

---

## 2. přednáška

# OCELOVÉ KONSTRUKCE

---

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta stavební**

**Ludvíka Podéště 1875,**

**708 33 Ostrava - Poruba**



**Miloš Rieger**

# SPOJE

---

## Základní klasifikace:

### 1) Klasifikace podle tuhosti:

- kloubové spoje
- tuhé spoje
- polotuhé spoje

### 2) Klasifikace podle únosnosti:

- spoje s plnou únosností
- spoje s částečnou únosností

### **3) Klasifikace podle typu spoje:**

- svarové spoje**
- nýťované spoje**
- šroubované spoje**
- kontaktní spoje**
- ostatní spoje**
- kombinace spojovacích prostředků**

# Svarové spoje

## základní druhy svařování:

- tavné (spojované materiály ve stavu tekutém)
  - svařování el. obloukem
  - svařování plamenem
  - svařování termitem
  
- tlakem ( stav těstovitý + tlak)
  - svařování el. odporem (např.: na tupo, přeplátováním, přivařování trnů soupravou Nelson)

# Svarové spoje

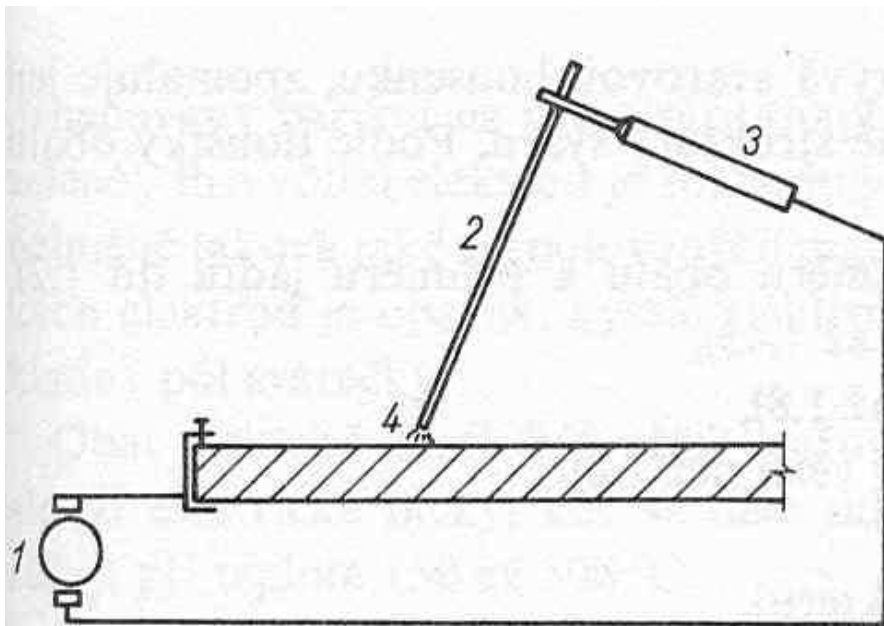
## základní druhy svařování:

- tavné (spojované materiály ve stavu tekutém)
  - svařování el. obloukem
  - svařování plamenem
  - svařování termitem
  
- tlakem ( stav těstovitý + tlak)
  - svařování el. odporem (např.: na tupo, přeplátováním, přivařování trnů soupravou Nelson)

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

Ruční svařování



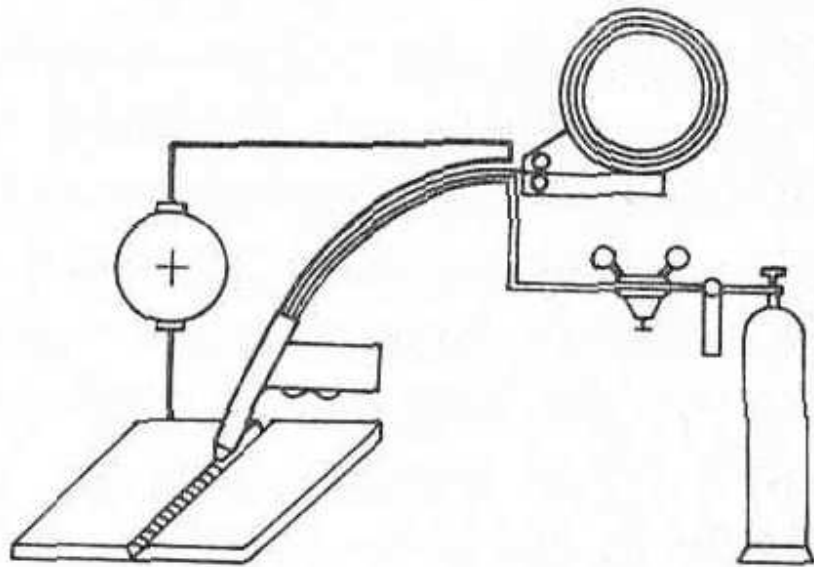
Svařování elektrickým obloukem

- 1 – zdroj svařovacího proudu,
- 2 – elektroda, 3 – držák elektrod,
- 4 – elektrický oblouk

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

Svařování v ochranné atmosféře (automatem): - CO<sub>2</sub>, Ar  
(MIG, TIG, WIG)

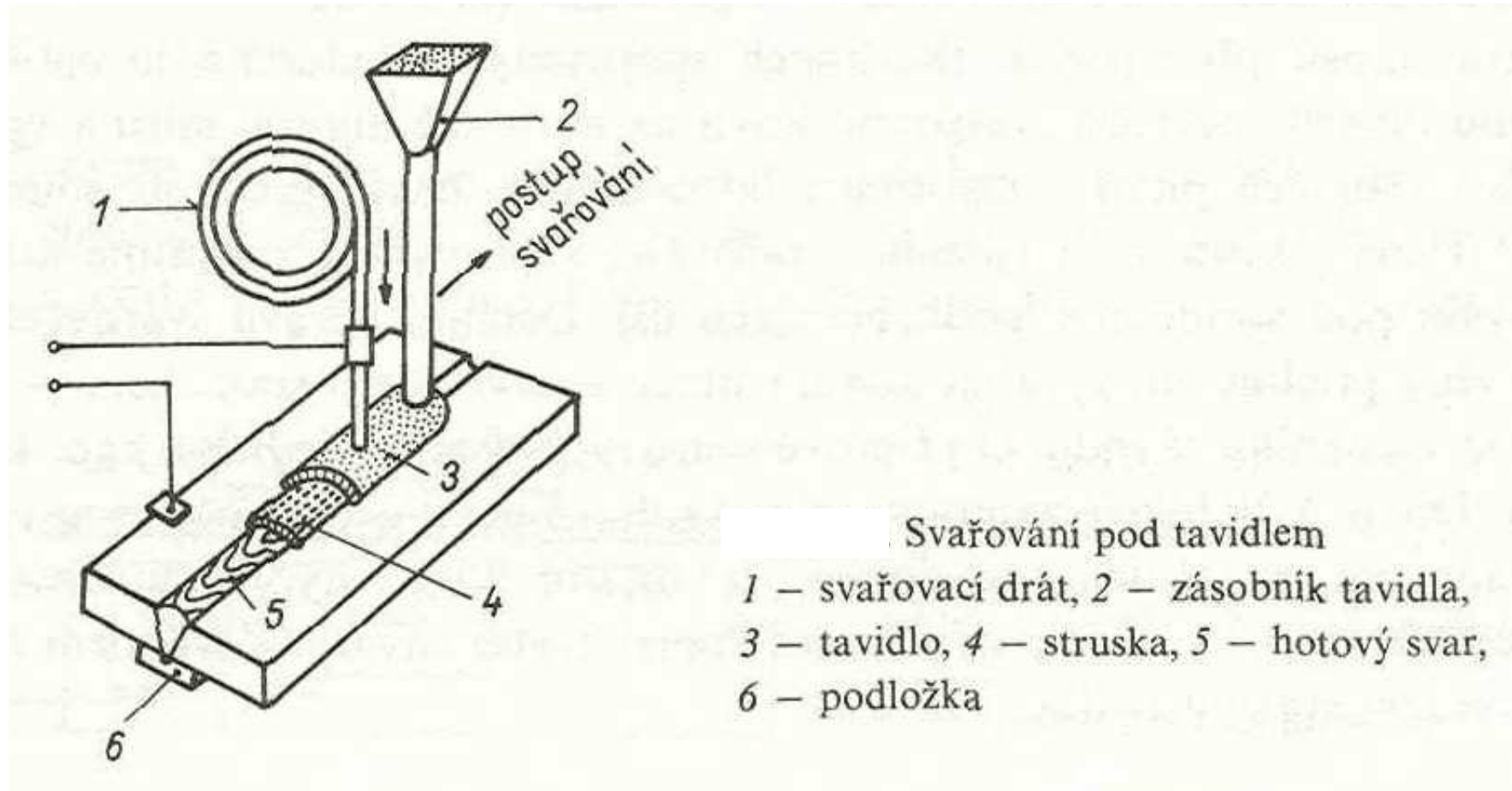


Svařování v ochranné atmosféře

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

Svařování pod tavidlem (automatem):

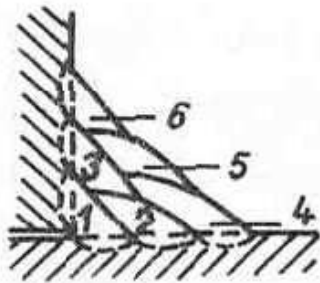




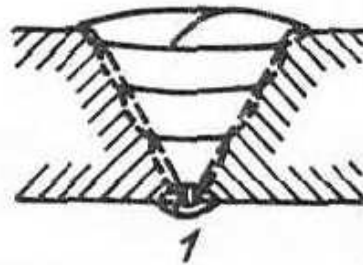
# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

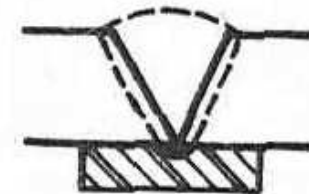
Technologie svařování elektrickým obloukem



Postup kladení vrstev  
při provádění koutového svaru



Podložený svar V  
1 – provaření kořene svaru

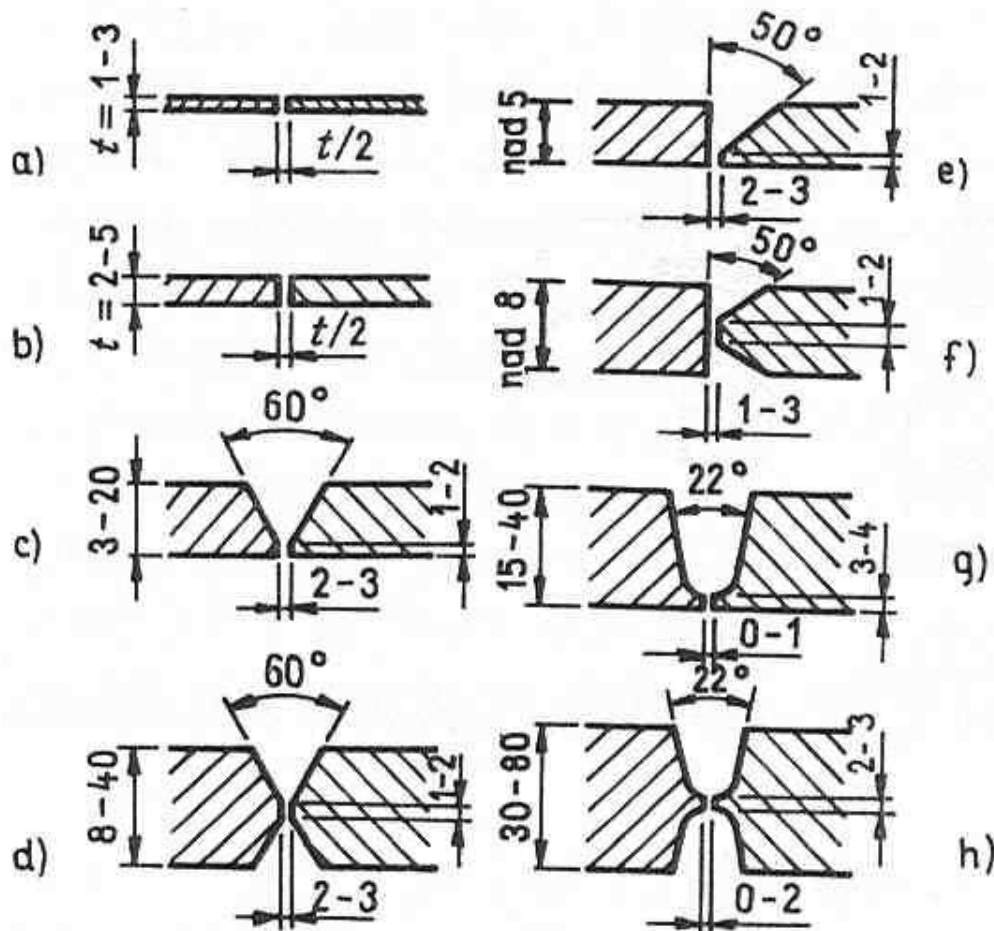


Tupý svar na podložku

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

Technologie svařování elektrickým obloukem



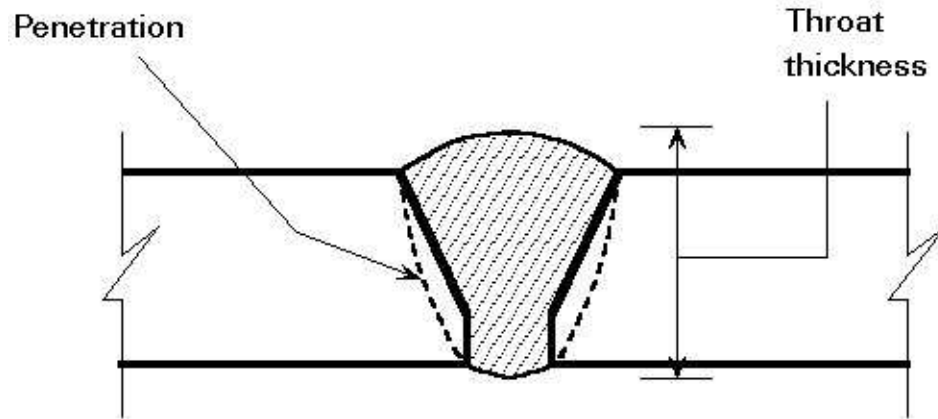
Úkosity pro tupé svary.

