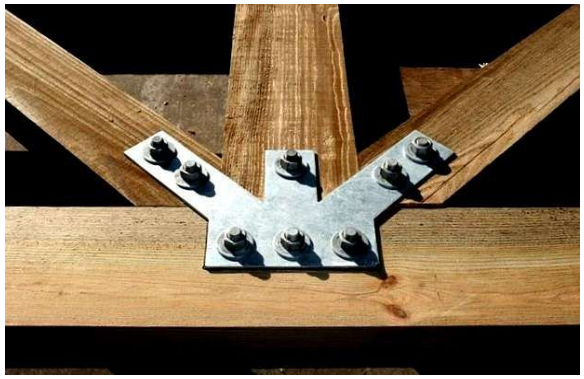
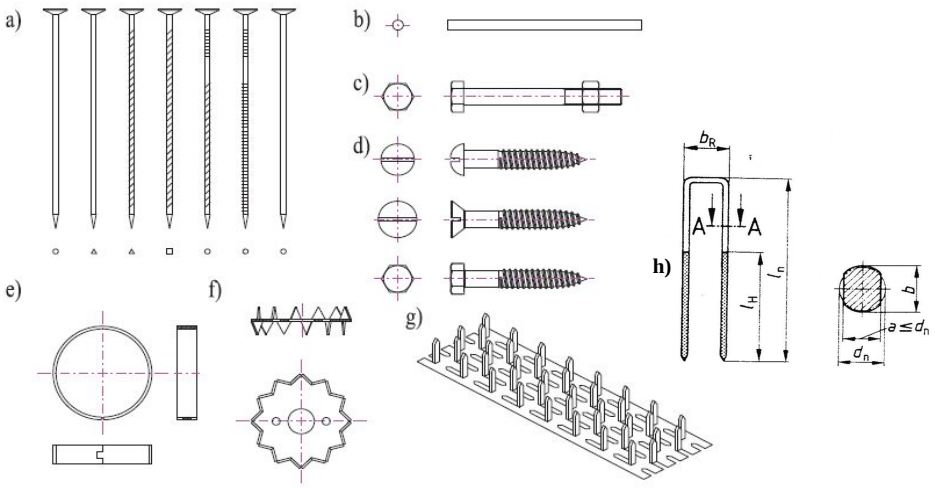
Svorníkové spoje



Konstrukční spoje

Tippner, Sebera



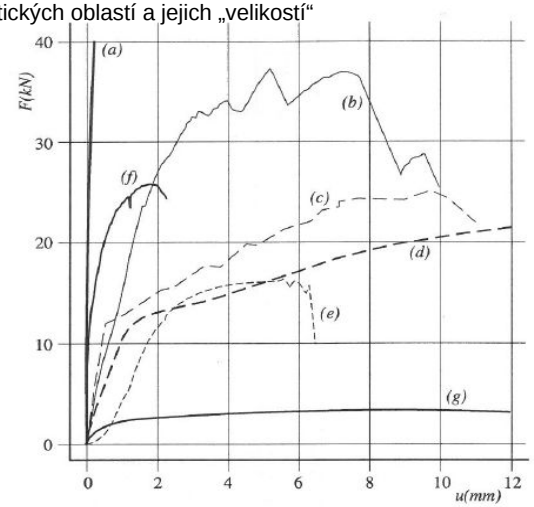
Obr. 8.1 - Ocelové spojovací prostředky

a) hřebíky, b) kolík, c) svorník, d) vruty, e) prstencový hmoždík, f) ozubený hmoždík, g) deska s prolisovanými trny h) sponky

Kuklík et al.

Mechanické chování spojů - obecně

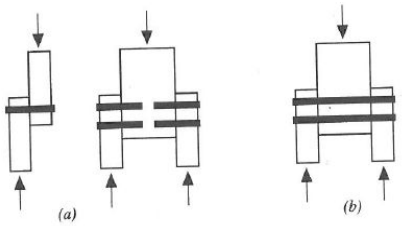
- Chování různých druhů spojů
- Všimněte si plastických oblastí a jejich „velikostí“



Obr. 3 Experimentální křivky zatížení-přetvoření pro spoje při namáhání tahem rovnoběžně s vlákny: (a) lepený spoj (12,5 10^3 mm^2), (b) vkládaný hmoždík (100 mm), (c) dvoustranný zalisovaný hmoždík (62 mm) (Harashima, 1990), (d) kolík (14 mm), (e) svorník (14 mm), (f) styčníková deska s prolisovanými trny (10^4 mm^2), (g) hřebík (4,4 mm).

Teorie kolíkových spojů

- Kolíkové spoje jsou nejčastěji namáhány na střih
- Rozlišujeme **jednostřižné** a **dvoustřižné** spoje

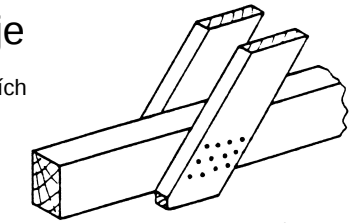


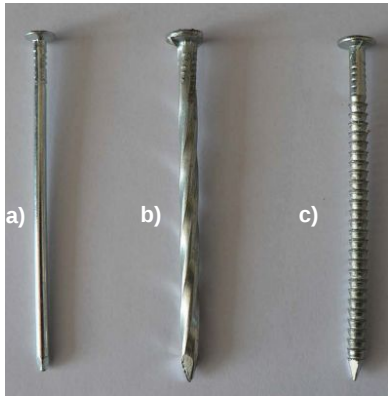
Obr. 1 Spoje s kolíkovými spojovacími prostředky namáhané na střih: (a) jednostřižné spoje (jedna střihová spára na kolík); (b) dvoustřižný spoj (dvě střihové spáry na kolík).

