. průměr v palcích (např. 3 UNC)

#### b) Whitworthův závit

↔	Používá se u starých strojů, strojů dovezených z VB a Austrálie, u nás u stativů, držáků mikrofonů
↔	Má podobný profil jako metrický, jen úhel je 55°, jiné zaoblení hran
↔	Rozměry jsou v palcích

#### Značení:

↔	<b>W d</b>	↔	d je velký průměr vnějšího závitu v palcích	<b>W 1/2"</b>
---	------------	---	---	---------------

- V současnosti je standardním závitem v Austrálii

#### c) Trubkový závit (ST 378)

↔	Má stejný profil jako Whitworthův
↔	Používá se pro šroubované <b>spoje trubek</b> u rozvodů plynu, vody - instalatéri, elektro - pojistky
↔	Rozměry jsou v palcích odvozené od světlosti trubky (vnitřního průměru trubky)

**Značení:**

↔	<b>Válcový (se stálým průměrem)</b>	↔	<b>G d</b> (d je přibližně světlost trubky v palcích = vnitřní průměr trubky)	G 3/4"
		↔	používá se pro spoje trubek netěsnící v závitech	
↔	<b>Kuželový</b>	↔	<b>R d</b> - používá se pro spoje trubek těsnící v závitech	

**d) Lichoběžníkový závit (ST 383)**

↔	Pohybový závit - pro pohybové šrouby – pro přenos otáčivého pohybu na posuvný – svěrák, lis, stůl u frézky			
---	--	--	--	--

**Rozdělení:**

↔	<b>Rovnoramenný (trapézový)</b>	↔	<b>Tr d x P<sub>h</sub></b> (d je velký průměr závitu, P <sub>h</sub> je stoupání v mm)	Tr 20 x 8 (P4)
		↔	vrcholový úhel = 30°, Tr d x P <sub>h</sub> (P) - vícechodý	
↔	<b>Nerovnoramenný (pilový)</b>	↔	<b>S d x P<sub>h</sub></b> - snese větší zatížení – používá se tam, kde osová síla působí v jednom směru - šroubové lisy	

**Další druhy :**

↔	<b>Oblý závit</b>	↔	<b>Rd d</b> (velký průměr závitu v mm)	Používá se pro armatury (vřetena ventilů, šoupátek), spojovací táhla vagónů (pro neopatrné zacházení – nárazy)
↔	<b>Edisonův závit</b>	↔	<b>E d</b>	Žárovky - velké zaoblení rohů, (E 10 - kapesní svítilny, E 14 - lampy, E 27 - standartní žárovka, E 33 - pouliční lampy)
↔	<b>Pancéřový závit</b>	↔	P d, kde d je světlost trubky	Používá se v elektrotechnice u ochranných trubek kabelů.
↔	<b>Závit šroubů do plechu</b>	↔	ST d	ostré hrany, velké stoupání (ST 422 - šrouby)

**1.1.6. Rozměry metrického závitu**

Značení rozměrů závitu	Strojnické tabulky (ST 357)																					
	<p>Závit s hrubou roztečí; rozteč se neuvádí</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Jmenovitý průměr závitu d</th> <th rowspan="2">Rozteč P</th> <th colspan="4">Průměry závitů</th> </tr> <tr> <th>d = D</th> <th>d<sub>2</sub> = D<sub>2</sub></th> <th>d<sub>1</sub> = D<sub>1</sub></th> <th>d<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>0,25</td> <td>1,000</td> <td>0,838</td> <td>0,729</td> <td>0,693</td> </tr> <tr> <td>0,20</td> <td>1,000</td> <td>0,870</td> <td>0,783</td> <td>0,755</td> </tr> </tbody> </table>	Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů				d = D	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> = D <sub>1</sub>	d <sub>3</sub>	1	0,25	1,000	0,838	0,729	0,693	0,20	1,000	0,870	0,783	0,755
Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P			Průměry závitů																		
		d = D	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> = D <sub>1</sub>	d <sub>3</sub>																	
1	0,25	1,000	0,838	0,729	0,693																	
	0,20	1,000	0,870	0,783	0,755																	

**Názvy rozměrů:**

<b>d, D</b>	↔	jmenovitý průměr závitu = velký průměr závitu šroubu (matice)		
<b>d<sub>2</sub>, D<sub>2</sub></b>	↔	<b>d<sub>3</sub></b>	↔	malý průměr závitu šroubu
<b>D<sub>1</sub></b>	↔	<b>P</b>	↔	Rozteč závitu (stoupání)

**1.2. Spojovací šrouby**

↔	<b>Šroub</b>	=	<b>hlava + dřík se závitem</b>
---	--------------	---	--------------------------------

**Podle použití se šrouby rozdělují na:**

↔	<b>šrouby do kovu</b>	↔	válcový dřík, malé stoupání
↔	<b>šrouby do dřeva</b>	↔	vruty - kuželový dřík, velké stoupání

## 1.2.1. Šrouby s hlavou

Části šroubu			Hlavy šroubů	
	1	hlava		
	2	dřík		
	3	závit		
	4	sražení		
	5	výběh		

### Nejčastější provedení hlav:

Obr.	Hlava	Náradí pro utahování
a) ↔	<b>šestihranná</b>	↔ klíč - otevřený, očkový, ráčna a nástrčná hlavice (Gola)
b) ↔	<b>válcová s jednoduchou/křížovou drážkou</b>	↔ plochý/křížový šroubovák
c) ↔	<b>válcová s vnitřním šestihranem- IMBUS</b> - umožňuje větší utahovací síly, hlava je zapuštěná v zahloubení existují také jiné vnitřní tvary (např. TORX)	↔ zástrčný klíč
d) ↔	<b>půlkulová</b>	↔ šroubovák
e) ↔	<b>zápustná čočkovitá</b> - zápustná část umožňuje vystředění šroubu	↔ šroubovák
f) ↔	<b>zápustná kuželová</b> - hlava nevystupuje nad obrys součásti	↔ šroubovák

### Další provedení:

- čtverhranné hlavy - obr. g
- půlkulová hlava bez drážky (pod hlavou je čtyřhran) - vratové šrouby
- pro ruční utahování - křídlatá hlava (ST424), rýhovaná hlava
- šrouby do plechu (ST 422) - mají hrot, ostré hrany, velké stoupání

### Utahovací moment

↔	moment při utahování nebo uvolňování šroubu:	$M=F \cdot l$ [Nm] (síla působící na otočné rameno)
↔	moment se <b>zvětší</b> protáhnutím ramene nebo zvětšením síly	
↔	při utahování hrozí strhnutí závitu - používá se proto momentový klíč - nedovolí překročení momentu	

Utahovací moment	Rozměry šroubu	
	Md	průměr závitu
	l	délka bez hlavy
	k	výška hlavy
	b	délka závitu
	s	rozměr pro klíč
e	rozměr přes hrany	