Ruční svařování elektrickým obloukem

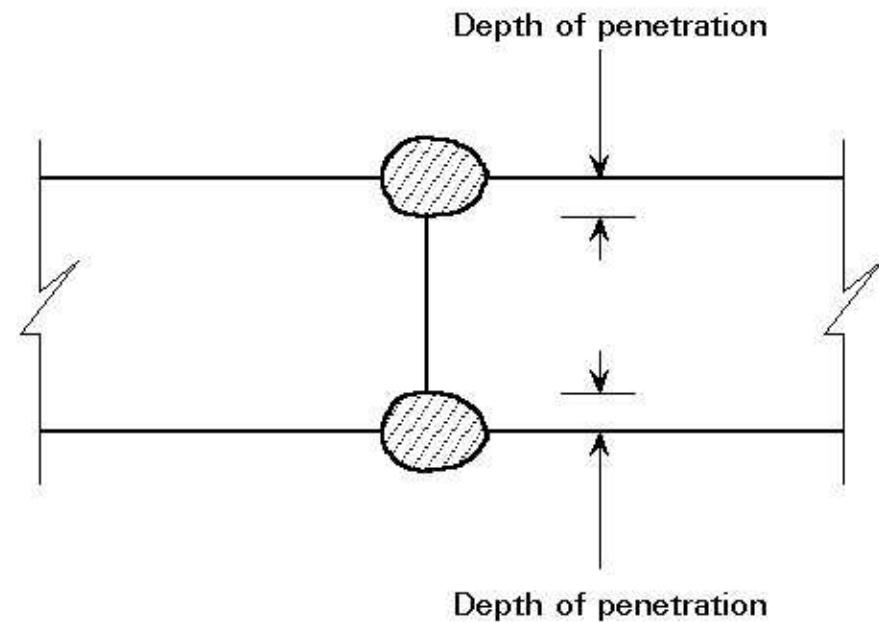
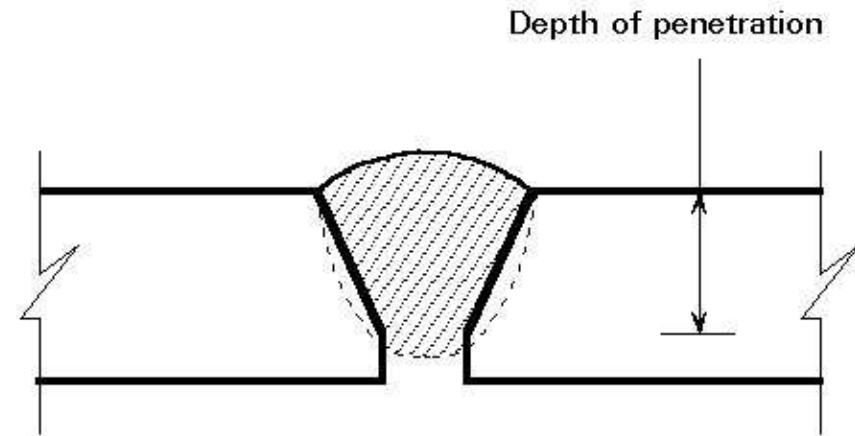
- a) svar I nepodložený, b) svar I podložený,  
c) svar V podložený, d) svar X, e)  $\frac{1}{2}$  svar V,  
f)  $\frac{1}{2}$  svar V dvoustranný ( $\frac{1}{2}$  svar X, svar K),  
g) svar U podložený, h) svar U dvoustranný

# Svarové spoje

## Tupé svary :



**Tupý svar s plným průvarem**

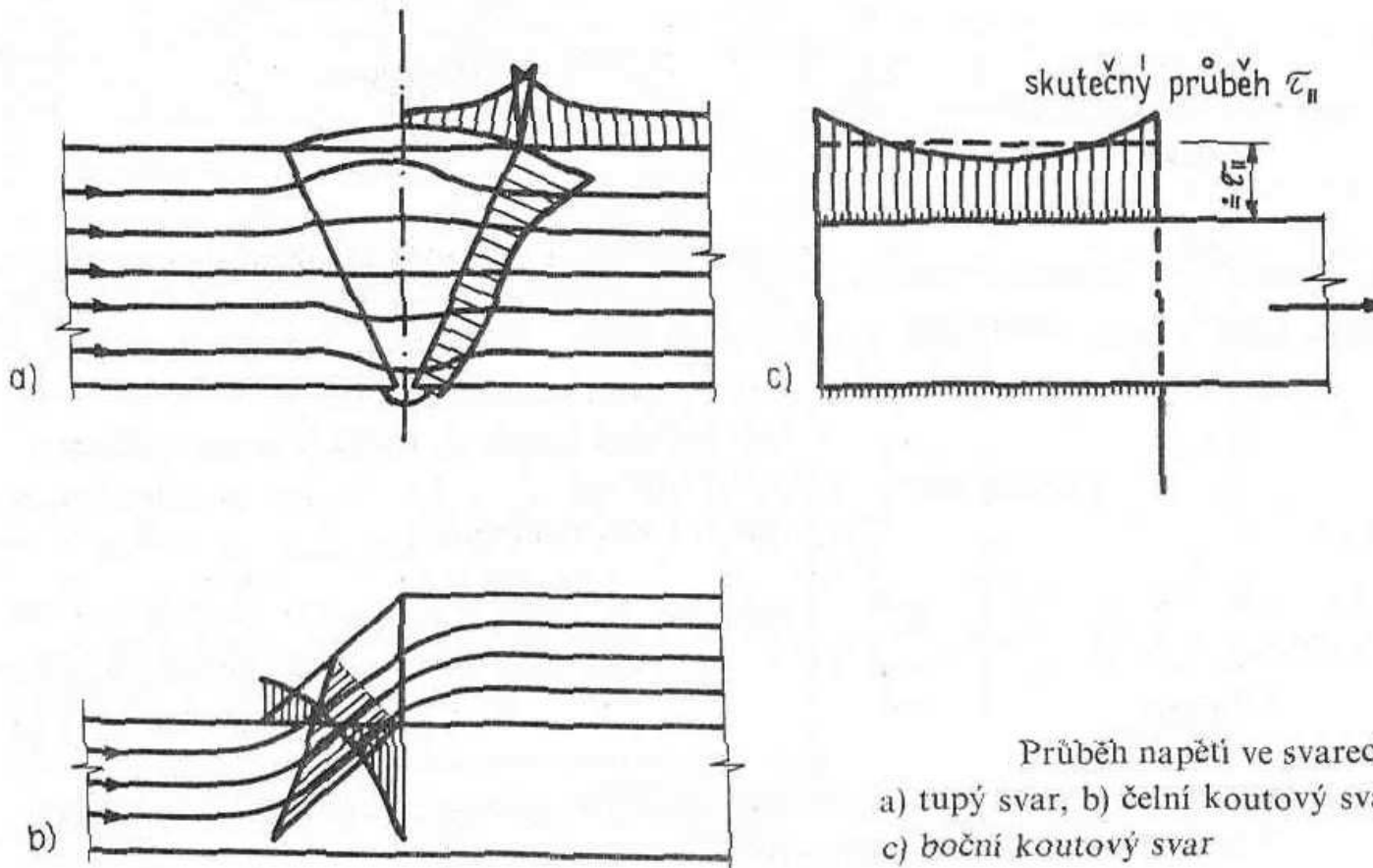


**Tupý svar s částečným provařením**

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

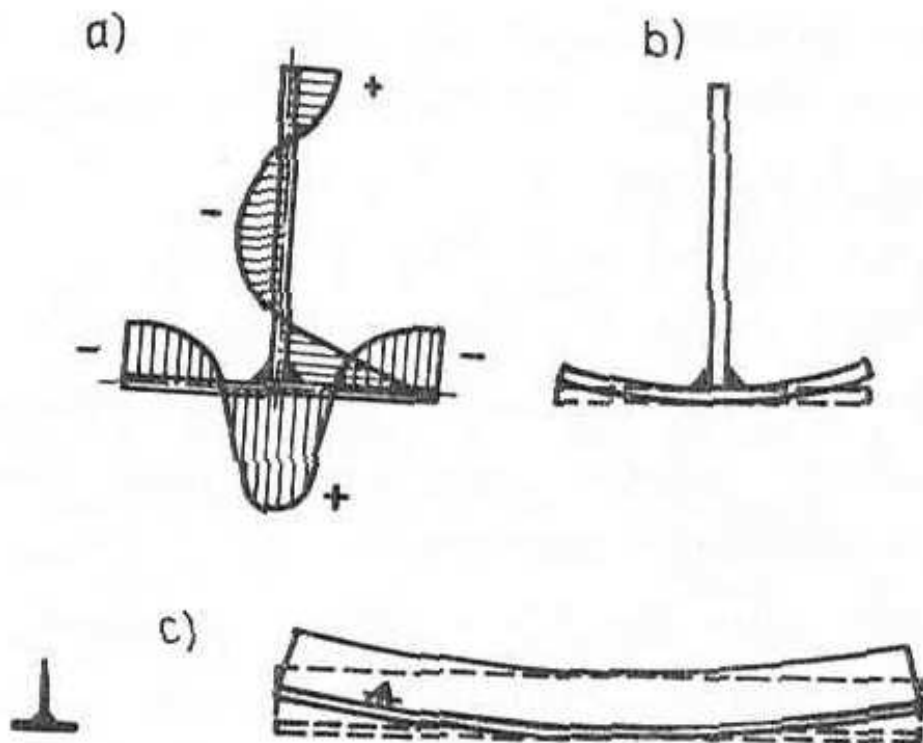
Průběh napětí ve svarech:



# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

Svarová pnutí a deformace



Svarová pnutí

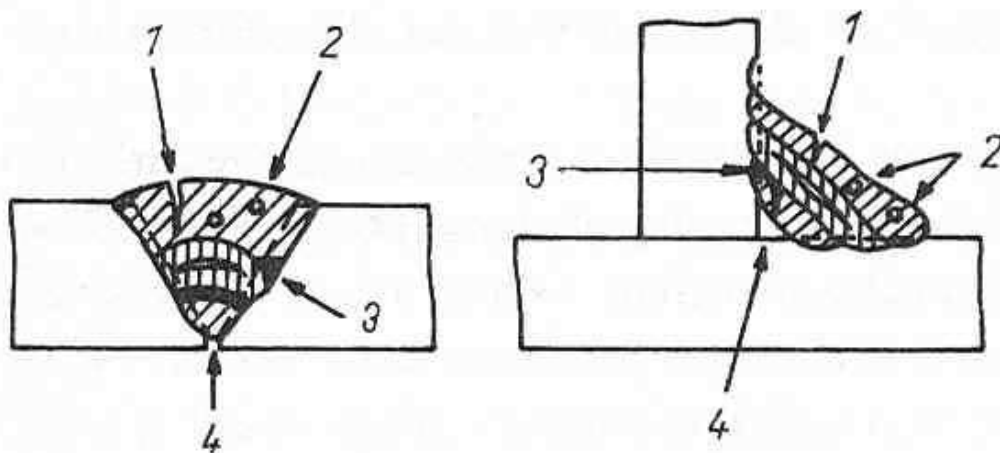
- a) vlastní pnutí po svařování,
- b) deformace v příčném směru,
- c) deformace v podélném směru

# Svarové spoje

## Svařování elektrickým obloukem:

### Vady svarů, kontrola svarů, defektoskopie:

- vizuální hodnocení
- prášková magnetická metoda
- ultrazvuk
- rentgen



Vady svarů

- 1 – trhлина, 2 – póry, 3 – vměstky strusky,  
4 – neprovařený kořen

# Svarové spoje

## Návrh a posouzení svarů dle EC3 (ČSN 73 1401):

Základní materiál: - **tažnost min. 15%**

Doporučené základní materiály pro svařované ocelové konstrukce

Pevnostní třída oceli podle ČSN EN 10025+A1	Jakostní stupeň podle ČSN EN 10025+A1			
	JR	J0	J2	K2
S235	11 373 11 375	11 378	11 378	
S275	11 443	11 448	11 448 11 449	
S355		11 523	11 523 11 503	11 503

# Svarové spoje

## Návrh a posouzení svarů dle EC3 (ČSN 73 1401):

Přídavný materiál:

$$f_{y,we} / f_y = 1,0 \text{ až } 1,3 ;$$

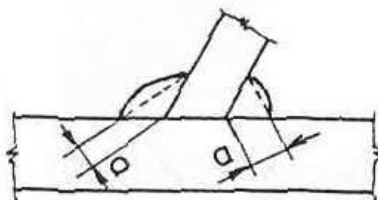
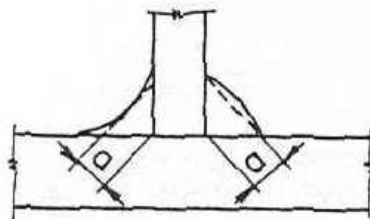
$$f_{U,we} / f_U = 0,9 \text{ až } 1,2 .$$

Účinná délka svaru:

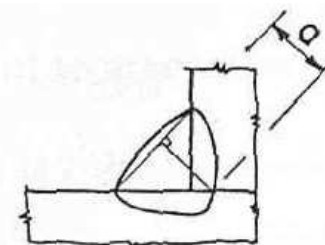
$$l_{w,\bar{u}} > 6 \cdot a_w$$
$$> 40 \text{ mm}$$

Účinná výška svaru  $a$ :

a)



b)



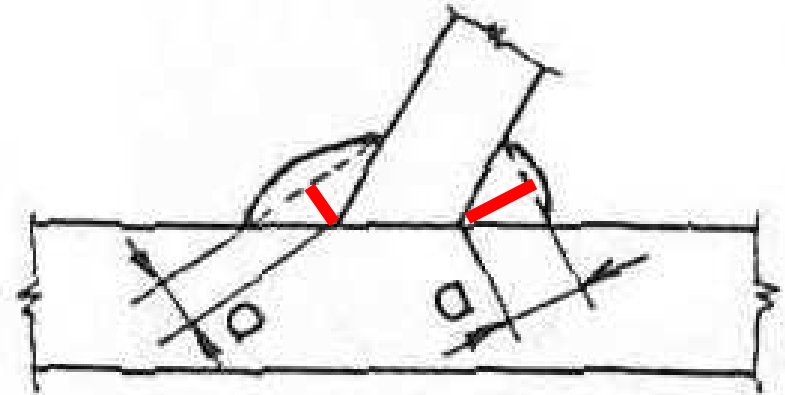
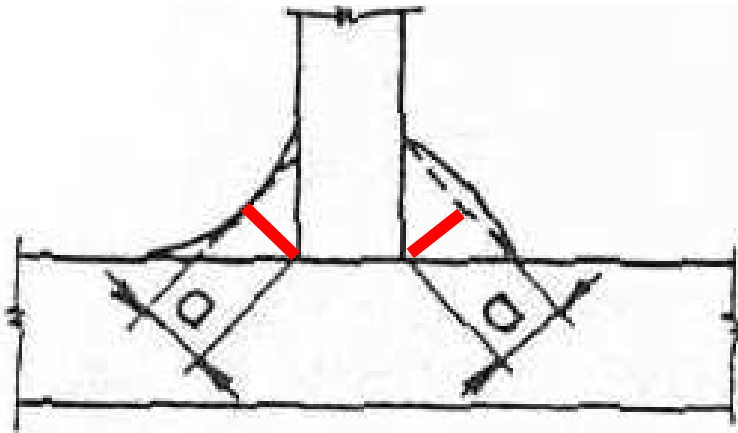
Účinné výšky: a) koutového svaru; b) koutového svaru s hlubokým závarem



# Svarové spoje

## Návrh a posouzení svarů dle EC3 (ČSN 73 1401):

Účinná výška svaru  $a$ :



# Svarové spoje

## Návrh a posouzení svarů dle EC3 (ČSN 73 1401):

Nejmenší doporučené účinné výšky koutových svarů:

Největší tloušťka spojovaných prvků <b>t</b> (mm)	Nejmenší účinná výška jednovrstvého ručního svaru <b>a</b>
do 10	3
11 až 20	4
21 až 30	5
31 a více	6

# Svarové spoje

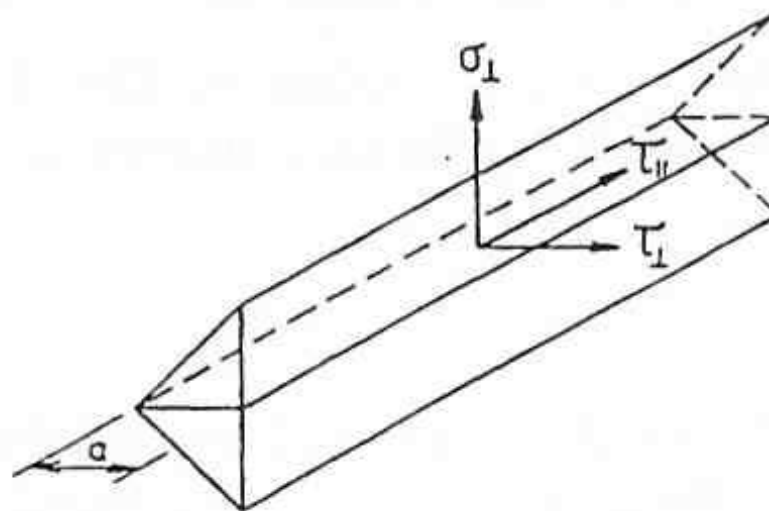
## Posouzení koutových svarů podle srovnávacího napětí:

$$1) \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{Mw}},$$

$$2) \sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{Mw}}.$$

$$(\gamma_{Mw} = 1,50 \text{ ČSN})$$

$$\gamma_{Mw} = 1,25 \text{ EC3}$$



Složky napětí v koutovém svaru

# Svarové spoje

## Návrh a posouzení svarů dle EC3 (ČSN 73 1401):

Součinitel korelace pro koutové svary  $\beta_w$

Pevnostní třída oceli	$\beta_w$
S235	0,8
S275	0,85
S355	0,9

# SVAROVÉ SPOJE OZNAČOVÁNÍ NA VÝKRESECH

ČSN  
EN 22553

Tř. znak: 01 3155

## 5 Umístění značek na výkrese

### 5.1 Všeobecně

Značky svarů, odpovídajících výše uvedeným pravidlům, tvoří pouze část úplného označení (viz obrázek 1), které kromě značky (3) dále obsahuje:

- odkazovou čáru se šipkou (1) (viz obrázek 2 a 3);
- praporek odkazové čáry, tvořený dvěma rovnoběžnými čarami, jedné plné (2a) a jedné čárkované (2b) čáry (výjimky viz poznámka 3);
- potřebný počet rozměrů a dohodnutých údajů.

**POZNÁMKA 3** - Přerušovaná čára může být umístěna nad nebo pod plnou čarou (viz také 5.5 a Příloha B)

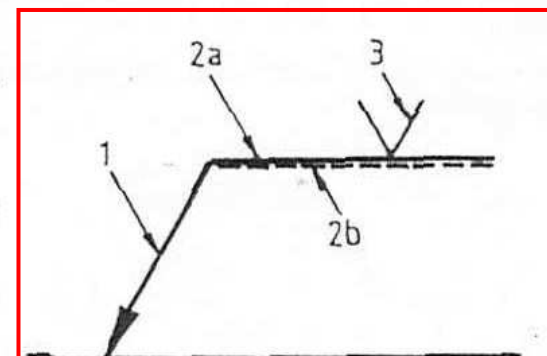
U symetrických svarů může být přerušovaná čára vynechána.