### Značení šroubů:

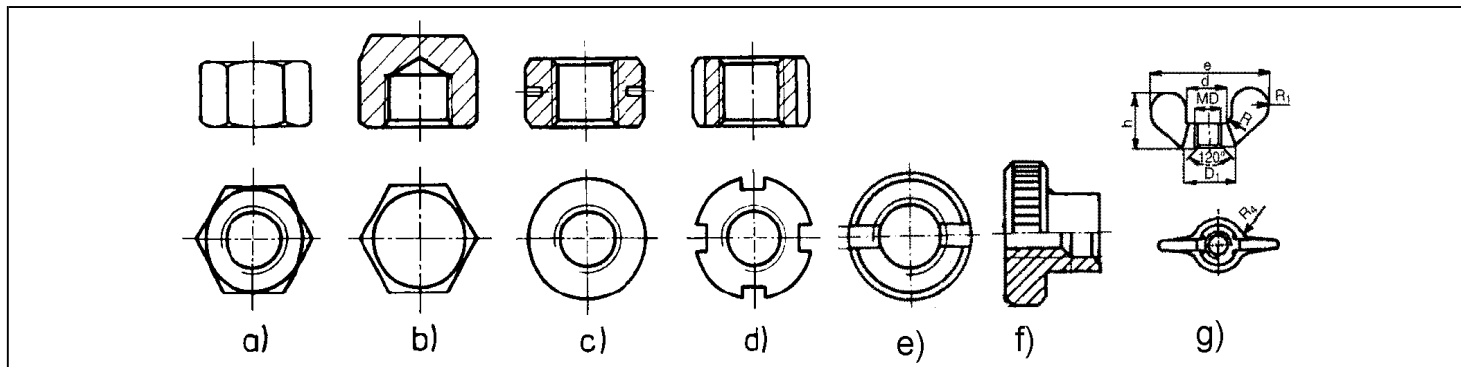
↔	<b>Šrouby hrubé</b>	↔ Md x l norma	↔ Např. šroub M12 x 80 ISO 4014 - šroub se šestihrannou hlavou
			↔ M5 x 20 ISO 4762 - šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem
↔	<b>Šrouby jemné</b>	↔ Md x P x l	↔ ST 410 - závit má jemnou rozteč a tím menší hloubku - pro tenkostěnné duté součásti

## 1.2.2. Zvláštní šrouby

Obr.	Název	Popis
i) ↔	<b>závrtné (svorníky)</b>	↔ závity jsou na obou koncích (ST 418), používá se při častém uvolňování, způsob zašroubování
j) ↔	<b>stavěcí</b>	↔ s drážkou nebo vnitřním šestihranem, např. pro uvolnění víka, ustavení rovnováhy, zajištění polohy (ST 421)

Další typy: napínací šrouby (pravý + levý závit), závěsná oka, šroubové zátky

## 1.3. Matice



Typy:

↔	<b>šestihranné</b>	a) <b>otevřené</b>	↔ značení Matice Md norma - např. Matice M10 ISO 4032 - ST 425, utahování otevřeným klíčem, také pojistné matice - viz pojištění šroubových spojů
		b) <b>uzavřené</b>	↔ (kloboukové) chrání šroub před poškozením i obsluhu před zraněním - ST 428
↔	<b>válcové (kruhové)</b>	c) <b>s otvory</b>	↔ utahování zvláštními klíči - např. hákovým
		d) <b>se zářezy</b>	
		e) <b>s drážkou</b>	
		f) <b>rýhované</b>	↔ pro utahování rukou - ST 431
↔	<b>speciální</b>	g) <b>křídlaté</b>	↔ (křídlové, křídlovky) pro utahování rukou

## 1.4. Podložky (ST 435)

		a) kruhové ploché
		b) prohnuté talířové
		c) pružné proříznuté - pérovky
		d) ozubené
		e) vějířovité
↔	<b>Zamezují odírání</b> spojovaného materiálu při častém uvolňování - u měkkých spojovaných materiálu	
↔	<b>Rozkládají tlak na větší plochu</b> – aby se matice nezatačovala	
↔	<b>Zamezují propadnutí matice</b> u velké nebo nepravidelné díry	
↔	<b>Pojišťují šroubový spoj</b> proti uvolnění - zejména pružné podložky (obr. b-e) - viz další kapitola	
↔	Značení: Podložka d norma (d - vnitřní průměr otvoru) - např. Podložka 13 ČSN 02 1703 (ST 439)	

## 1.5. Pojištění šroubových spojů

↔	<b>Při klidném (statickém) zatížení</b> jsou šroubové spoje <b>samosvorné</b> = šroubový spoj <b>se nemůže samovolně uvolnit díky tření v závitu šroubu/matice a tření mezi hlavou/spojovanou částí nebo maticí/spojovanou částí</b>
↔	<b>Při dynamickém zatížení</b> (proměnném = otřesech, chvění, vibracích) se může šroubový spoj uvolnit a je <b>nutno šroubový spoj pojišťit proti uvolnění</b>

### 1.5.1. Pojištění silou

↔	<b>zvětšíme tření</b>
---	-----------------------

**Provedení:**

a)	<b>druhá matice</b>	↔	také kontramatika, přítužná matice
b)	<b>samojistná matice</b>	↔	pro větší tření má plastový kroužek (ST 434)
c)	<b>pružné podložky</b>	↔	prohnuté, proříznuté s vyhnutými konci (pérovky) - hranou proti uvolnění (ST 441), ozubené, vějířovité (ST 437)

- Pozn. Také se používají hlavy šroubů nebo matice s rýhováním na dosedací ploše

### 1.5.2. Pojištění tvarem

**Provedení:**

d)	<b>korunová matice</b>	↔	matice s drážkami (ST 429) - pojištění závlačkou (prostrčeným a zahnutým drátem - ST 445), ve šroubu musí být díra pro závlačku, příp. se použije běžná matice
e)	<b>podložka s jazýčkem</b>	↔	jedna strana podložky se ohne přes hrany matice (ST 442), druhá přes hranu materiálu, také provedení s nosem

- Další způsoby: prostrčení kolíkem, drátem

### 1.5.3. Pojištění materiálem

↔	<b>nerozebíratelné pojištění</b>
---	----------------------------------

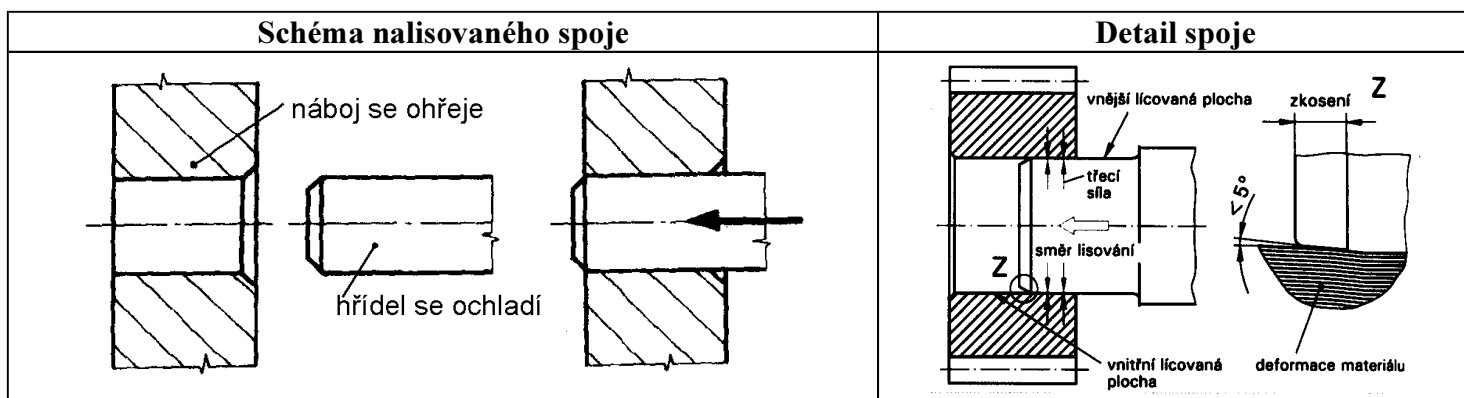
**Provedení:**

↔	<b>přivaření hlavy šroubu/matice</b>
↔	<b>přilepení</b>
↔	<b>barvou</b> - indikace neodborného uvolňování
↔	<b>roznýtováním konce šroubu</b> - ochrana proti neodbornému rozebírání

## 2. Nalisované spoje (tlakové)

↔	<b>Nerozebíratelné spojení se silovým stykem</b> – spoj drží <b>třením</b> mezi spojovanými součástmi.
↔	Používá se pro pevné <b>spojení hřídele s nábojem</b> (součástí s dírou, pouzdrem) - např. klikové hřídele, kola vagonů, setrvačníky, valivá ložiska (většinou otočné součásti)
↔	Spojení je provedeno bez spojovacích součástí, spojované materiály musí mít dobrou <b>pružnost</b>
↔	Jednoduchá, levná výroba spojů, dobrá sousost





## 2.1. Nalisování za studena

↔	<b>Hřídel má o něco větší průměr než díra</b> (hřídel má oproti díře malý <b>přesah</b> - řádově stovky)
↔	Hřídel se do náboje nalisuje pomocí lisu (navedení díky sraženým hranám) - hřídel se maže olejem, lisuje se pomalu - využívá se pružná deformace spojovaných součástí
↔	Používá se u menších průměrů, spoj je méně pevný

## 2.2. Nalisování za tepla

↔	<b>Hřídel má oproti díře větší přesah</b> než u lisování za studena
↔	<b>Hřídel se ochladí</b> (a tím smrskne) a <b>náboj ohřeje</b> (tím se roztáhne) tak, aby zmizel přesah a součásti se na sebe nasunou - po vyrovnání teplot se vytvoří pevný spoj
↔	Používá se u velkých průměrů, spoj je pevnější než u nalisování za studena
↔	<b>Ohřívá se v oleji</b> , v peci, indukčním ohřevem; <b>ochlazuje se</b> suchým ledem (ztuhlý $\text{CO}_2$ ), kapalným dusíkem

- Pevnost spoje závisí na jakosti ploch, velikosti přesahu, materiálu součástí (tvrdší, houževnatější materiál = pevnější spoj)

## 3. Perové spoje

Úvod:

- kolo se může točit na hřídeli (např. u kol vozíku) nebo se může točit hřídel ve stojící součásti - např. rámu
- pokud je potřeba přenést otáčivý pohyb mezi hřídelem a kolem (např. u ozubeného kola), může se použít perový nebo klínový spoj

Perový spoj	Detail pera
1	hřídel
2	slepá drážka v hřídeli
3	náboj (kolo)
4	průchozí drážka v náboji
5	pero

↔	<b>Rozebíratelné spoje sloužící k přenosu otáčivého pohybu z hřídele na kolo</b> (nebo naopak) – např. ozubené kolo, řemenice, spojku
↔	Pohyb se přenáší <b>přes bok pera</b> (přes jeho tvar, ne třením jako u klínu), mezi horní plochou pera a drážkou v náboji je vůle
↔	<b>Výhoda</b> - nedochází k vyosení náboje – kolo nehází ( <i>nejsou vibrace</i> ) při vyšších otáčkách (oproti klínu)

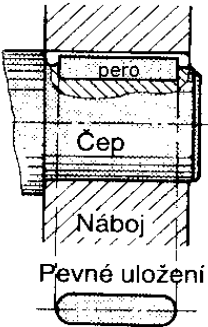
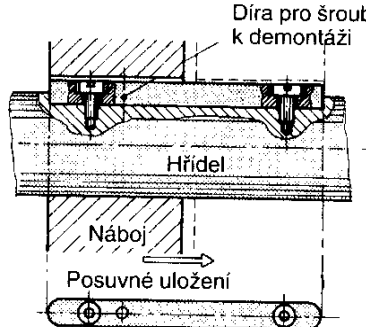
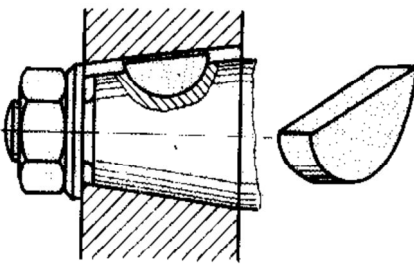
**Montáž:**

↔	Hřídel má slepou <b>drážku</b> do které se vloží shora <b>pero</b> - drážky pro pera se v hřídeli frézují (drážkovačkou)
↔	Náboj má průchozí drážku a nasune se na hřídel s perem - drážky v náboji se obrážejí
↔	Pokud je to třeba, tak se <b>náboj pojišťuje</b> proti posunu stavěcím šroubem, pojistným kroužkem, osazením

hřídele, maticí, kolíkem

- Materiál per: 11 600 (konstrukční ocel)

### 3.1. Druhy per (ST 465)

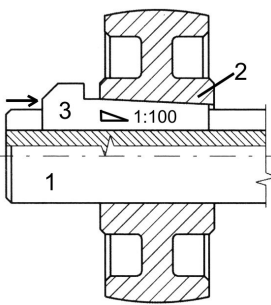
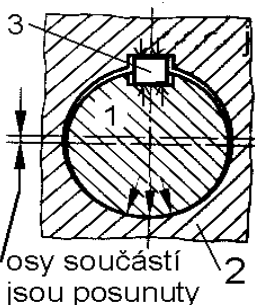
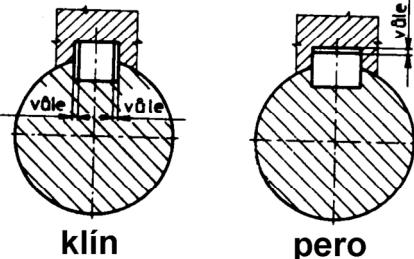
a) Těsné pero	b) Výměnné pero	c) Úsečové (kotoučové) pero
		
a) Těsné pero	b) Výměnné pero	c) Úsečové pero
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔
↔	↔	↔

### 3.2. Značení per (ST 467)

↔	PERO b x h x l	b=šířka, h=výška, l=délka
↔	Např. PERO 12 x 10 x 80 ČSN 02 2562	ČSN je norma