**POZNÁMKA 4** - Tloušťka odkazové čáry, praporek odkazové čáry, značky a dalších údajů musí odpovídat ustanovením norem ISO 128, případně ISO 3098-1.

Cílem následujících pravidel je definovat umístění svaru:

- polohou odkazové čáry;
- polohou praporek odkazové čáry;
- polohou značky svaru.

Odkazová čára a praporek odkazové čáry tvoří označení svaru. Pokud se uvádějí údaje např. o metodě svařování, stupni jakosti, poloze svařování, přídatném a pomocném materiálu, doplňuje se praporek odkazové čáry na svém konci vidlicí (viz kapitola 7).



- 1 - odkazová čára
- 2a - praporek odkazové čáry (plná čára)
- 2b - identifikační čára (čárkovaná čára)
- 3 - značka svaru

Obrázek 1 - Způsob označení

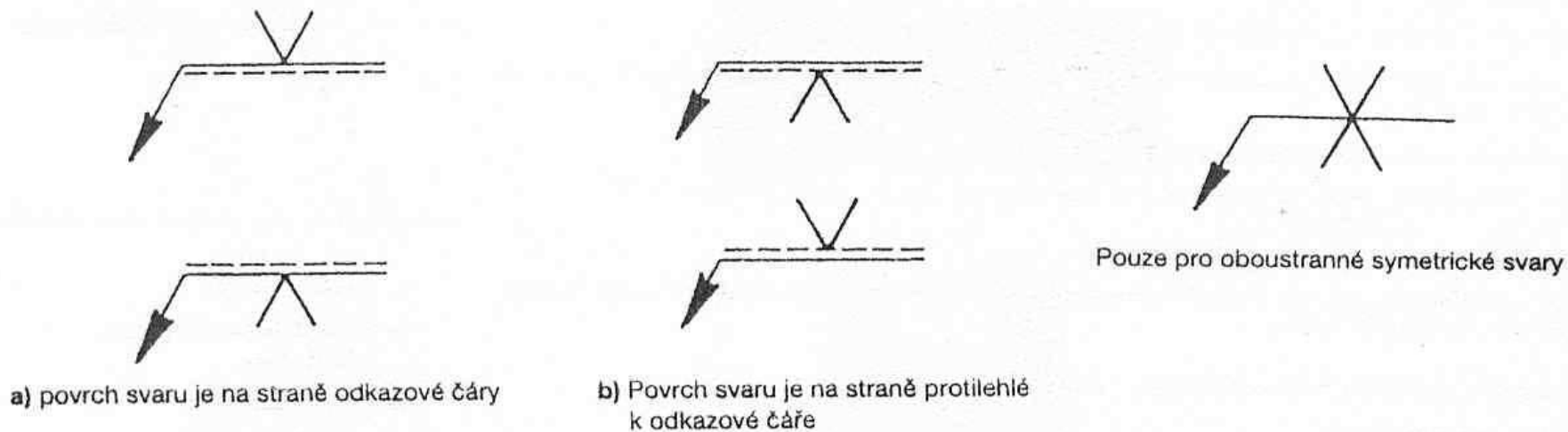
#### 5.4 Poloha praporku odkazové čáry

Praporek odkazové čáry se kreslí rovnoběžně se spodním okrajem výkresu. Pokud to není možné, kreslí se kolmo na spodní okraj výkresu.

#### 5.5 Poloha značky vůči praporku odkazové čáry

Značka se umísťuje nad nebo pod praporek odkazové čáry, podle následujících pravidel:

- je-li povrch svaru na straně odkazové čáry, umísťuje se značka na stranu plné čáry praporku, (viz obrázek 5a);
- je-li povrch svaru na straně protilehlé k odkazové čáře, umísťuje se značka na stranu identifikační čáry (viz obrázek 5 b).



Obrázek 5 - Poloha značky ve vztahu k praporku odkazové čáry

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů:

kategorie šroubových spojů

### Spoje namáhané smykem

- Kategorie A - spoje namáhané na stříh a na otláčení. V této kategorii spojů se používají šrouby všech pevnostních tříd montované bez řízeného utažení. Pro styčné plochy nejsou požadována žádná speciální opatření. Spoje se posuzují na stříh a na otláčení.
- Kategorie B - třecí spoje odolné proti prokluzu v mezním stavu použitelnosti. V této kategorii spojů se používají vysokopevnostní šrouby tříd 8.8 a 10.9 s řízeným a kontrolovaným utažením šroubů. V mezním stavu použitelnosti se posuzuje prokluz spoje, v mezním stavu únosnosti se spoj posuzuje na stříh a na otláčení.
- Kategorie C - třecí spoje odolné proti prokluzu v mezním stavu únosnosti. V této kategorii spojů se používají vysokopevnostní šrouby tříd 8.8 a 10.9 s řízeným a kontrolovaným utažením šroubů. V mezním stavu únosnosti se posuzuje prokluz a otláčení spoje. Současně se musí posoudit únosnost oslabených spojovaných průřezů v tahu podle vztahu (6.8).



# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů:

kategorie šroubových spojů

### Spoje namáhané tahem

- Kategorie D - nepředepnuté spoje. Jedná se o spoje se šrouby všech pevnostních tříd bez řízeného a kontrolovaného utažení. Nemají se používat pro spoje vystavené proměnlivému tahovému zatížení, kromě zatížení větrem. Spoj se posuzuje na tah a případně i na kombinaci tahu a stříhu podle 7.3.4.3.
- Kategorie E - spoje s předepnutými vysokopevnostními šrouby. V této kategorii spojů se používají vysokopevnostní šrouby tříd 8.8 a 10.9 s řízeným a kontrolovaným utažením šroubů. Jsou vhodné pro detaily namáhané na únavu. Spoj se posuzuje na tah a případně, je-li namáhán též smykem, jako kategorie B nebo C, kde se únosnost proti prokluzu stanoví podle 7.3.9.4.



# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů:

kategorie šroubových spojů

A	smyk	Střih +otl. (všechny tř. ŠR, bez řízeného utahování)
B		VP
C		VP
D	tah	Tah a komb. tah + střih
E		VP

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

materiály:

Přehled spojovacích prostředků pro šroubové spoje

Spojovací prostředky	Popis	Pevnostní třída	Norma
Šrouby	hrubé se šestihrannou hlavou	4.6 5.6	ČSN EN 24016
	přesné se šestihrannou hlavou	5.6 8.8 10.9	ČSN EN 24014
	přesné s větší hlavou	8.8 10.9	ISO 7412
Maticе	hrubé	4 5	ČSN EN 24034
	přesné	5 8 10	ČSN EN 24032
	přesné zesílené	10	ISO 7414
Podložky	hrubé	-	ČSN 02 1702
	pro třecí spoje		ČSN 02 1706 ISO 7416
	šikmé pro tyče I a U		ČSN 02 1739

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

materiály:

Doporučené přiřazení pevnostní třídy šroubů podle meze kluzu  $f_y$   
základního materiálu

Mez kluzu základního materiálu MPa	Kategorie šroubového spoje podle 7.3.3	
	A, D	B, C, E
	Pevnostní třída šroubu	
do 300	4.6	8.8, 10.9
300 až 450	5.6	
nad 450	-	

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

materiály:

Jmenovité hodnoty meze kluzu  $f_{yb}$  a pevnosti v tahu  $f_{ub}$  materiálu šroubů

Pevnostní třída šroubu	$f_{yb}$ MPa	$f_{ub}$ MPa
4.6	240	400
5.6	300	500
8.8	640	800
10.9	900	1000

<b>4.8</b>	<b>320</b>	<b>400</b>
<b>5.8</b>	<b>400</b>	<b>500</b>
<b>6.8</b>	<b>480</b>	<b>600</b>

**EC**

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

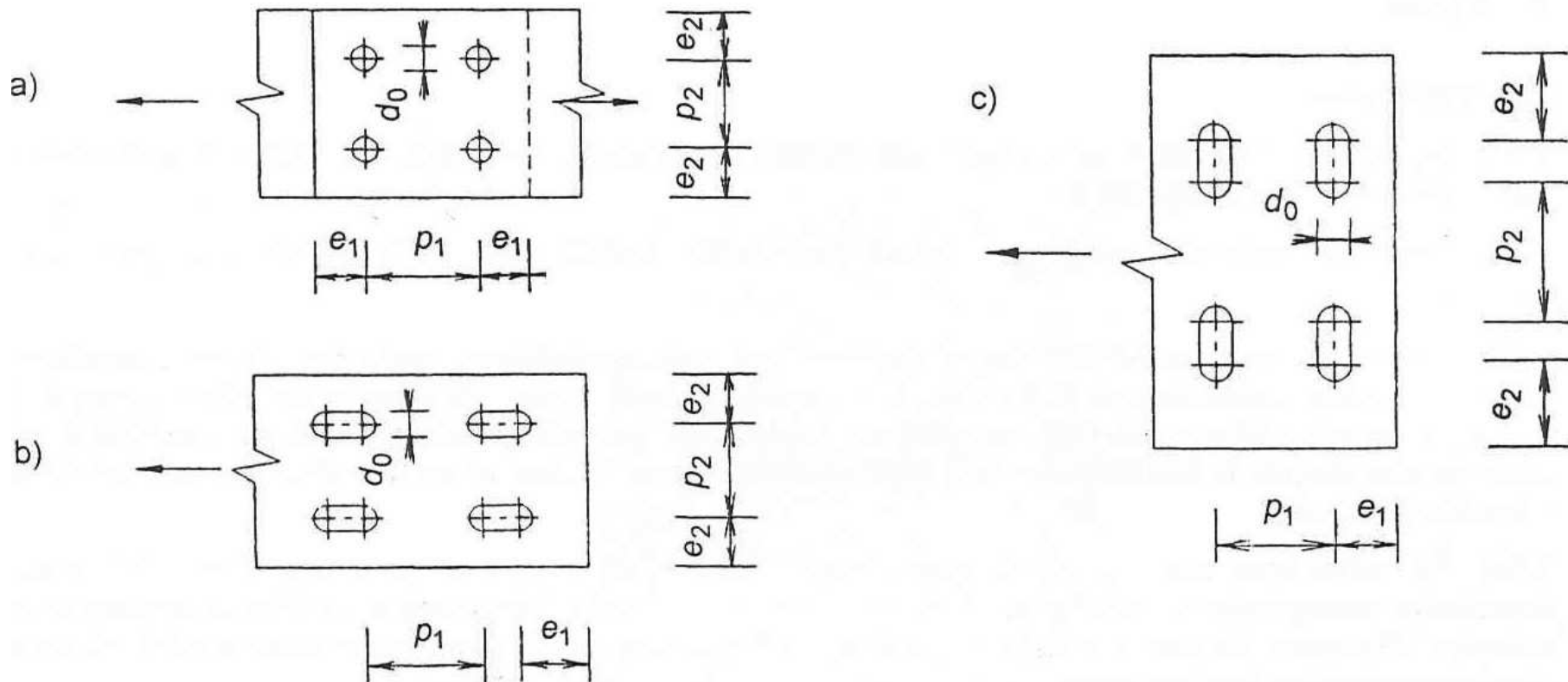
Jmenovité vůle ve standardních dírách nesmí být větší:

- 1 mm pro šrouby M 12 a M 14;
- 2 mm pro šrouby M 16 až M 24;
- 3 mm pro šrouby M 27 a větší.

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

Rozteče děr:



**Označení roztečí a vzdáleností děr od konců a okrajů**

- a) kruhové díry; b) prodloužené díry s osou rovnoběžnou se směrem síly;  
c) prodloužené díry s osou kolmou na směr síly

# Šroubové spoje

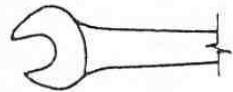
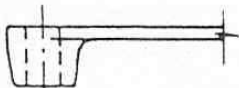
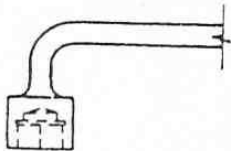
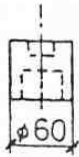
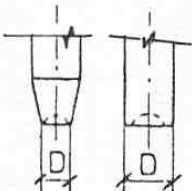
## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

Rozteče a vzdálenosti děr od konců a okrajů

Vzdálenosti od konců a okrajů		Rozteče	
Minimální	Ve směru síly: $e_1 = 1,2 d_0$ Kolmo ke směru síly: $e_2 = 1,2 d_0$ <sup>1)</sup>	Minimální	Ve směru síly: $p_1 = 2,2 d_0$ Kolmo ke směru síly: $p_2 = 2,4 d_0$ <sup>1)</sup>
Doporučené	Ve směru síly: $e_1 = 2,0 d_0$ Kolmo ke směru síly: $e_2 = 1,5 d_0$	Doporučené	Ve směru síly: $p_1 = 3,5 d_0$ Kolmo ke směru síly: $p_2 = 3,0 d_0$
Maximální	Ve směru i kolmo ke směru síly: - v bezkorozním prostředí menší z hodnot: $e_1 = e_2 = 12 t$ nebo 150 mm - v korozním prostředí nejvýše: $e_1 = e_2 = 4 t + 40$ mm	Maximální	Tlačené prvky a tažené prvky, vnější řady: nejmenší z hodnot $p_1 = p_2 = 6 d_0$ nebo 14 t nebo 200 mm Tažené prvky, vnitřní řady: nejmenší z hodnot $p_1 = p_2 = 10 d_0$ nebo 28 t nebo 400 mm

# NEJMENŠÍ ROZTEČE S OHLEDEM NA SPOJOVACÍ NÁŘADÍ

Tabulka 4.5

Druh nářadí pro spojování	Nejmenší rozteče pro jmenovitý průměr šroubu nebo nýtu $d$ (mm)								
	Obecně	10	12	16	20	24	27	30	
Otevřený klíč ČSN 23 0610 ČSN 23 0611 ČSN 23 0625 ČSN 23 0626		$\approx 3,0 d_0$	34	38	48	60	72	82	92
Zavřený klíč ČSN 23 0630		$\approx 2,2 d_0$	27	29	36	46	53	60	67
Zavřený klíč ČSN 23 0670		$\approx 2,0 d_0$	-	27	33	42	49	54	61
Momentový klíč (hlavice)		$\approx 2,5 d_0$	-	-	45	50	55	-	-
Hlavičkář		$\approx 2,5 d_0$	-	-	45	50	55	-	-

POZNÁMKA - Při konstrukčním řešení je třeba vzít v úvahu přístupnost a manipulaci s nářadím (mechanické utahovky, nýtvací kladiva, momentové klíče a podobně).



# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

### Návrhové únosnosti:

$$\gamma_{Mb} = 1,45 \text{ ČSN}$$

$$\gamma_{Mb} = 1,25 \text{ EC3}$$

### 1) Protlačení hlavy ŠR nebo matice

$$B_{p,Rd} = 0,6\pi d_m t_p f_u / \gamma_{Mb} ,$$

kde  $t_p$  je menší z tloušťek desek pod hlavou šroubu nebo maticí;

$d_m$  menší ze středních průměrů kružnice opsané a vepsané do šestihranu hlavy šroubu nebo matice.