- Šířka a výška pera se volí podle průměru hřídele, délka pera podle šířky náboje a podle vyráběných délek (spodní řádek ST 467)

## 4. Klínové spoje

Schéma spoje	Řez spojem	Srovnání klínu a pera
		
↔	1 hřídel	
↔	2 náboj	
↔	3 klín	
↔	Rozebíratelné spoje sloužící k přenosu otáčivého (rotačního) pohybu z hřídele na kolo (nebo naopak) – ozubené kolo, řemenici, spojku (stejně jako pera)	
↔	Klín má na horní straně úkos 1:100 (oproti peru)	
↔	Spoj drží třením (je se silovým stykem) mezi zaraženým klínem a spojovanými částmi (přes horní a dolní stranu – na bocích je vůle)	

↔	<b>Výhoda</b> - náboj se nemůže posunovat po hřídeli
↔	<b>Nevýhoda</b> - <b>dochází k vyosení náboje</b> – kolo hází při vyšších otáčkách (oproti peru) - <i>nevhodné pro ozubená kola (pro odstranění házení je nutno použít 2 klíny proti sobě)</i>

Montáž:

- Na hřídel s dlouhou podélnou drážkou se nasune náboj s průchozí drážkou (*horní stěna má úkos*)
- Do drážky před náboj se vloží klín a zarazí se *mezi hřídel a náboj (předtím se namaže)*

## 4.1. Druhy podélných klínů (ST 465)

Typy klínů podle drážky		Vytahování klínu s nosem	
a)	<b>drážkový klín</b>	↔	drážka je v náboji i hřídeli – slouží pro velké zatížení, klín se zarazí ve směru podélné drážky
		↔	varianty:
		↔	<b>bez nosu</b> - vyráží se proti směru zarážení
		↔	<b>s nosem</b> - používají se, když klín nejde vyrazit z druhé strany (když na druhé straně není místo)
b)	<b>ploský klín</b>	↔	hřídel má zbrošenou plošku (nemá drážku) - pro malé silové zatížení
c)	<b>třecí klín</b>	↔	hřídel nemá drážku ani plošku, použitelné jen pro přenos malých sil, výhoda - nezeslabuje hřídel

- Pozn. Také existuje **vsazený klín** - vkládá se do slepé drážky jako pero a naráží se pak náboj

## 4.2. Značení klínů (ST 466)

↔	KLÍN $b \times h \times l$	$b$ =šířka, $h$ =výška, $l$ =délka
↔	Např. KLÍN 10 x 8 x 45 ČSN 02 2512	

- Klíny se přiřazují podle průměru hřídele

## 4.3. Jiné klínové spoje

Příčné klíny		Táhlo a vidlice spojené příčným klínem	Kruhový klín
↔	<b>Příčné klíny</b>	↔	Příčné klíny slouží pro nepohyblivé rozebíratelné spojení strojních částí typu táhlo a vidlice
		↔	Příčný klín se zarazí <b>kolmo</b> k podélné ose spojovaných částí
		↔	Svým úkosem vymezení vzájemnou polohu součástí
		↔	<b>Druhy:</b> klíny s jednostranným úkosem, klíny s oboustranným úkosem
↔	<b>Kruhové klíny</b>	↔	hřídel i díra mají tvar spirály - při vzájemném pootočení se tvary zaklíní

# 5. Kolíkové spoje

↔	Rozebíratelné spoje s tvarovým stykem
↔	Přenáší zatížení přes tělo kolíku - přes jeho tvar
Druhy kolíků	
Příklady použití kolíků	

## 5.1. Druhy kolíků

a) válcové	↔	používají se <b>pro zajištění polohy</b> – díra se vrtá a vystruží v obou součástech společně
	↔	mají <b>přesah</b> (větší průměr než díra - v setinách mm), pro navedení do díry mají sraženou hranu; při chvění, vibracích se můžou <b>uvolnit</b>
	↔	jsou nekalené nebo kalené pro větší zatížení, také existují kolíky s konci k roznýtování, s hlavou (ST 446)
b) kuželové	↔	po zaražení jsou <b>samosvorné</b> - neuvolní se, <b>kuželovitost je 1:50</b>
	↔	pokud nelze kolík vyrazit z druhé strany, může mít na širší straně <b>závit</b> pro vytažení, kolík může mít závit i na užší straně pro lepší zajištění
c) rýhované	↔	neuvolní se - mají <b>podélné výstupky</b> (břity) na okrajích rýh - zaříznou se do díry
	↔	spoj je <b>levnější</b> (menší přesnost a kvalita díry - nemusí mít jemný povrch – stačí jen vyvrtat), jsou nesnadno rozebíratelné
d) pružné se štěrbinou	↔	podélně rozříznutá <b>trubka</b> z pružinové oceli + zakalená
	↔	po zaražení se rozpínají a neuvolní se (díky tření), výroba je levnější (menší přesnost a kvalita díry)

## 5.2. Použití

a) zajištění přesné polohy součástí	↔	při <b>montáži</b> a demontáži součástí (tzv. skolíkování) – kolíky jsou <b>zalicované</b> do přesné díry
	↔	kolíky zajistí polohu jen kolmo na osu kolíku, proto jsou desky spojeny ještě šrouby
b) přenos pohybu mezi součástmi	↔	např. <b>páka</b> nebo <b>kolo na hřídeli</b> prostrčené kolíkem, náhrada pera, pevná trubková spojka
c) kloubové spojení	↔	např. <b>táhlo ve vidlici</b> – pro malé zatížení
d) střižné spojky	↔	ochrana před <b>přetížením</b> stroje

## 5.3. Značení (ST 450)

↔	<b>KOLÍK d x l tvar norma</b>	kde d=průměr, l=délka
↔	Např. KOLÍK 4 x 20 B ISO 2338	

- Tvar A,B,C – liší se koncem kolíku - určuje přesnost průměru (A – m6 - čočka, B – m8 - kužel, C – h11)

# 6. Čepové spoje

↔	<b>Rozebíratelné spoje s tvarovým stykem</b>
↔	Spojovací čepy mají <b>větší průměr</b> než kolíky (přenáší větší zatížení než kolíky), ale menší než hřídele
↔	Používají se pro vytvoření <b>otočného (kloubového) spoje</b> – mají v díře <b>vůli</b> - např. kolo/kladka/táhlo ve vidlici, otočná páka, píst s ojnicí
↔	Pohyblivý čepový spoj se musí <b>mazat</b> , namáhané čepy se povrchově <b>kalí</b>

## 6.1. Rozdělení

Druhy čepů	Příklady použití čepů s hlavou nebo drážkou	Čep v pístu

### Rozdělení podle způsobu zajištění čepu proti vysunutí:

a) čepy bez hlavy	↔	jsou zajištěny proti vysunutí tvarem jiné součásti - např. pomocí pojistných kroužků před a za čepem (např. u spojení pístu s ojnicí u spalovacích motorů)
b) čepy s hlavou	↔	hlavy válcové (b1), kuželové zápusťné (b2)
c) čepy s dírou pro závlačku	↔	<b>závlačka</b> = prostrčený a rozehnutý drát, před závlačkou je podložka, příp. je v díře kolík (se stavěcím kroužkem)
d) čepy s drážkou pro pojistný kroužek	↔	tzv. segrovku, příp. příložku (destičku)
e) čepy se závitem pro matici	↔	hlava má plošky pro klíč, před maticí je podložka