## Návrhové únosnosti šroubových spojů

2)

Únosnost ve stříhu pro jednu stříhovou rovinu šroubu:

- když rovina stříhu prochází závitem šroubu:

a) pro pevnostní třídy 4.6, 5.6 a 8.8:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}}; \quad (7.2)$$

b) pro pevnostní třídu 10.9: **4.8, 5.8, 6.8 - EC**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}}; \quad (7.3)$$

- když rovina stříhu prochází přes plný dřík šroubu:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub}A}{\gamma_{Mb}}. \quad (7.4)$$

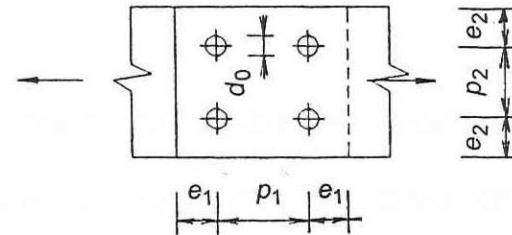
3)

Únosnost v otláčení spojovaného prvku nebo šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5\alpha f_u dt}{\gamma_{Mb}}, \quad (7.5)$$

kde  $\alpha$  je nejmenší hodnota z výrazů:

$$\frac{e_1}{3d_0}; \quad \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1,0.$$



4)

Únosnost v tahu jednoho šroubu:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}}. \quad (7.6)$$

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

### Návrhové únosnosti:

$$\gamma_{Mb} = 1,45 \text{ ČSN}$$

$$\gamma_{Mb} = 1,25 \text{ EC3}$$

## 5) Kombinace Tah + smyk

Šrouby bez řízeného a kontrolovaného utažení, namáhané současně smykovou silou  $F_{v,Sd}$  a tahovou silou  $F_{t,Sd}$ , musí kromě podmínek  $F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$ ,  $F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$  a  $F_{t,Sd} \leq B_{p,Rd}$  rovněž splňovat podmínku:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0.$$

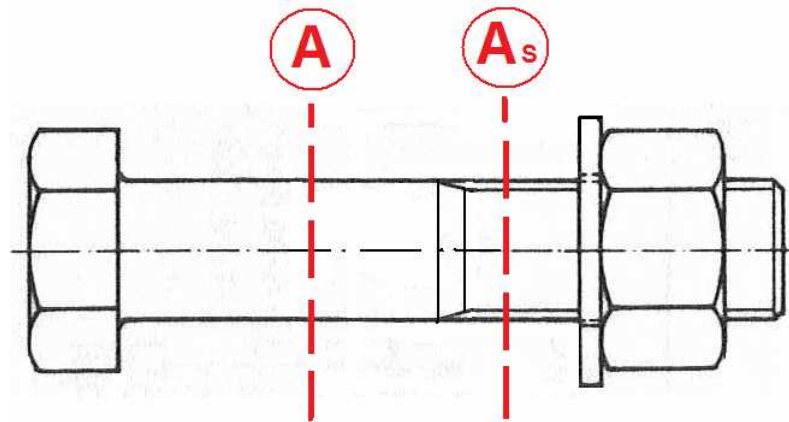
(7.7)

# Šroubové spoje

## Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

Tabulka 7.4 - Plocha jádra šroubu

Průměr šroubu $d$ [mm]	6	8	10	12	16	20	22	24	27	30	36
Plocha jádra šroubu $A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	20,1	36,6	58,0	84,3	157	245	303	353	459	561	817



# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

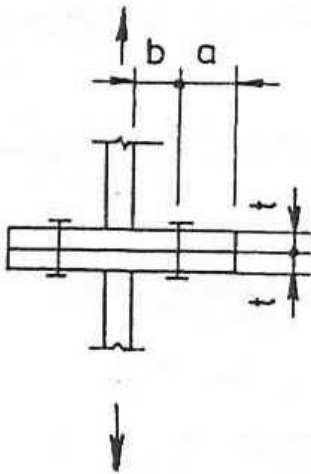
## Páčení spojovacích prvků

S vlivem páčení se nepočítá, pokud tloušťka  $t$  připojované příruby vyhovuje podmínce:

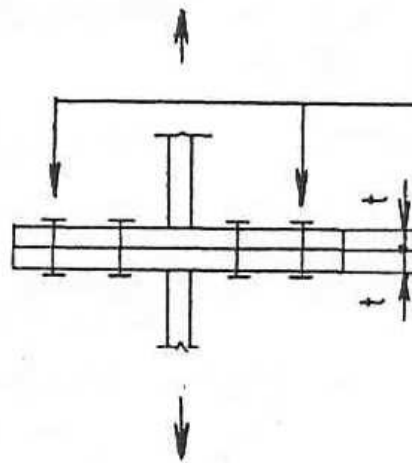
$$t \geq t_e = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}}$$

kde  $d$  je jmenovitý průměr díku šroubu;  
 $a, b$  rozměry podle obrázku 7.2a) v mm.

a)



b)



neuvazuje se pro přenos  
tahových sil

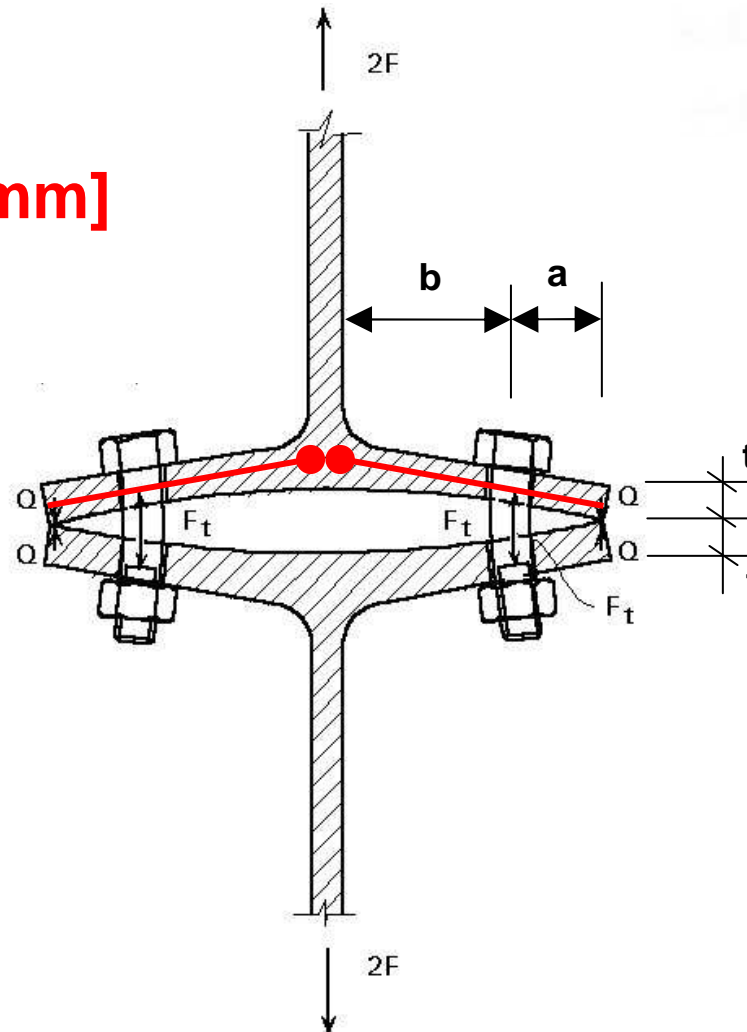
# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401:

## Páčení spojovacích prvků

Pokud podmínka ( $t_e$ ) není splněna, zvyšuje se působící návrhová tahová síla ve šroubu součinitelem:

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2}$$

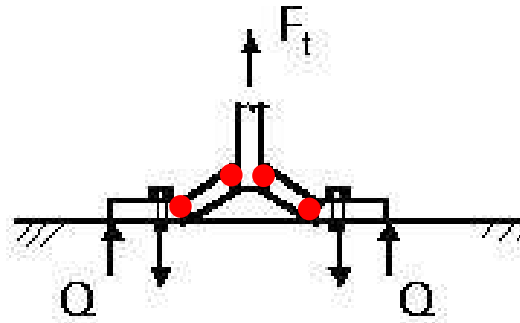
[mm]



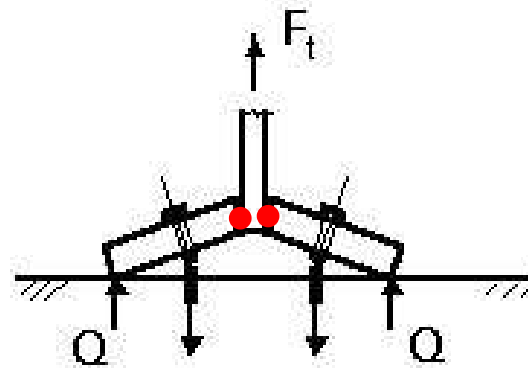
# Návrh a posouzení šroubových spojů dle EC3:

Mechanismy porušení  
pásnice / čelní desky

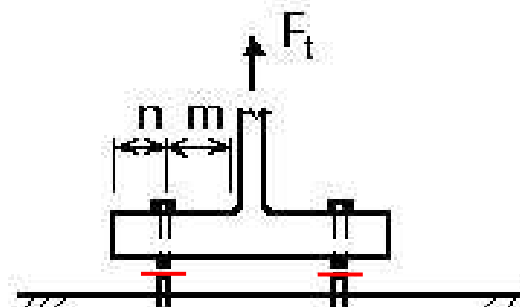
$$M_p \ell = \frac{\ell_{\text{eff}} t^2 f_y}{4\gamma_{MO}}$$



$$F_t = \frac{4M_p \ell}{m}$$



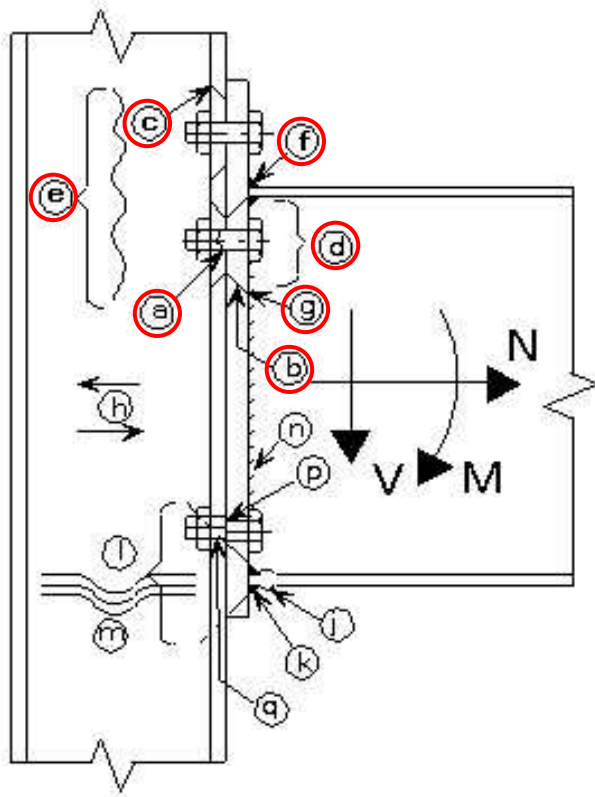
$$F_t = \frac{2M_p \ell + n \sum B_{t,Rd}}{m + n}$$



$$F_t = \sum B_{t,Rd}$$

# Návrh a posouzení šroubových spojů:

Mechanismy porušení  
pásnice / čelní desky

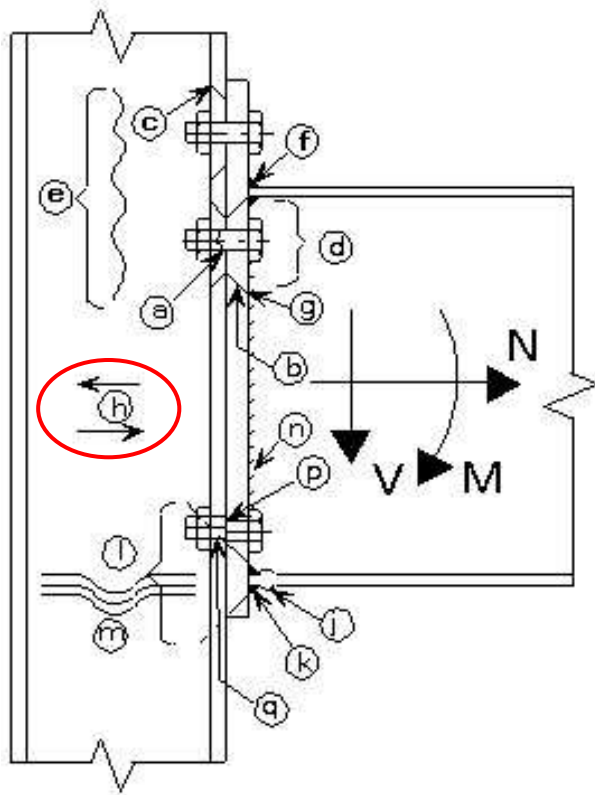


Zone	Ref
<b>tah</b>	a b c d e f g
<b>horizont. smyk</b>	h
<b>tlak</b>	j k l m
<b>vertikal. smyk</b>	n p q



# Návrh a posouzení šroubových spojů:

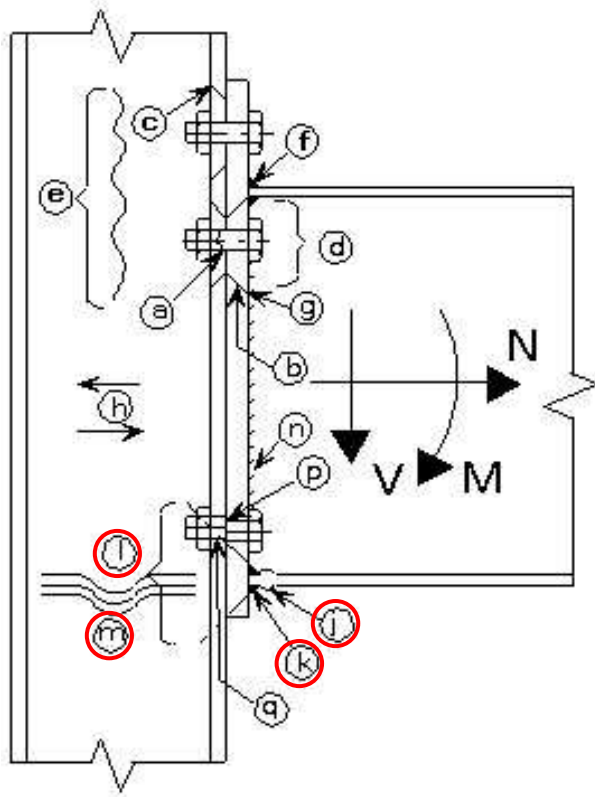
Mechanismy porušení  
pásnice / čelní desky



Zone	Ref
<b>tah</b>	a b c d e f g
<b>horizont. smyk</b>	h
<b>tlak</b>	j k l m
<b>vertikal. smyk</b>	n p q

# Návrh a posouzení šroubových spojů:

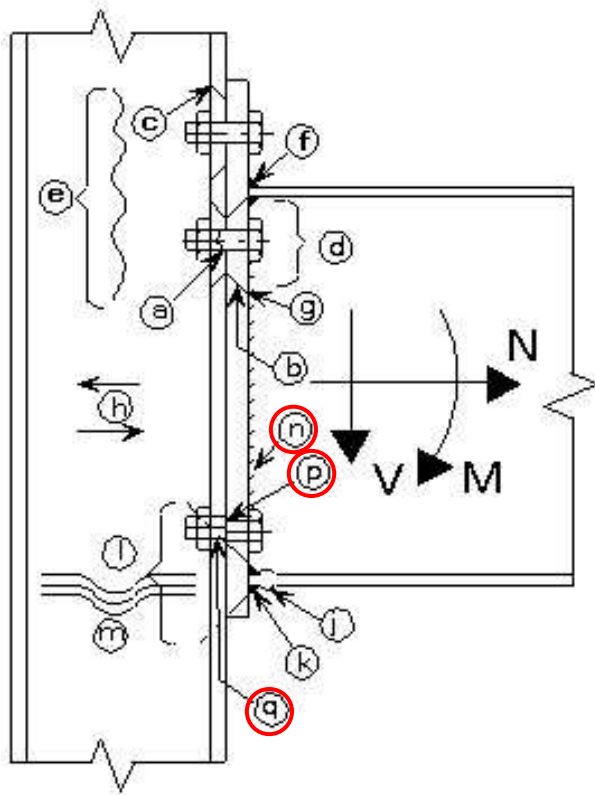
Mechanismy porušení  
pásnice / čelní desky



Zone	Ref
<b>tah</b>	a b c d e f g
<b>horizont. smyk</b>	h
<b>tlak</b>	j k l m
<b>vertikal. smyk</b>	n p q

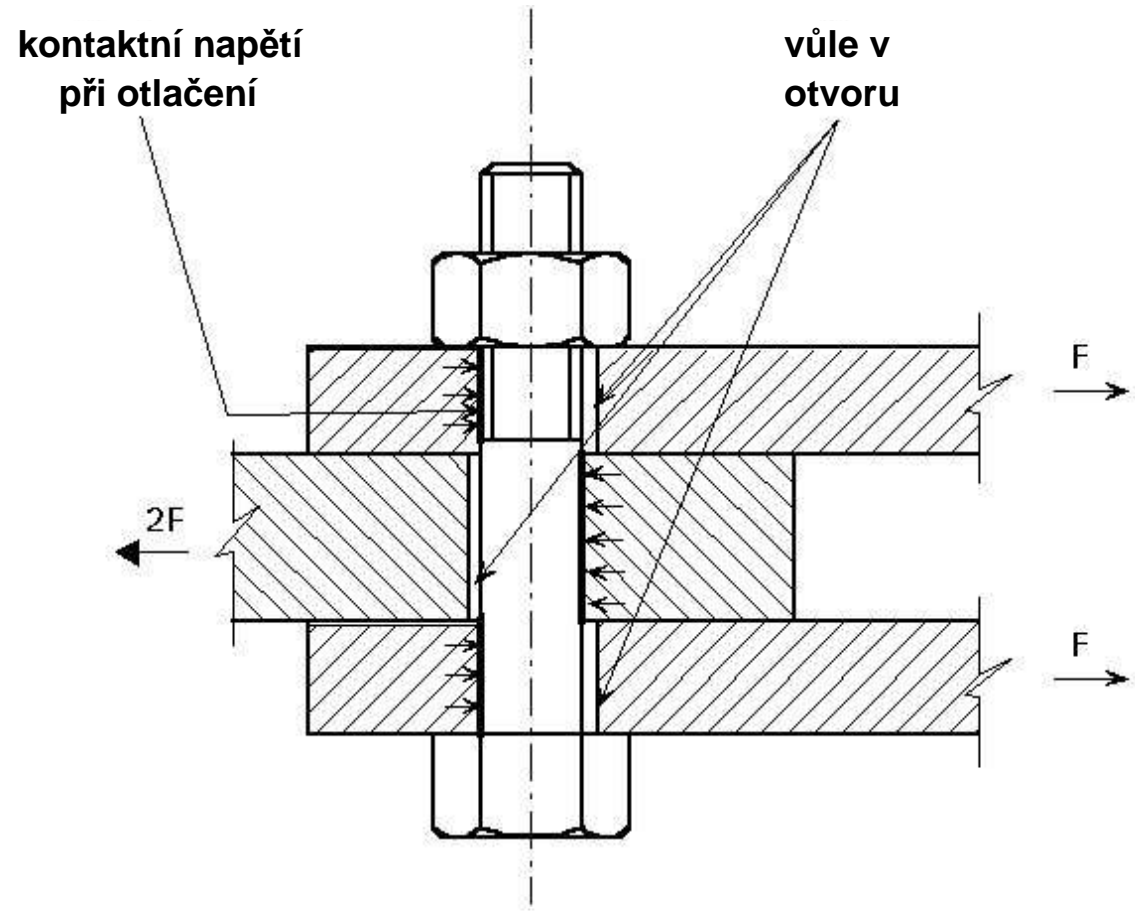
# Návrh a posouzení šroubových spojů:

Mechanismy porušení  
pásnice / čelní desky

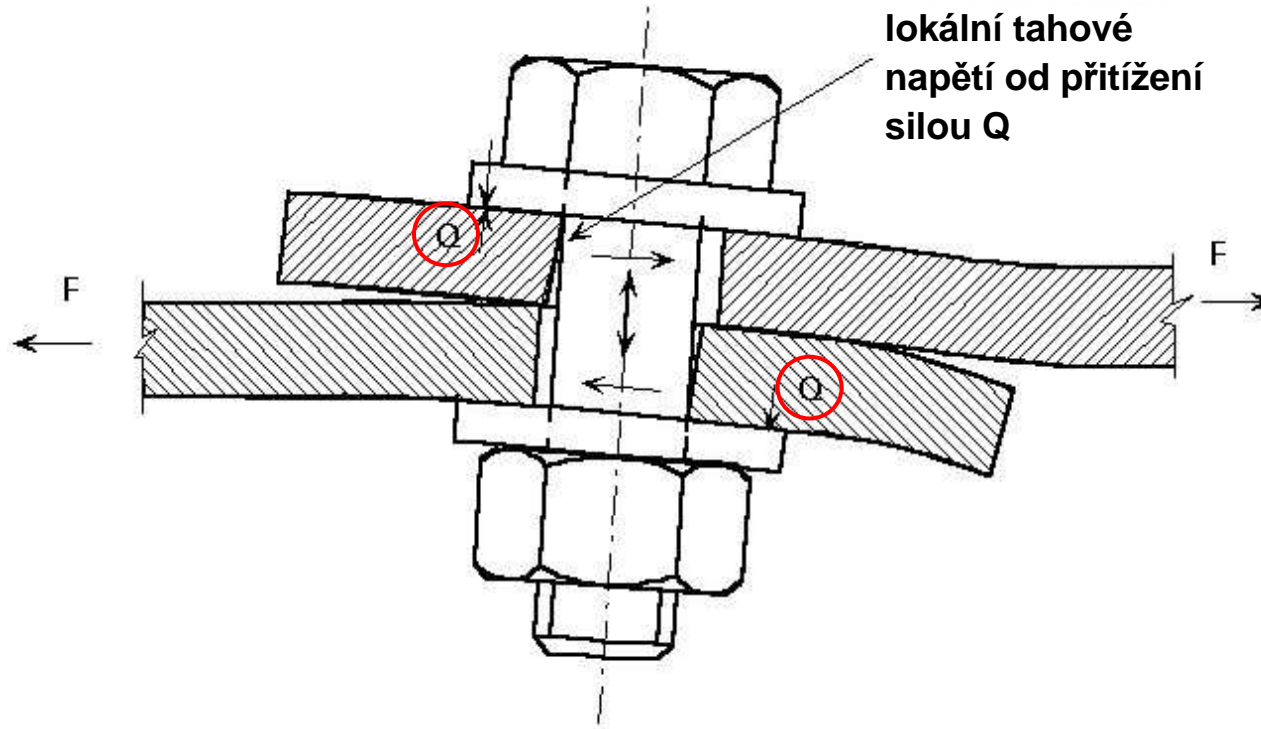


Zone	Ref
<b>tah</b>	a b c d e f g
<b>horizont. smyk</b>	h
<b>tlak</b>	j k l m
<b>vertikal. smyk</b>	n p q

# Mechanismy porušení - otláčení

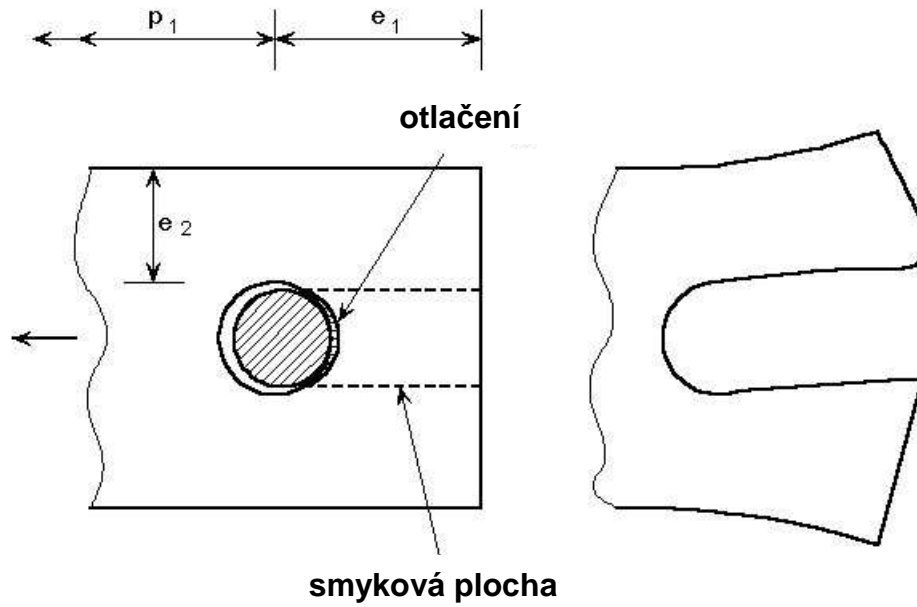


# Mechanismy porušení

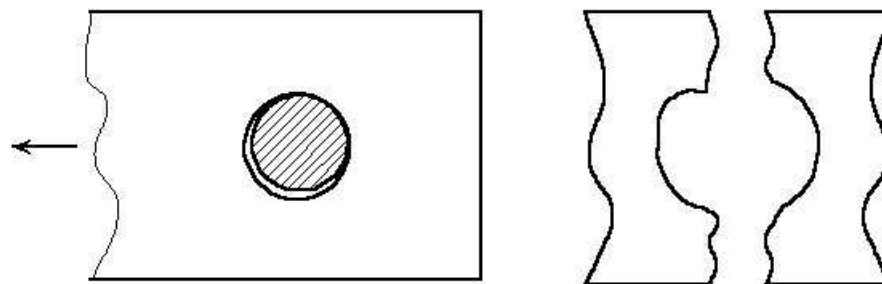


**Deformace přeplátovaného spoje s jedním šroubem (smykové a tahové namáhání šroubu)**

# Mechanismy porušení

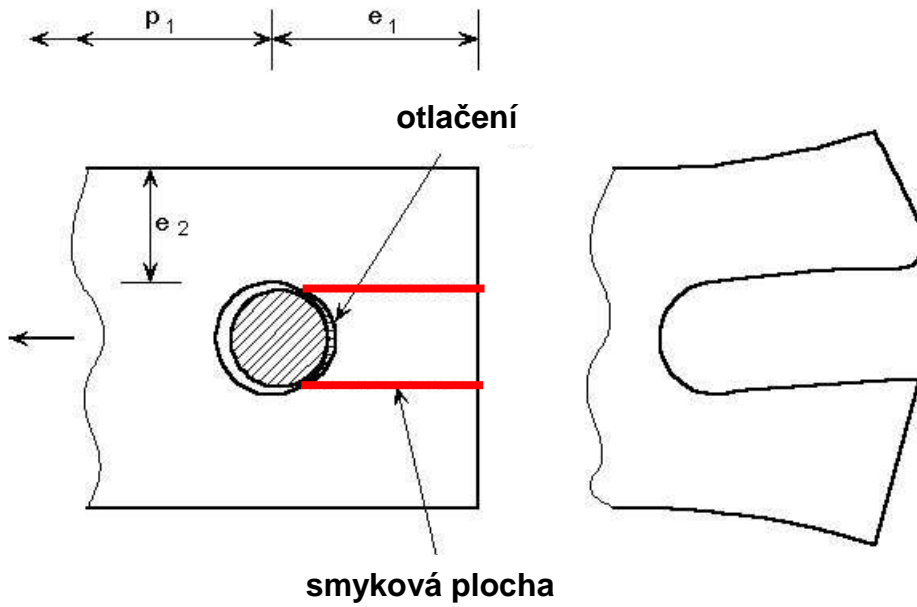


a) Smykové vytržení

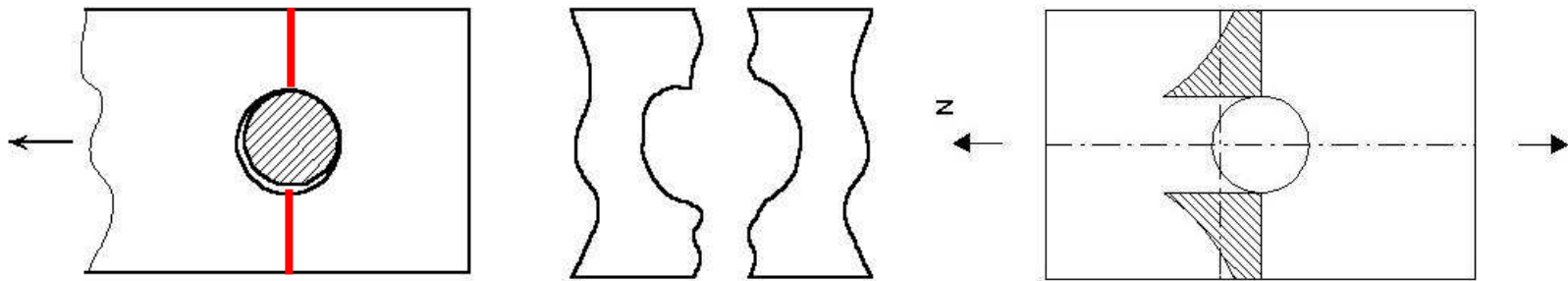


b) Tahové porušení net-průřezu

# Mechanismy porušení

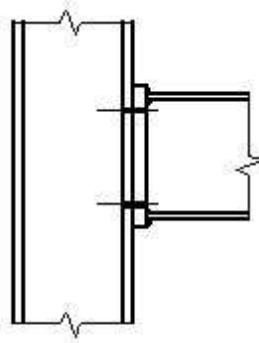


a) Smykové vytržení

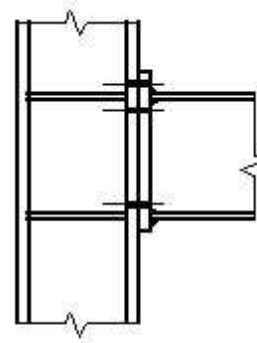


b) Tahové porušení net-průřezu

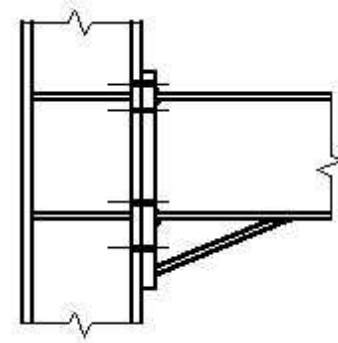
# Spoje přenášejí ohybový moment



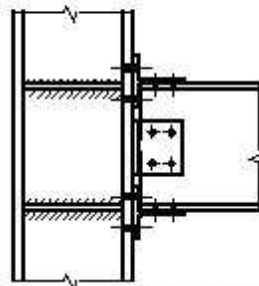
(a) Flush end plate



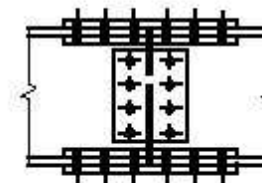
(b) Extended end plate



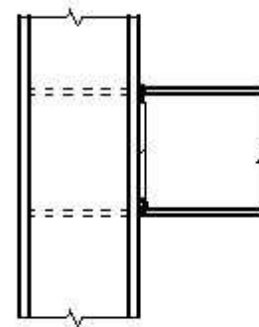
(c) Haunched



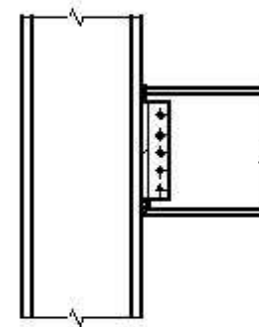
(d) T-sections with preloaded bolts to flanges



(e) Cover plate splice



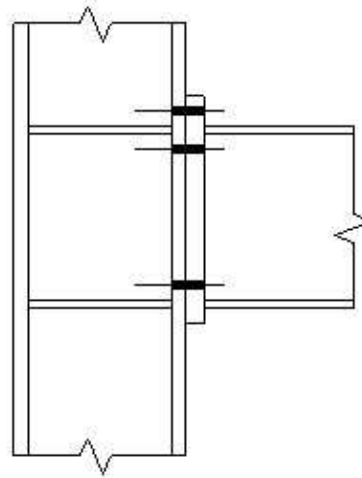
(f) All welded



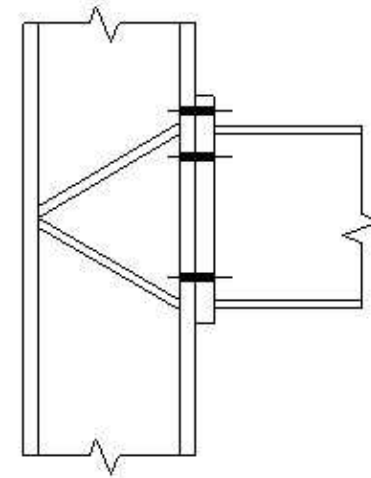
(g) Hybrid (welded flange/bolted web) site connection



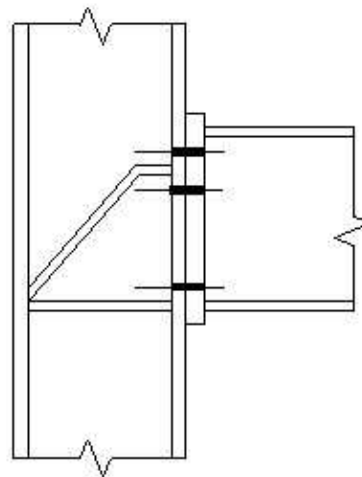
# Vyztužení stojiny sloupu



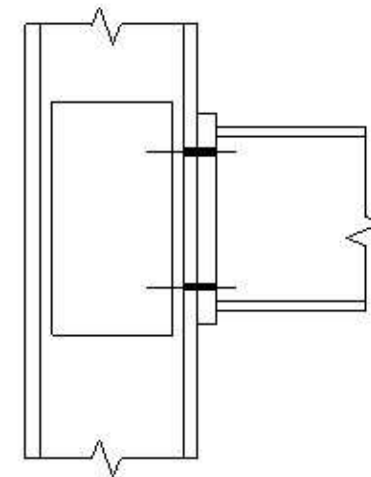
(a) Conventional horizontal stiffeners



(b) 'K' pattern

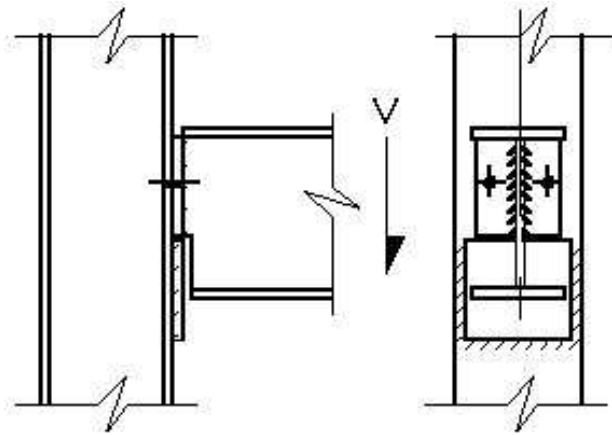


(c) 'Morris' stiffener  
(with compression stiffener)