## 6.2. Značení (ST 448)

↔	<b>ČEP d x l tvar norma</b>	kde d = průměr čepu, l = délka je bez hlavy
↔	Např. ČEP 20 x 100 A ISO 22340	

# 7. Nýtové spoje

↔	<b>Nerozebíratelné spoje</b> - spojovací částí je <b>nýt</b> , který se při demontáži poškodí	
Části nýtu	Postup nýtování	Druhy nýtů

### Části nýtu:

1	↔	<b>opěrná hlava</b>
2	↔	<b>dřík</b> ↔ válcová část v otvoru
3	↔	<b>závěrná hlava</b> ↔ vznikne roznýtováním <b>konce dříku (4)</b> - údery (ručně, pneumaticky) nebo lisem, nýtovačkou

## Vlastnosti:

↔	<b>Výhody</b>	↔	spolehlivý <b>pevný spoj tenkých plošných součástí - plechů</b> , které pak nejsou deformované/zvlněné (jako při svařování), navíc se nemění <b>struktura</b> materiálu
		↔	používá se hlavně v <b>leteckém průmyslu</b> pro spojování duralových plechů (dříve mosty, lodě), umožňuje také pevně spojovat i nekovové materiály (např. <b>textil, kůži</b> )
↔	<b>Nevýhody</b>	↔	nerozebíratelnost, zvyšují hmotnost konstrukce (svařované jsou o 15-20% lehčí), nezaručují přesnou polohu
		↔	náročná příprava, prostřihované díry pro nýty mohou být zdrojem trhlin, dnes se nýtování nahrazuje svařováním, šrouby, lepením (pokud to jde)
↔	<b>Materiály</b>	↔	dobře <b>tvářitelné</b> – měl by být stejný jako spojovaný mat (kvůli chemickým reakcím) - ocel (11 3xx), slitiny mědi, zinku, hliníku, také plasty

## Druhy nýtování:

↔	<b>za studena</b>	↔	<b>spojení tvarem</b> - pro nýty do průměru 10
		↔	hlavy nýtů jsou <b>méně zataženy</b> , zatížení se přenáší i přes dřík nýtu - přes tvar
↔	<b>za tepla</b>	↔	<b>spojení silou</b> (působí síly tření) - nýtuje se asi při <b>1000°C</b>
		↔	nýty jsou hlavami po smrštění <b>více zataženy</b> , mezi dříkem a dírou je vůle (kvůli smrštění dříku) – díra bývá větší o 1 mm

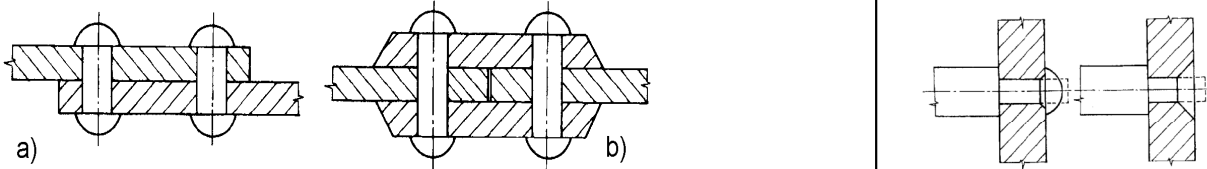
## 7.1. Druhy nýtů

a)	<b>s půlkulovou hlavou</b>	↔	velmi <b>pevné</b> (konstrukční) - pro spojování plechů, profilů (nosníků) ocelových konstrukcí jeřábů, mostů, stožárů
b)	<b>kotlové nýty</b>	↔	jsou <b>pevné i těsné</b> - mají větší hlavu s nákrůžkem - pro tlakové nádoby, kotle
c)	<b>se zápusťnou hlavou</b>	↔	použití v <b>letectví</b> (kvůli aerodynamice - nýt nevystupuje nad povrch) - díra je dražší, obr. d) - nýt s <b>čočkovitou</b> zápusťnou hlavou
e)	<b>trubkové nýty</b>	↔	jsou duté z mosazi, lehké, méně pevné - pro uchycení plechů ke konstrukci
		↔	stačí <b>menší nýtovací síly</b> (nehrozí poškození součástek) - elektrotechnika, přesná mechanika, spojování kovových a nekovových součástek (brzdové obložení)

Další provedení (také ST 460):

- **výbušné nýty** - nýtování v nepřístupných místech – letectví - křídla, výbušnina se teplem odpálí
- **čvočky** – jeansy, výrobky z kůže

## 7.2. Provedení nýtových spojů

Nepřímé nýtování - přeplátovaný spoj a spoj se stykovými deskami			Přímé nýtování
			
↔	<b>nepřímé nýtové spoje</b>	↔	spojení pomocí samostatných nýtů ( <i>nejčastěji</i> )
		a) <b>přeplátované</b>	↔
	b) <b>se stykovými deskami</b>	↔	jsou <b>pevnější</b> - zatížení se přenáší přes dva průřezy nýtů - menší namáhání nýtů, ale větší spotřeba materiálu
↔	<b>přímé</b>	↔	jedna ze spojovaných součástí je upravena tak, že má tvar nýtu - spoje těles s plechy – použití v přesné mechanice

## 7.3. Značení nýtů (ST 462)

↔	NÝT d x l norma	d=průměr dříku, l=délka
↔	Např. NÝT 5 x 20 ČSN 02 2301	

# 8. Svarové spoje

↔	Nerozebíratelné spoje s <b>materiálovým</b> stykem
↔	<b>Svařování</b> = spojování <b>kovových</b> materiálů <b>roztavením</b> spojovaného a přídavného materiálu - po pozvolném vychladnutí se vytvoří pevný jednolitý spoj
↔	spojovaný a přídavný materiál jsou <b>stejného</b> typu ( <i>narozdíl od pájení</i> )
↔	Svařené součásti = <b>svařence, svarky</b>
↔	zkoušení <b>kvality</b> svarů - vizuálně (zrakem), prozářením (rentgen), ultrazvukem

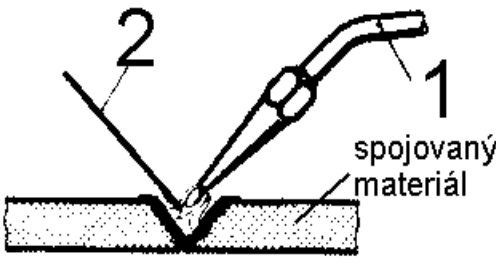
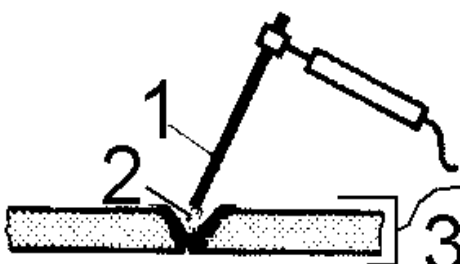
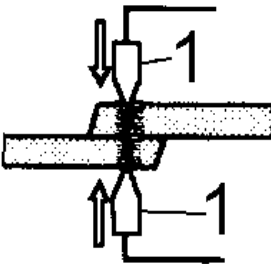
## Výhody:

↔	pevnost spoje - přenos <b>velkého zatížení</b>
↔	možnost automatizace - svařovací roboty
↔	úspora materiálu - menší hmotnost svařenců oproti odlitkům, nýtování
↔	svařence jsou při malých sériích levnější (než odlitky, výkovky)
↔	možnost svařování plastů (přesněji termoplastů)

## Nevýhody:

↔	<b>deformace</b> materiálu (pnutí) vlivem vysokých teplot (provádí se žhánání na odstranění vnitřního pnutí) = změna rozměrů svaru ( <b>opracování</b> nutno provádět až <b>po</b> svařování)
↔	<b>zhoršení</b> mechanických <b>vlastností materiálu</b> v okolí svaru v důsledku vysokých teplot, horší obrobiteľnosť
↔	svar musí být přístupný, stykové plochy se musí předem upravit
↔	nutnost odsávání spalin, vyšší nároky na kvalifikaci dělníků

- Pozn. Navařování - nanášení materiálu na opotřebované místo (oprava - renovace součástí)

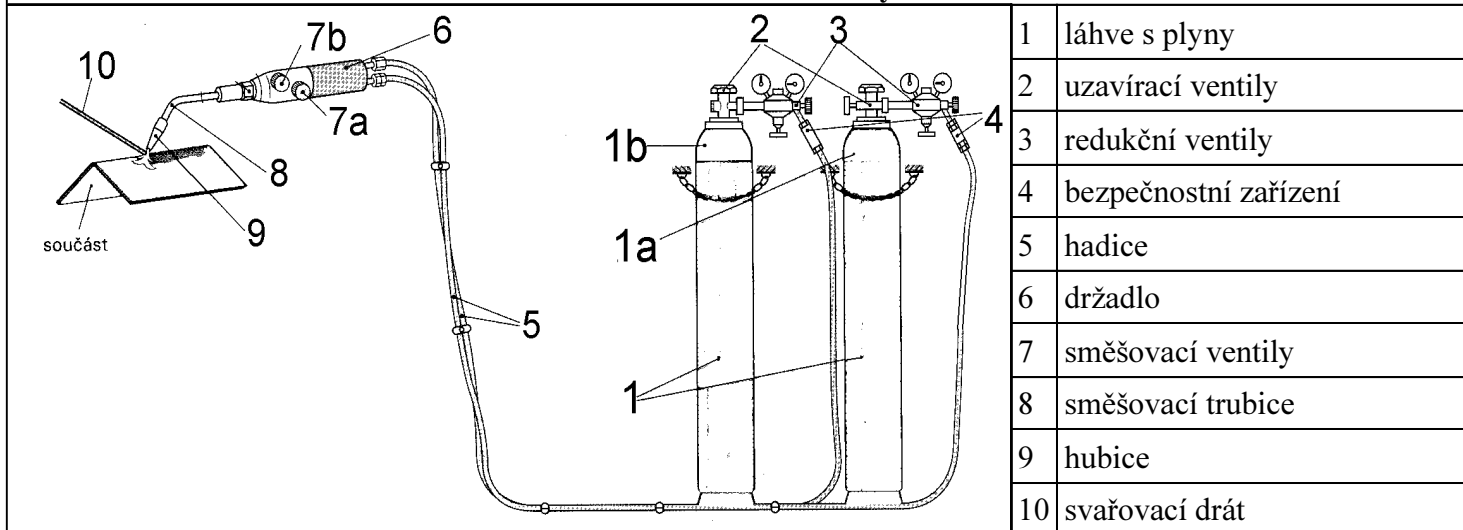
Tavné svařování plamenem	Tavné svařování obloukem	Tlakové svařování
 <p>1 - hořák, 2 - svařovací drát</p>	 <p>1 - elektroda, 2 - oblouk, 3 - svorka</p>	 <p>1 - elektrody</p>

## 8.1. Tavné svařování plamenem

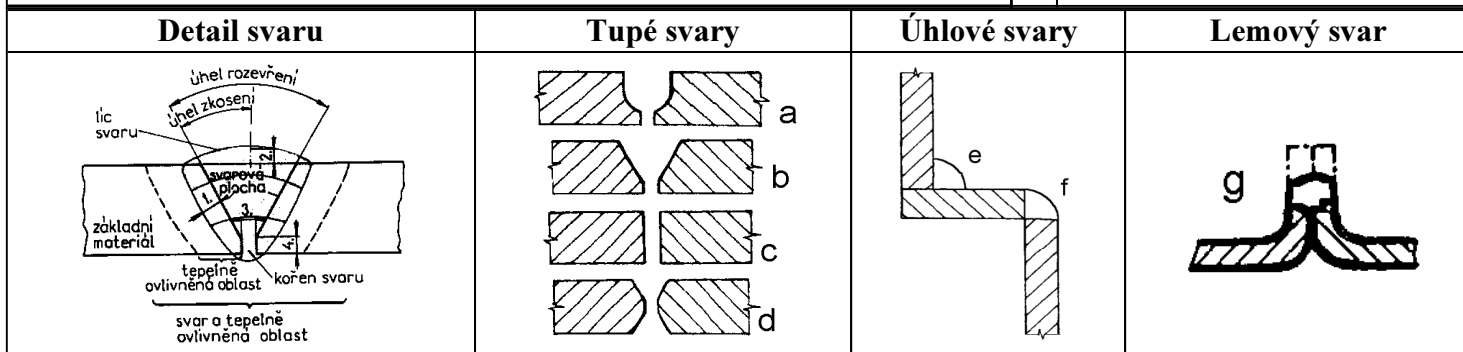
↔	Teplota k roztavení vzniká <b>hořením plynu</b>
↔	teplota plamene přes 3000°C ( <i>podle barvy plamene lze určit správný poměr mísení</i> )
↔	Jako <b>plyn</b> se používá <b>směs</b> :
↔	<b>Acetylén</b> - výbušný - hnědá láhev, červená hadice, tlak 1,5-1,8 MPa (nebo také propan-butan)
↔	<b>Kyslík</b> - modrá láhev, modrá hadice, tlak 15-20 MPa
↔	<b>Svařovací drát</b> - přídavný materiál je stejného typu jako spojované materiály

- Pozn. Lidově se říká zařízení pro svařování plamenem **autogen** - používá se i pro řezání kovů

### Části svařovací sestavy



1	láhve s plyny
2	uzavírací ventily
3	redukční ventily
4	bezpečnostní zařízení
5	hadice
6	držadlo
7	směšovací ventily
8	směšovací trubice
9	hubice
10	svařovací drát