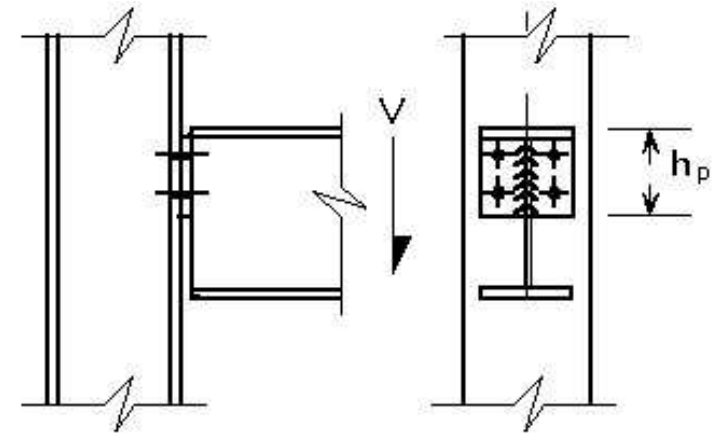


(d) Supplementary web plates

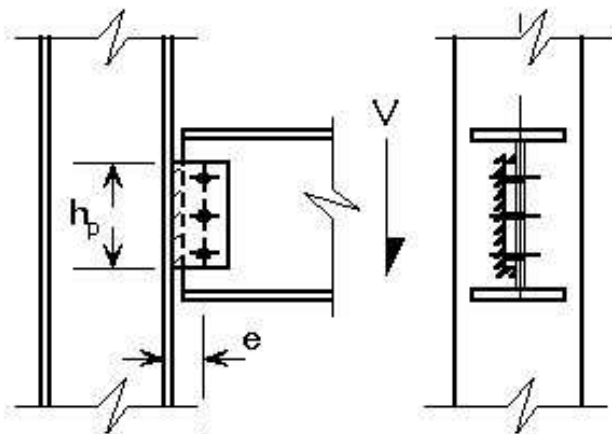
# Spoje přenášejí smyk



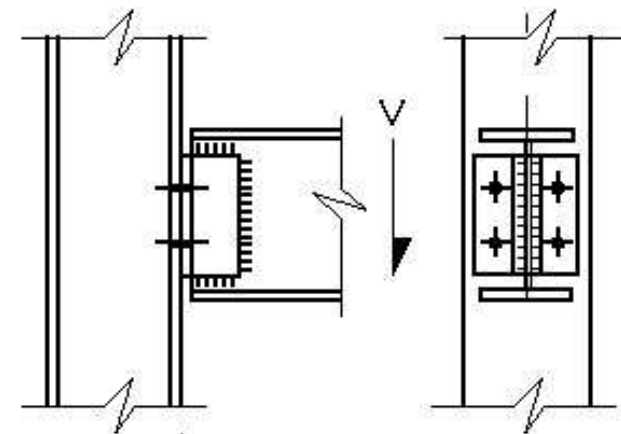
(a) Bearing plate



(b) Flush end plate



(c) Web plate

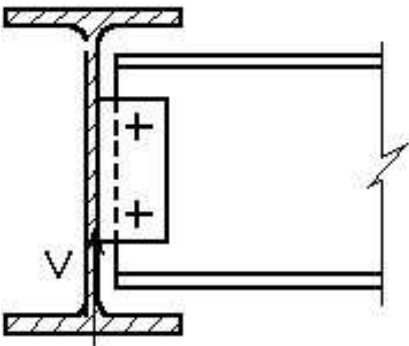


(d) Angle cleat

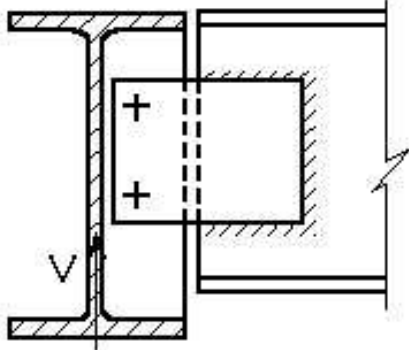
Schematic location of hinge



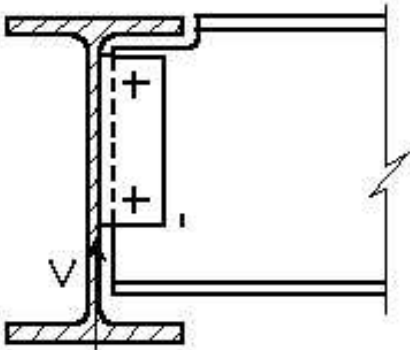
# Připojení nosníku na nosník



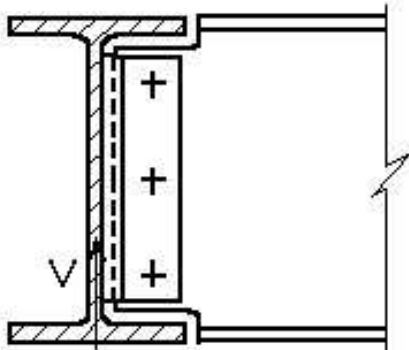
(a)



(b)

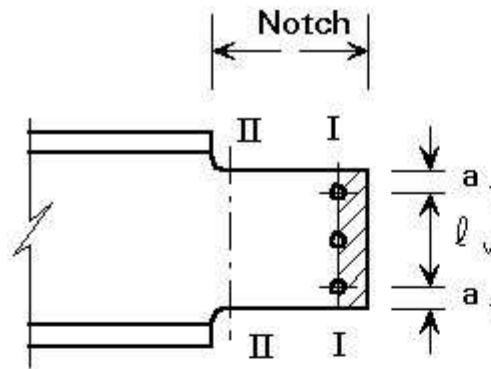


(c)

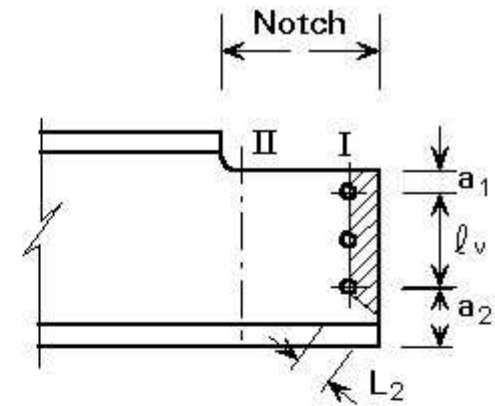


(d)

# Kritické oblasti připojovaných nosníků



(a)



(b)

For I- I:

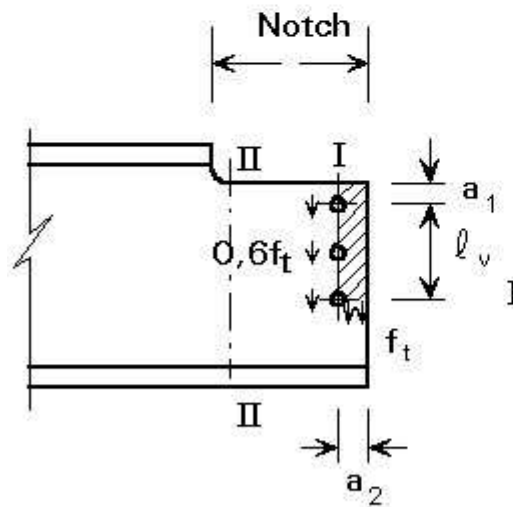
$$A_{\text{net}} = t(L_v + l_1 + l_2 - n d)$$

$n$  = number of bolt holes

(according to Eurocode 3)

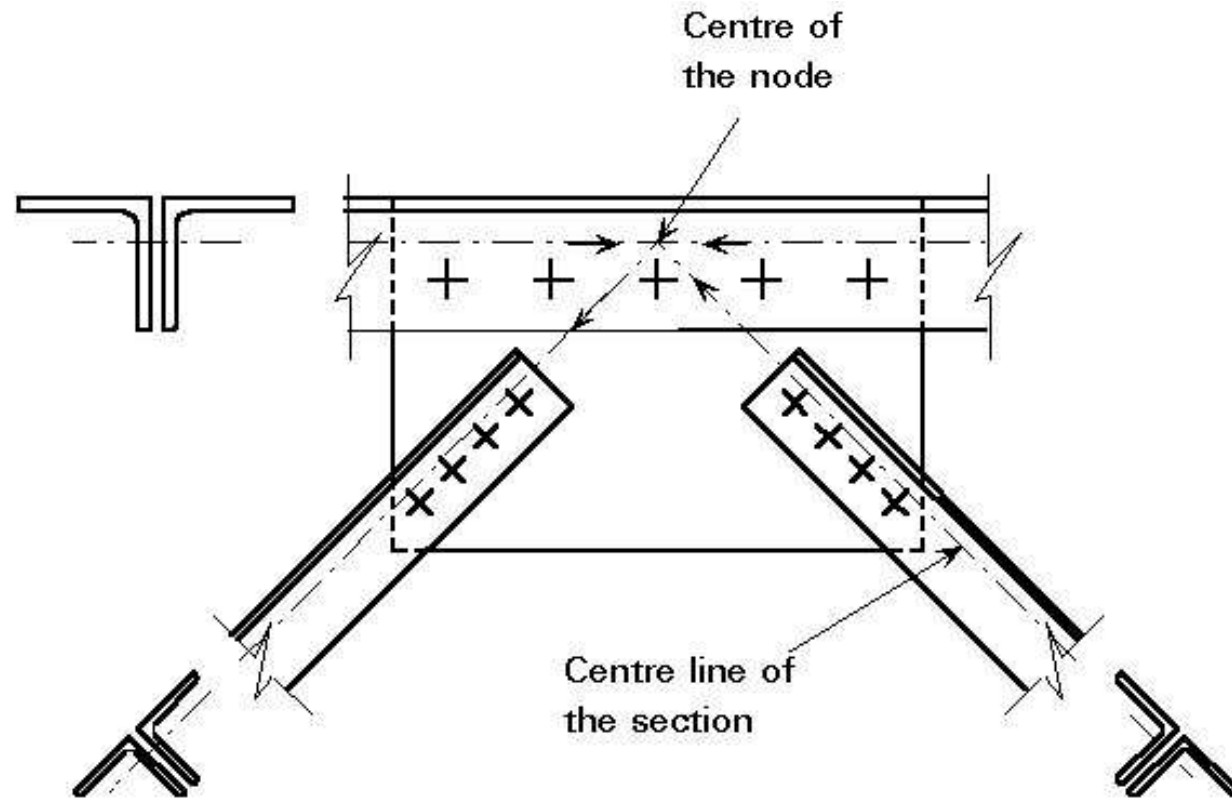
$$l_1 = 5d \text{ but } l_1 \leq a_1$$

$$l_2 = 5d \text{ but } l_2 \leq a_2$$

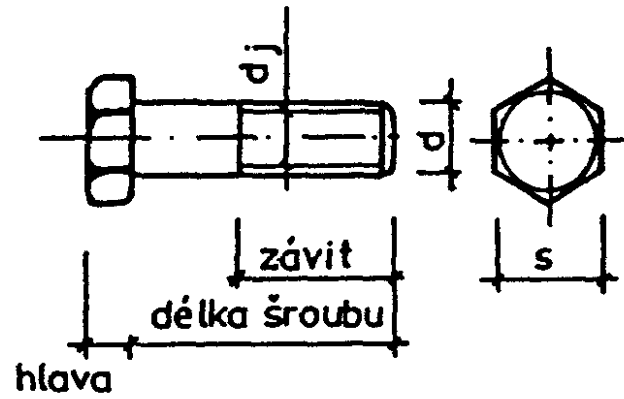


(c)

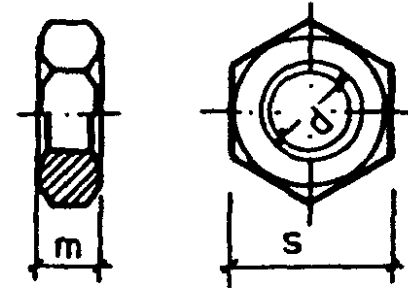
# Šroubový přípoj pomocí styčnickového plechu u příhradové konstrukce z úhelníků



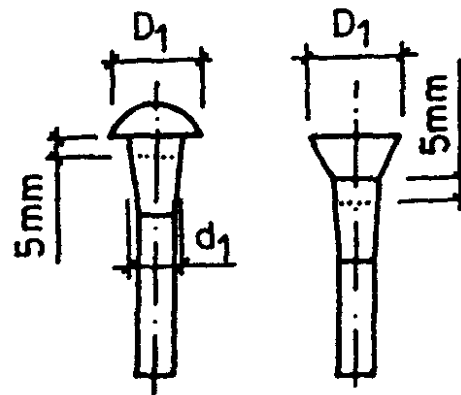
# Spojovací materiál



**Šroub**



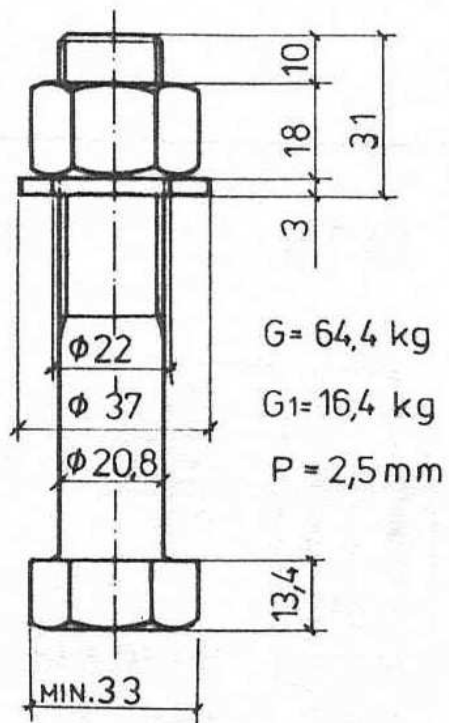
**Matice**



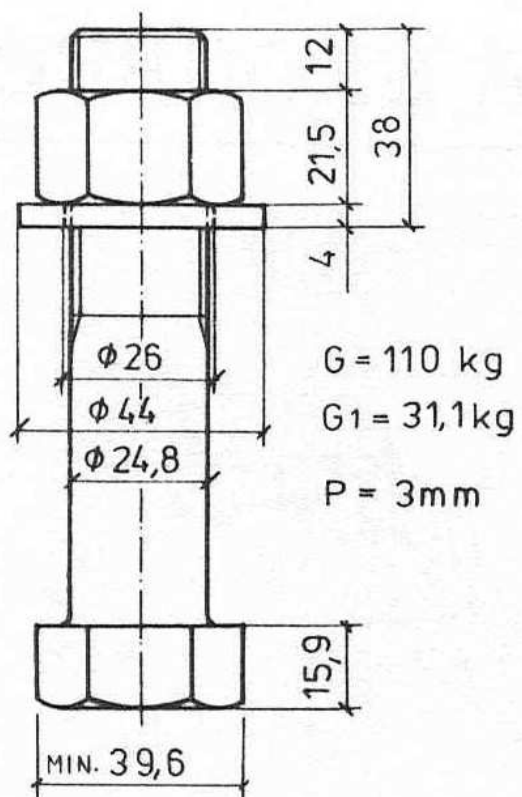
**Nýty**

# Spojovací materiál

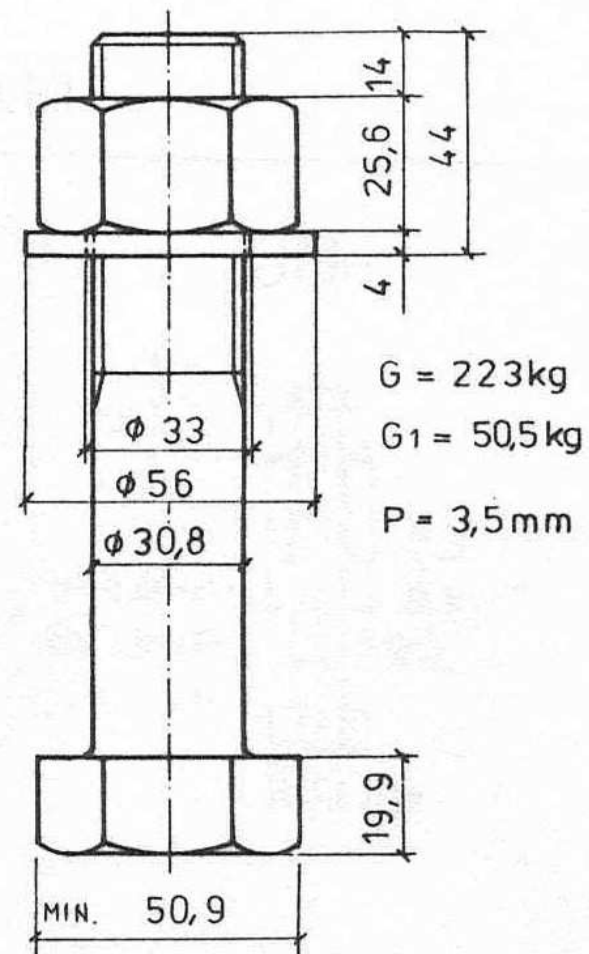
M 20



M 24

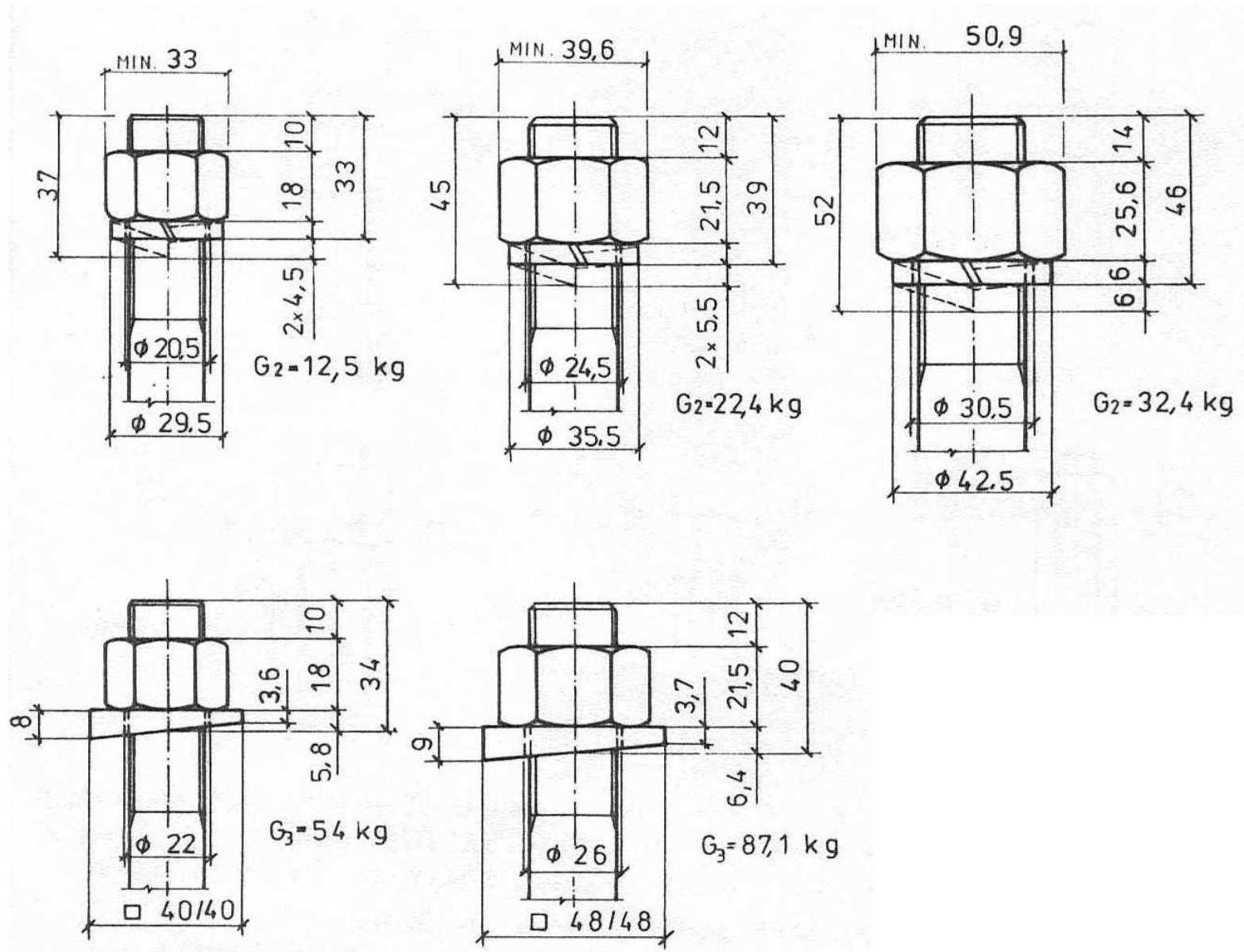


M 30



P - stoupání závitu

# Spojovací materiál





# Spojovací materiál

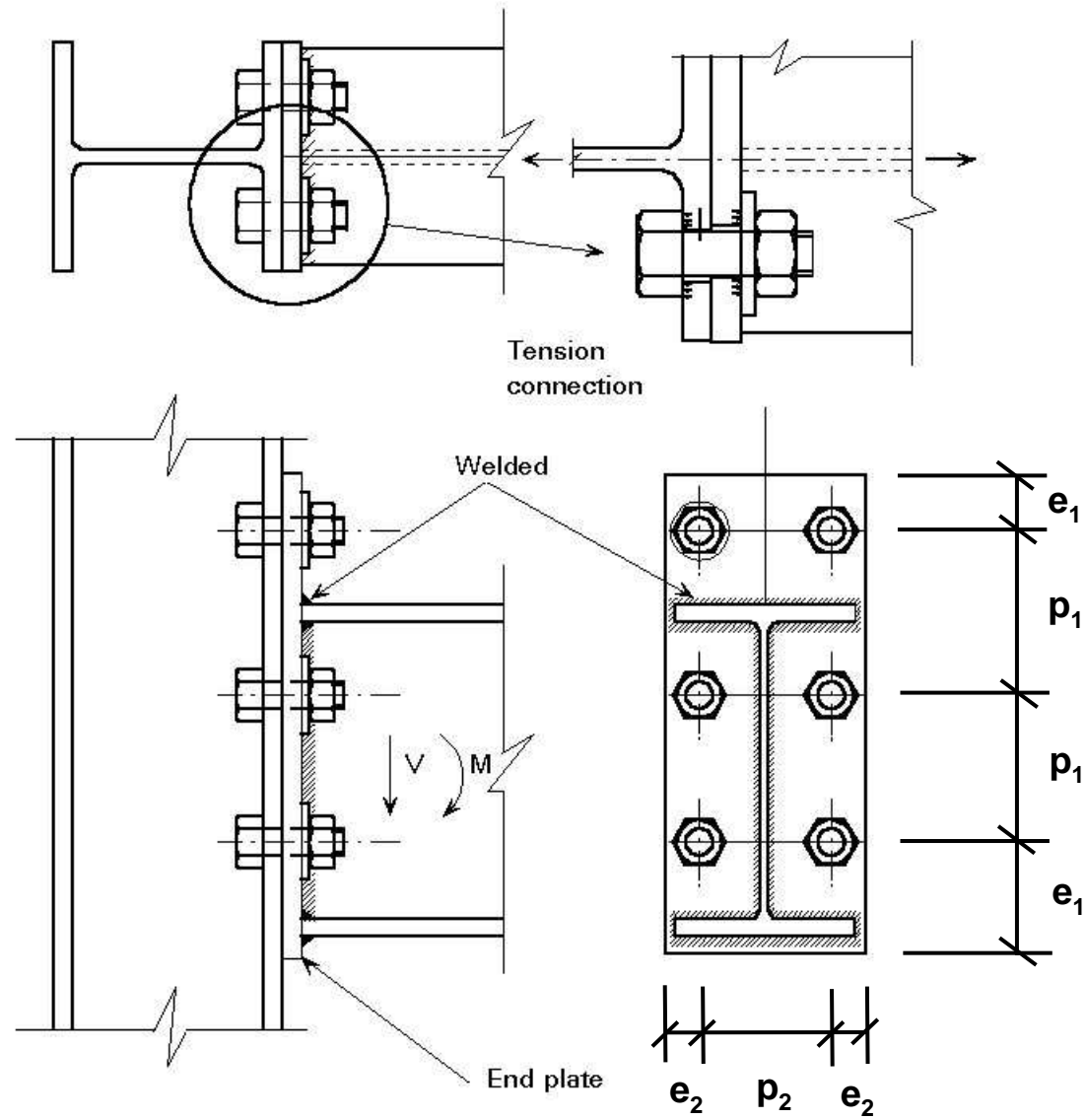
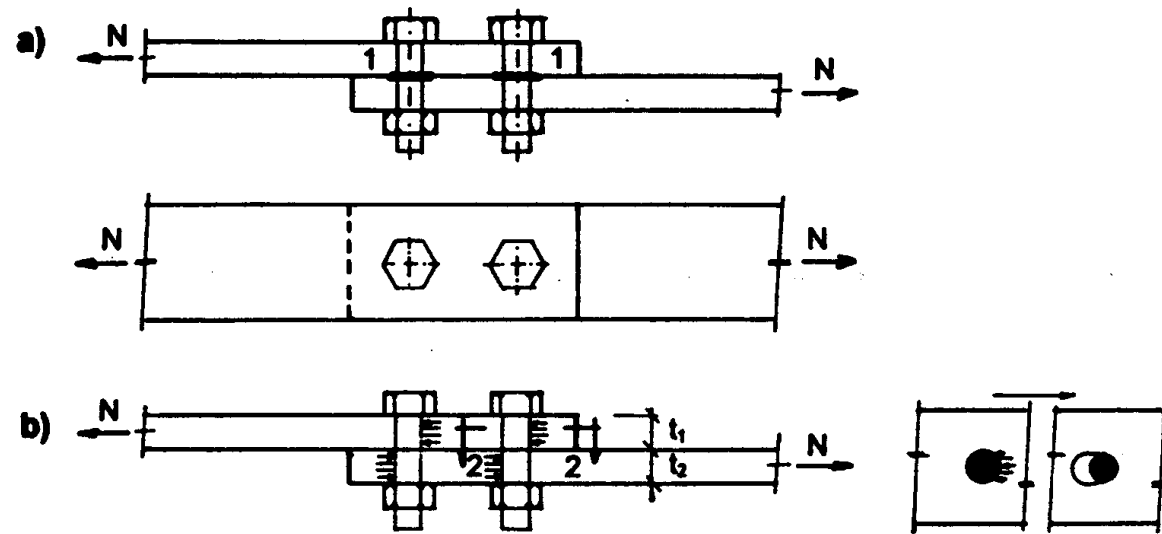
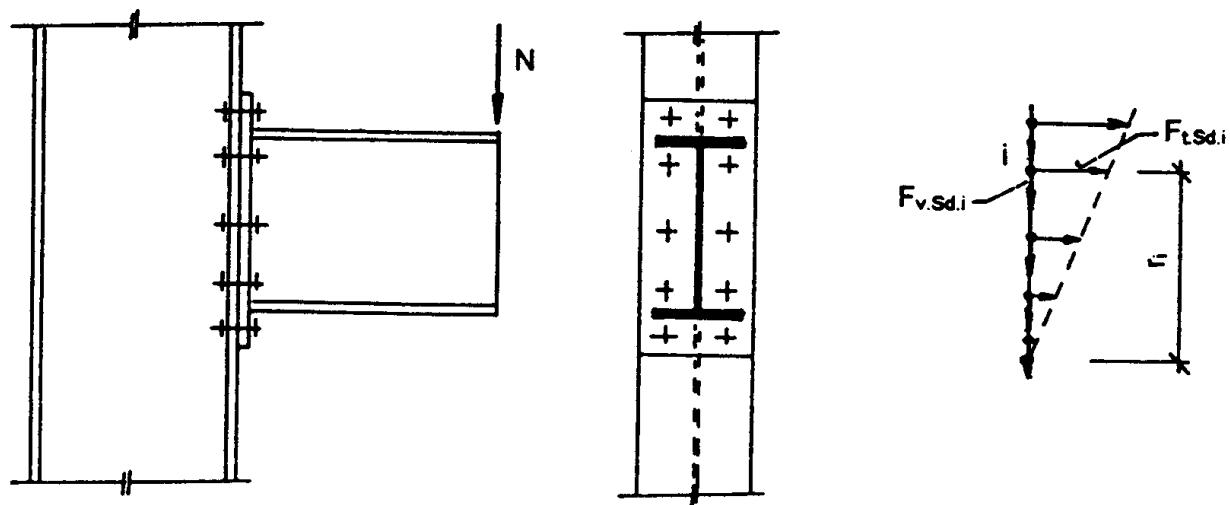


Figure 2 Bolted beam-to-column connection

# Vnitřní síly ve ŠR spojích

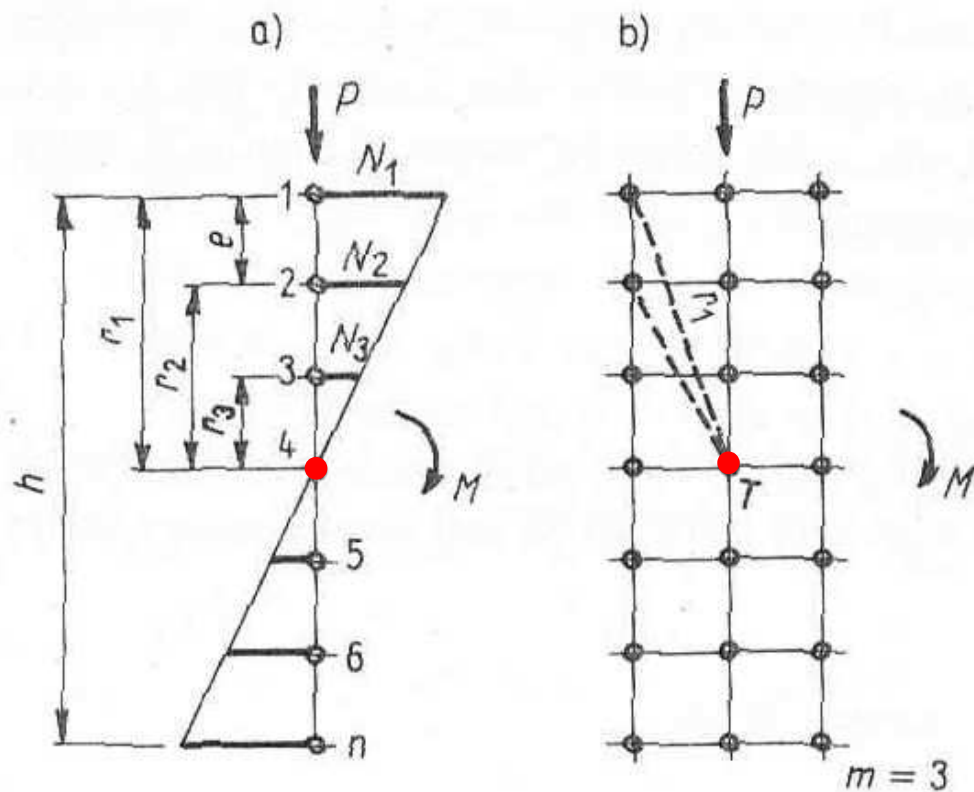


Namáhání šroubů stříhem a na otláčení



Namáhání šroubu smykem a tahem





Skupina nýtů v pravidelných vzdálenostech, namáhání silou a momentem  
 a) nýty v jedné řadě, b) nýty v  $m$  řadách