### Druhy svarů:

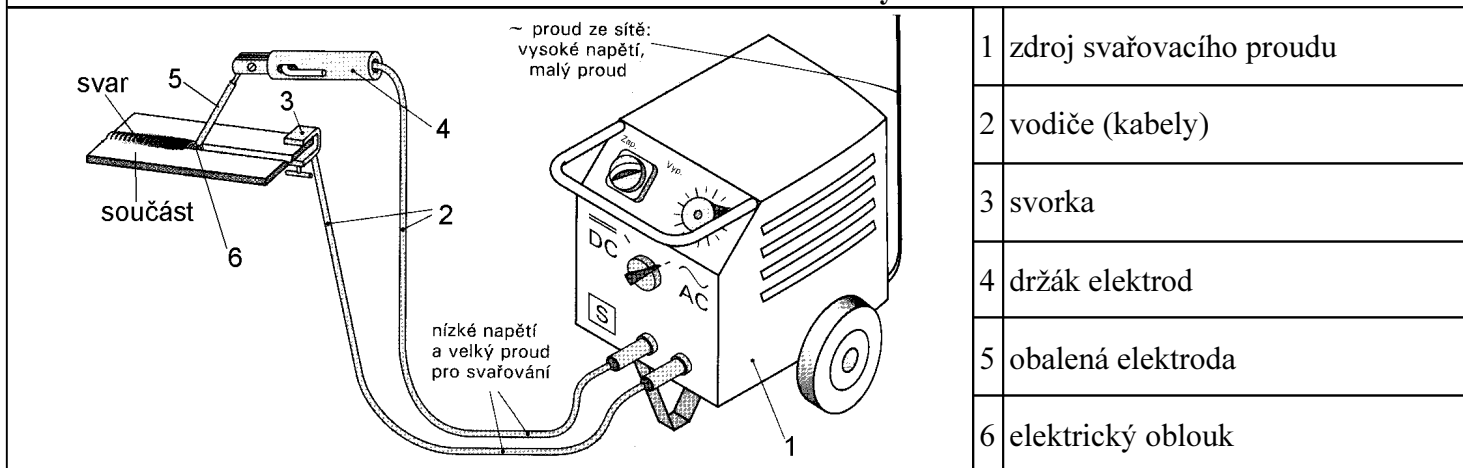
a)	tupé	↔	součásti leží v rovině - stykové plochy jsou upravené pro provaření materiálu v celém průřezu
b)		↔	<b>jednostranný svar</b> - U, V - pro součásti menších tlouštěk, hrozí sešikmení součástí
c)		↔	<b>oboustranný svar</b> - I (obr. c), X (obr. d) - dražší
d)			
e),f)	<b>koutové, rohové</b>	↔	součásti svírají úhel
g)	<b>lemové</b>	↔	pro tenké součásti - plechy, bez použití příd. materiálu

- svary větších tlouštěk jsou tvořeny více vrstvami - **housenkami**

## 8.2. Tavné svařování elektrickým obloukem

↔	Teplo k roztavení vzniká <b>hořením elektrického oblouku</b> mezi elektrodou a spojovaným materiálem
↔	Lze svařovat jen <b>elektricky vodivé</b> materiály
↔	často se používá pro <b>automatizované</b> svařování (drát se automaticky vysunuje) - svařovací roboty, pojezdy
↔	při svařování nutno používat ochranný štít (velký jas)
↔	Používá se hlavně pro <b>tlustostěnné</b> součásti, profily

### Části svařovací sestavy



1	zdroj svařovacího proudu
2	vodiče (kabely)
3	svorka
4	držák elektrod
5	obalená elektroda
6	elektrický oblouk



↔	<b>Elektroda</b> - dodává přídatný materiál - obsahuje <b>jádro</b> (spojovací materiál) a <b>obal</b> , který produkuje ochranné plyny, strusku pro pomalejší ochlazování svaru
↔	Zdroj svařovacího proudu = <b>svařovací agregát (transformátor, svářečka)</b> - velký proud, nízké napětí
↔	<b>Svařování v ochranných atmosférách</b> - používá se pro lepší kvalitu svarového spoje - oblouk je chráněn ochranným plynem, elektroda má podobu drátu bez obalu, který se automaticky vysunuje
↔	nejčastěji <b>CO<sub>2</sub></b> (oxid uhličitý) - metoda MAG - metal active gas - kovová elektroda)
↔	také <b>vzácné plyny</b> (inertní - netečné) - WIG - wolfram inert gas - wolframová netavící se elektroda, MIG - metal inert gas

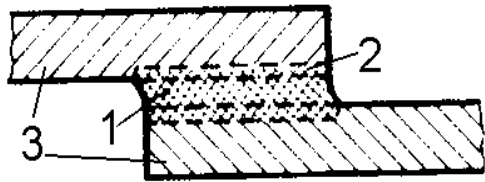
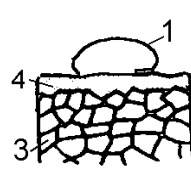

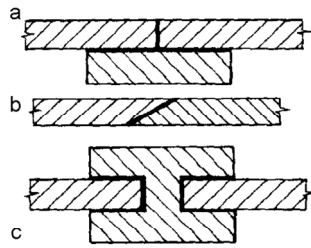
### 8.3. Tlakové odporové svařování

↔	Stykové plochy se <b>nahřejí (nataví) dotykem elektrod a průchodem elektrického proudu</b> - materiál klade odpor průchodu proudu - v místě přiložení elektrod dochází k ohřevu
↔	k vlastnímu svaření dojde <b>přitlačením součástí (tlakem elektrod)</b>
↔	nejpoužívanější metoda svařování v <b>automobilovém průmyslu</b>
a)	<b>Bodové svařování</b> ↔ na součásti se přitlačují v určitých vzdálenostech bodové elektrody - <b>pro tenké plechy</b> – náhrada nýtování
b)	<b>Švové svařování</b> ↔ elektrody jsou kotouče, které se odvalují - <b>souvislý těsný svar</b> - nádoby, nádrže

#### Doplňek: Další druhy svařování:

- Svařování elektrostruskové, plazmou, paprskem elektronů, termitem, slévarenské, svařování kovářské (ohřev kovu v kovářské výhni a spojení úderem kladiva), třením (rotační součásti - otáčením vzniká tření), výbuchem, **ultrazvukem**, tlakem za studena (velkým tlakem - neželezné kovy), **laserem**

## 9. Pájené spoje

Schéma pájeného spoje	Neočištěný povrch	Povrch očištěný tavidlem	Provedení spojů
			

1 - pájka, 2 - povrchová slitina, 3 - spojované díly, 4 - oxidy

↔	<b>Nerozebíratelné spoje s materiálovým stykem</b>
↔	Spojení kovů roztavením přídatného kovu s nižší teplotou tavení – <b>pájkou</b> (spojovaný kov se <b>netaví</b> )
↔	Mezi spojovanou součástí a pájkou dojde k povrchovému vytvoření <b>slitiny</b> (k <b>prolnutí</b> - difúzi pájky do povrchu spojovaných součástí)
↔	Lidově se pájení říká <b>letování</b>

#### Výhody:

↔	lze spojovat (pájet) i různé druhy kovů, <i>sklo, keramiku</i> - použití v elektrotechnice, přesné mechanice, instalatérství, konzervářství, zlatnictví apod.
↔	menší <b>deformace</b> (nižší teploty - spojovaný kov se netaví)
↔	spoje jsou vodotěsné, elektricky vodivé, levné