Z podmínky rovnováhy

$$M = N_1 r_1 + N_2 r_2 + \dots + N_n r_n$$

a při úměrách

$$N_1 : N_2 : \dots : N_n = r_1 : r_2 : \dots : r_n$$

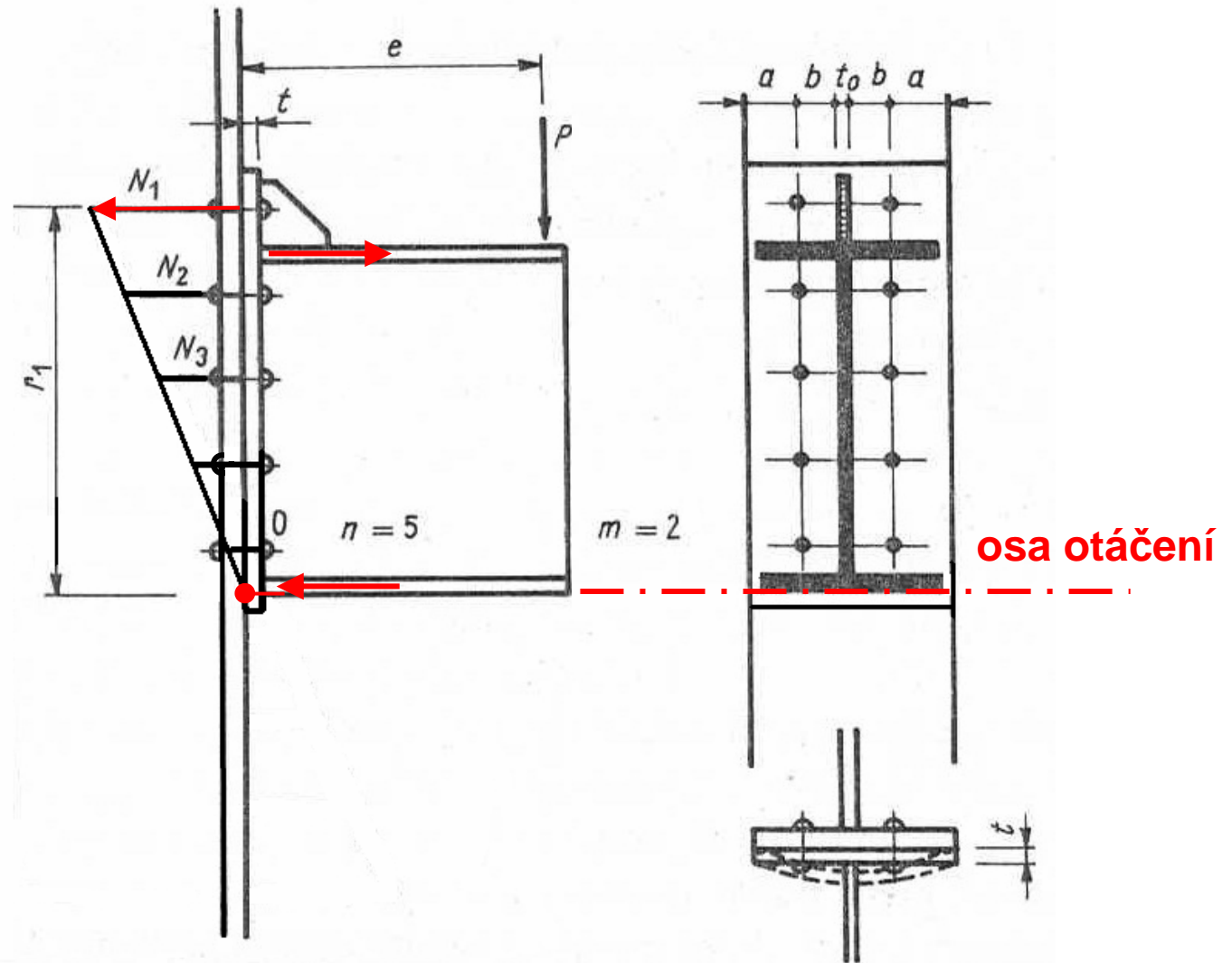
vychází

$$N_1 = M \frac{r_1}{2 \sum_i r_i^2}; \quad N_2 = M \frac{r_2}{2 \sum_i r_i^2}$$

Pro spoj s  $m$  řadami vstřícných nýtů (obr. 9.19b) platí

$$N_{p1} = \frac{P}{mn}, \quad N_1 = \frac{M}{h} \frac{\beta_n}{m}$$

Vnitřní síly v  
hrubém ŠR spoji



$$N_1 = \frac{Mr_1}{m \sum_i r_i^2}$$

$$N_Q = \frac{P}{mn}$$

# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401 (EC3):

## Třecí spoje s vysokopevnostními šrouby:

Návrhová únosnost třecího spoje s vysokopevnostními šrouby  $F_{s,Rd}$  navrženého s odolností proti prokluzu se určí z výrazu:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{Ms}} F_{p,Cd}$$

kde  $F_{p,Cd}$  je návrhová předpínací síla, která je dána vztahem  $F_{p,Cd} = 0,7 f_{ub} A_s$ ;

$A_s$  plocha jádra šroubu podle tabulky 7.4;

$\mu$  součinitel tření podle 7.3.9.3;

$n$  počet třecích ploch;

$k_s = 1,0$  pro díry se standardní vůlí;

$= 0,85$  pro nadměrné díry, nebo krátké prodloužené díry;

$= 0,7$  pro dlouhé prodloužené díry, vše podle 7.3.9.2.

# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401 (EC3):

Třecí spoje s vysokopevnostními šrouby:

Dílčí součinitel spolehlivosti  $\gamma_{Ms}$  se bere:

**1,10**  $\gamma_{Ms,ser} = 1,10$  pro mezní stav použitelnosti pro standardní, nadměrné nebo prodloužené díry,

**1,25**  $\gamma_{Ms,ult} = 1,30$  pro mezní stav únosnosti pro díry standardní nebo prodloužené díry s osou otvoru kolmou ke směru zatížení,

**1,40**  $\gamma_{Ms,ult} = 1,50$  pro mezní stav únosnosti pro díry nadměrné nebo prodloužené díry s osou otvoru rovnoběžnou se směrem zatížení,

**EC**

**ČSN**

# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401 (EC3):

Třecí spoje s vysokopevnostními šrouby:

## Součinitel tření

$\mu = 0,50$  pro třídu povrchu **A** - tryskaný povrch s dokonale odstraněnou rzí, nebo tryskaný povrch pokovený nástřikem hliníku nebo zinkovým povlakem;

$\mu = 0,40$  pro třídu povrchu **B** - tryskaný povrch s alkalicko-zinkovým silikátovým nátěrem s tloušťkou 50 - 80  $\mu\text{m}$ ;

$\mu = 0,30$  pro třídu povrchu **C** - povrch čištěný kartáčem nebo plamenem, bez jakékoliv rzi;

$\mu = 0,20$  pro třídu povrchu **D** - bez úpravy ploch.

Hodnotu součinitele tření je možno stanovit i experimentálně podle ČSN P ENV 1090-1.



# Návrh a posouzení šroubových spojů dle ČSN 73 1401 (EC3):

## Třecí spoje s vysokopevnostními šrouby:

Návrhová únosnost třecího spoje s vysokopevnostními šrouby v tahu se stanoví podle (7.6).

Pokud je třecí spoj namáhán smykovou silou  $F_{v,Sd}$  a současně tahovou silou  $F_{t,Sd}$ , vypočte se únosnost proti prokluzu pro jeden šroub:

- pro mezní stav použitelnosti - kategorie spoje (B):

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu (F_{p,Cd} - 0,8F_{t,Sd,ser})}{\gamma_{Ms,ser}};$$

- pro mezní stav únosnosti - kategorie spoje (C):

$$F_{s,Rd,ult} = \frac{k_s n \mu (F_{p,Cd} - 0,8F_{t,Sd,ult})}{\gamma_{Ms,ult}}.$$

Musí platit:

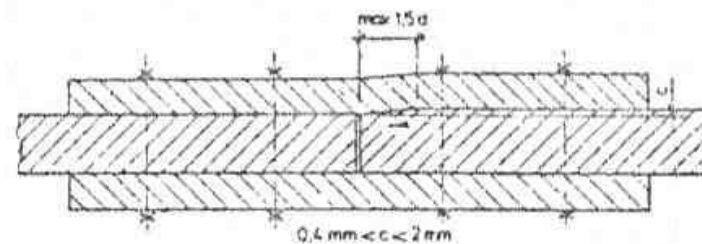
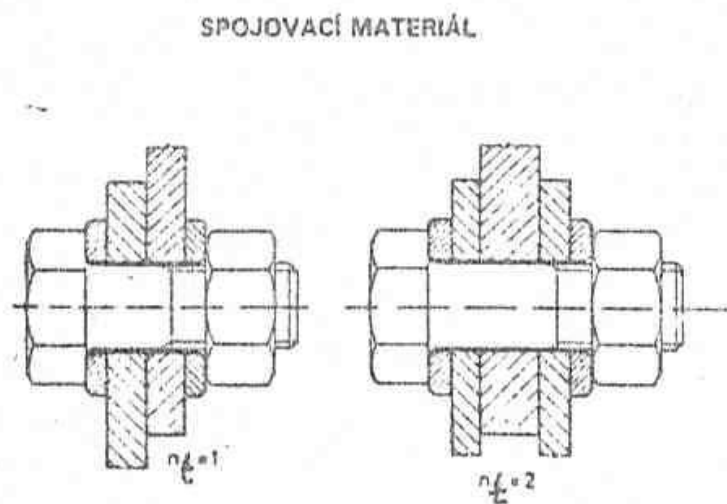
$$F_{v,Sd,ser} \leq F_{s,Rd,ser} \quad \text{přip.} \quad F_{v,Sd,ult} \leq F_{s,Rd,ult},$$

a současně také:

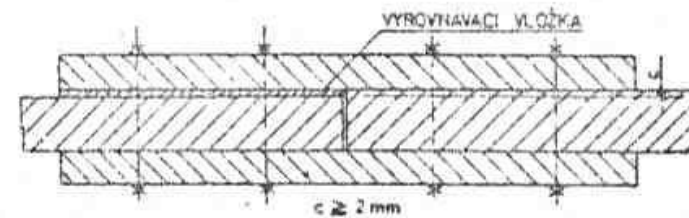
$$F_{t,Sd,ser} \leq F_{t,Rd} \quad \text{přip.} \quad F_{t,Sd,ult} \leq F_{t,Rd}.$$

# Spojovací materiál pro VP

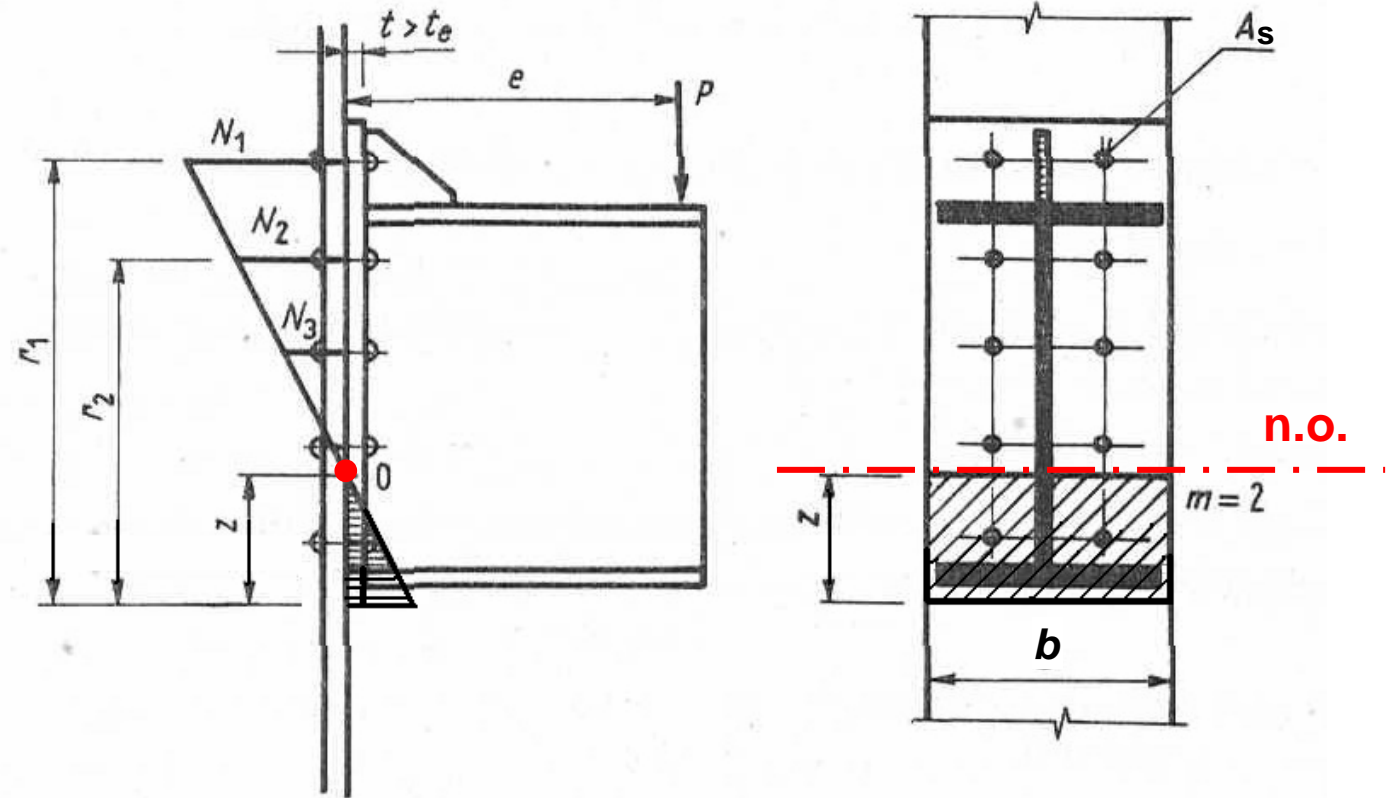
Požadavky na provádění a kontrolu třecích spojů obsahuje ČSN P ENV 1090-1.



Obr. 4a



## Vnitřní síly ve VP spoji

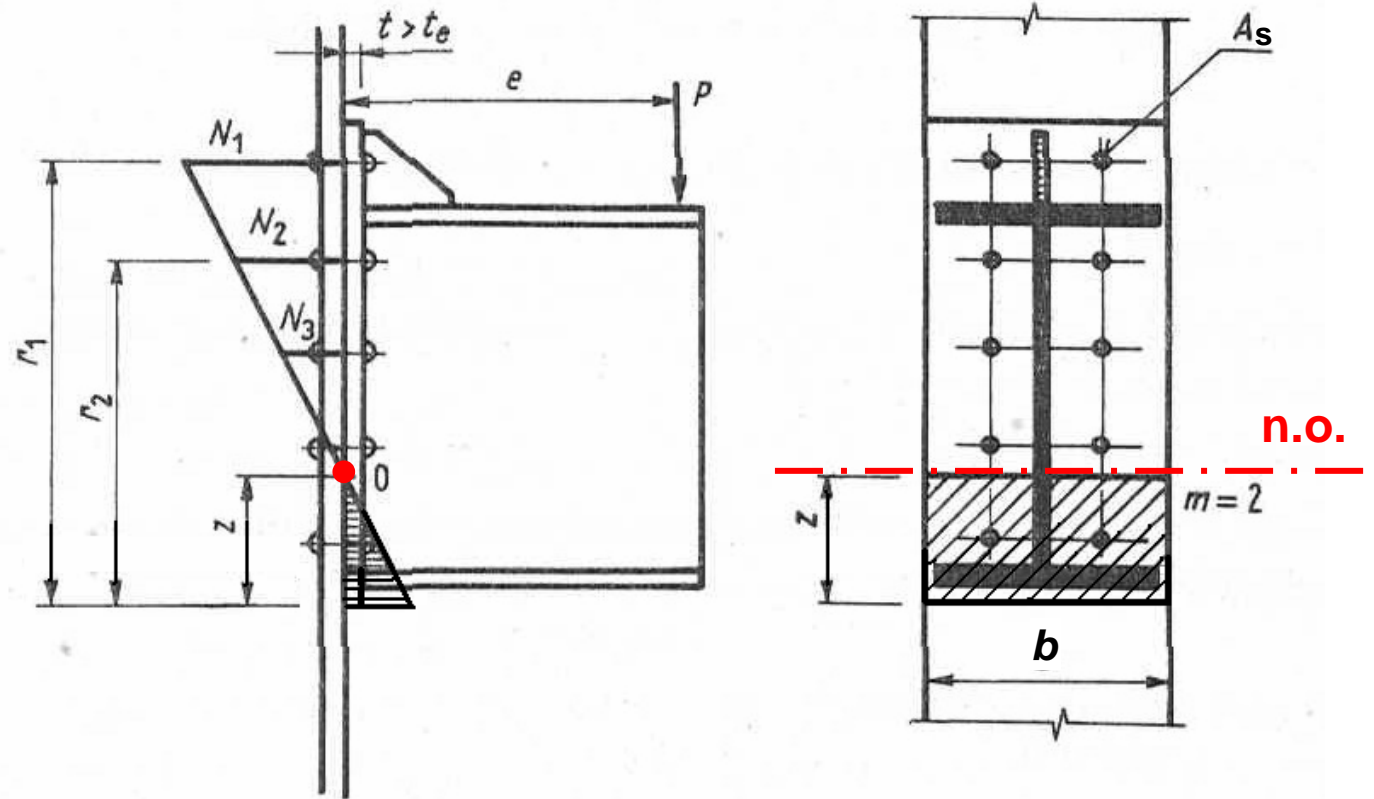


Připojení konzoly na čelní desku šrouby VP. Nalezení osy otáčení

$$b \cdot z \cdot \frac{z}{2} = m \cdot A_s \cdot \sum_{i=1}^4 (r_i - z) \Rightarrow z = '$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot z^3 + b \cdot z \cdot \left( \frac{z}{2} \right)^2 + m \cdot A_s \sum_{i=1}^{n'} (r_i - z)^2$$

## Vnitřní síly ve VP spoji



Připojení konzoly na čelní desku šrouby VP. Nalezení osy otáčení

$$N_{1,II} = F_{v,sd,ult} = \frac{V_{sd}}{m \cdot n}$$

$$N_{1,\perp} = F_{t,sd,ult} = \frac{M_{sd}}{I_y} \cdot (r_1 - z) \cdot A_s$$

**Konec prezentace**