#### Nevýhody:

↔	menší <b>pevnost</b> spoje
↔	přesná příprava spojovaných částí - malá tolerance spáry (mezery mezi díly)

## Postup pájení:

1.	<b>Mechanické očištění</b> stykových ploch
2.	<b>Chemické očištění</b> stykových ploch pomocí <b>tavidla</b> – odstraní se vrstvy oxidů na povrchu, aby pájka prolнула - <b>smáčela</b> povrch (neprolnutá pájka = kulička na materiálu)
<b>Nahřátí stykových ploch a roztavení pájky</b> - možnosti:	
3.	↔ <b>místní ohřev dotykem nebo plamenem</b> - pájedlo, traťopájka, hrotová páječka, pájecí lampa (letlampa), plynový hořák, laser
	↔ <b>ohřev celé součásti</b> - v pecích, ponoření do roztavené pájky
4.	<b>Tuhnutí pájky</b> - musí být bez otřesů, nakonec odstranit zbytky tavidla (kvůli korozi)

- Pozn. **Vzlínání** - pro pájení jsou výhodnější úzké spáry (do 0,25 mm) - pájka vzlínáním zatéká (kapilární efekt) ale nevyteče (jako u širší mezery)
- Kvalitnější pájené spoje se provádí ve vakuu nebo v ochranné (bezokyslíkové) atmosféře

## Provedení spojů:

↔	Snažíme se o co největší stykovou plochu - používá se (viz obr. výše): a) <b>přídavná styková deska</b> , b) <b>sešikmení</b> , c) <b>tvarování</b> součástí
---	--

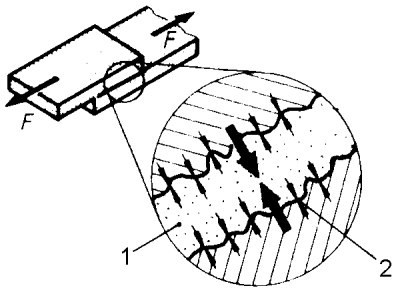
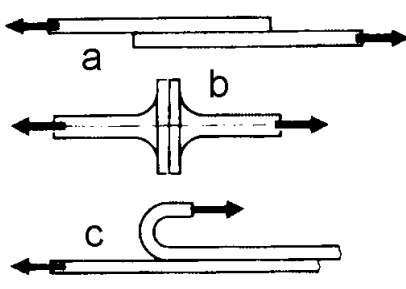
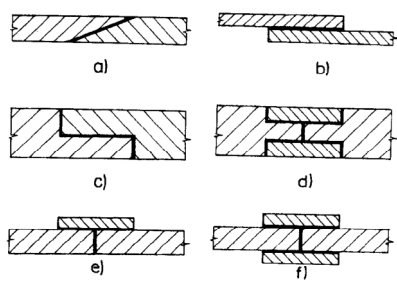
## 9.1. Pájky

↔	lehce tavitelné kovy s vysokou přilnavostí
---	--

### Rozdělení:

a)	<b>měkké pájky</b>	↔ tavicí teplota <b>do 450°C</b> - pro vodivé (elektronika) a těsné spoje (ale méně pevné) - chladiče
		↔ základem je slitina <b>Sn</b> (cínu) a dalšího kovu (dříve většinou <b>Pb</b> - olova) - pájky s olovem jsou od roku 2006 v EU zakázané, proto se olovo nahrazuje mědí a stříbrem
		↔ <b>tavidlo</b> – tuhé (např. <b>kalafuna</b> - pryskyřice) nebo pasta
		↔ značení pájek - ST 726 - např. Sn40Pb-225/185 = pájka s 40% cínu, s olovem a teplotou tavení 185 až 225 °C
b)	<b>tvrdé pájky</b>	↔ tavicí teplota <b>nad 450°C</b> - pro pevnější spoje - přenos většího zatížení (trubky, spojení slinutých karbidů s obráběcími nástroji, pilovými kotouči)
		↔ základem je slitina <b>Cu</b> (mědi) se <b>Zn</b> (zinkem), <b>Ag</b> (stříbrem)
		↔ tavidlo - viz ST 728 - např. FH 10

## 10. Lepené spoje

↔	<b>Nerozebíratelné spoje s materiálovým stykem</b>	
	<b>Detail lepeného spoje</b>	<b>Namáhání spoje</b>
		
	<b>Provedení spojů</b>	
		
	1 - soudržnost lepidla, 2 - přilnavost lepidla	a - smyk, b - tah, c - tah odlupováním (nejhorší)

### Podstatou lepeného spoje je

↔	<b>přilnavost lepidla</b> ke spojovanému materiálu ( <b>adheze</b> , průnik do pórů a nerovností povrchu)
↔	a vnitřní <b>soudržnost lepidla</b> ( <b>koheze</b> )

### Postup lepení:

1.	Před lepením - očištění a odmaštění povrchu
2.	Nanesení lepidla a přitlačení součástí
3.	Zatížení spoje po dobu tuhnutí lepidla

### Provedení spojů

↔	snažíme se o co největší stykovou plochu (jako u pájení) - sešikmením, přeplátováním, stykové desky
---	---

### Výhody:

↔	Spojení různorodých materiálů (kovy, plasty, sklo, dřevo apod.) - používá se tam, kde nelze použít jiný způsob
↔	součásti se nezahřívají – není deformace
↔	malá hmotnost lepidla, dobrý vzhled spoje, těsnost spoje, velká odolnost v <b>tlaku a smyku</b> , použití i pro zajišťování šroubů a matic, utěšňování

### Nevýhody:

↔	malá odolnost v <b>tahu</b> (hl. při odlupování) - menší pevnost spoje
↔	dlouhá doba tuhnutí
↔	horší kontrola spoje, potřeba zatížení při tuhnutí, větrání pracovního prostoru

## 10.1. Rozdělení lepidel

↔	<b>Přírodní lepidla</b>	↔	z rostlin - přírodní <b>guma</b> (kaučuk z kaučukovníku), <b>pryskyřice</b> ze stromové šťávy (smůla), <b>škrob</b> (z brambor, obilí)
		↔	z těl živočichů - <b>včelí vosk, kliš</b> (z mléka, kostí a kůže)
		↔	z nerostů - <b>tér</b> (hustá kapalina z černého uhlí)
↔	<b>Syntetická (umělá) lepidla</b>	↔	<b>umělé pryskyřice</b> - např. epoxidová (dvousložková)
		↔	<b>umělý kaučuk</b> – pružný - např. silikon, chemopren – lepení materiálů s pryží
		↔	<b>kyanoakrylát</b> y - sekundová (rychleschnoucí) lepidla

- Pozn. **Dvousložková lepidla** - před lepením se jedna složka - **lepidlo** smíchá s druhou složkou - **tvrdidlem** – (tj. složkou umožňující vytvrzení lepidla) - směs pak rychle tuhne
- Příbuzné lepidlům jsou **tmely** - u nich převládá těsnící funkce