- Historicky se vycházelo z krátkodobých zkoušek s poměrně malým počtem spojů
- Z důvodů velké rozmanitosti spojování kolíky byla vypracována teorie kolíkových spojů
- Teoretické modely nejvíce rozvinul **Johansen** (1949). Jeho teorie je postavena na dosažení **mezní únosnosti v otlačení stěny otvoru nejméně v jednom ze spojovaných prvků (různé typy mechanismů selhání)**
- Mechanismus porušení závisí na geometrii spoje i na vlastnostech materiálů spojovaných i spojovacích (zejména plastický moment kolíku)
- Johansenova teorie vykazovala shodu s experimenty za předpokladů neuvážení **tření** a tahové síly **kolíků**

Hřebíkové spoje

- Nejpoužívanější spojovací prostředek v dřevěných k-cích
- Spíše pro menší spoje, snadná aplikace
- Průměry obvykle od 2,65 do 8 mm
- Potíže s rozmístěním
- Poddajné spoje (bez výrazných skupinových efektů)
- Menší otvory bez předvrtání
- Z ocelového drátu - min. pevnost v tahu 600 Mpa
- Namáhání na střih (**Johansen**) a na **vytažení**





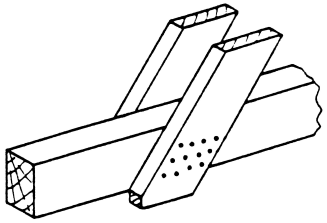
Typy hřebíků

a) hladký dřík
b) spirálovitý dřík
c) s drážkami

Předvrtání otvorů

- Riziko rozštěpení u dřev vysoké hustoty → otupení špičky → prořez vláken místo roztlačování
- Předvrtání je spolehlivější (0,8*d* hřebíku)
- Zvyšuje únosnost na střih
- Zmenšení vzdáleností mezi hřebíky
- Menší posunutí ve spoji
- Pracné → nákladné

Hřebíkové spoje



Pevnost v otlačení stěny otvoru

- Počítá se nezávisle na směr vláken (do 8 mm)
- Pro hřebíky nad 8 mm → výpočet dle svorníků
- Následující vztahy byly odvozeny z rozsáhlých experimentálních měření, viz Whale et al. (1989)

Pro nepředvrtané dřevěné prvky

$$f_{h,k} = 0{,}082\,\rho_k\,d^{-0{,}3} \quad \text{N/mm}^2$$

Pro předvrtané dřevěné prvky

$$f_{h,k} = 0{,}082\,(1-0{,}01\,d)\,\rho_k \quad \text{N/mm}^2$$

kde ρ_k je charakteristická hustota dřeva v kg/m³,
d průměr hřebíku v mm.

Plastický moment únosnosti

- pro čtvercové průřezy je *d* délka strany

$$M_{y,Rk} = \begin{cases} 0{,}3 f_u\, d^{2,6} & \text{pro hřebíky kruhového průřezu} \\ 0{,}45 f_u\, d^{2,6} & \text{pro hřebíky čtvercového průřezu a drážkované} \end{cases}$$

Unosnost na vytažení

- Menší z následujících hodnot
- Pro hladké hřebíky:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k}\, d\, t_{pen} & \text{(a)} \\ f_{ax,k}\, d\, t + f_{head,k}\, d_h^2 & \text{(b)} \end{cases}$$

a) vytažení špičkou hřebíku
b) protažení hlavy

- Pro hřebíky jiné než hladké (dle ČSN 14592):

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k}\, d\, t_{pen} & \text{(a)} \\ f_{head,k}\, d_h^2 & \text{(b)} \end{cases}$$

kde

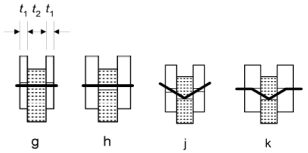
$$f_{ax,k} = 20\times10^{-6}\,\rho_k^2$$

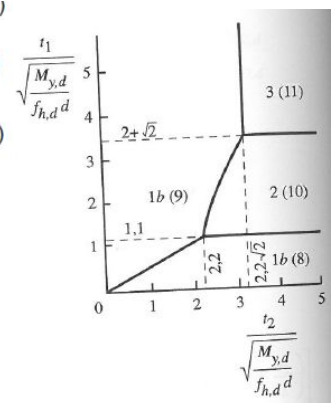
$$f_{head,k} = 70\times10^{-6}\,\rho_k^2$$

Př. 1 – dvoustřižný svorníkový spoj

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} t_1 d & \text{(g)} \\ 0{,}5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{(h)} \\ 1{,}05 \dfrac{f_{h,1,k} t_1 d}{2+\beta}\left[\sqrt{2\beta(1+\beta)+\dfrac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k}\, d\, t_1^2}}-\beta\right]+\dfrac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(j)} \\ 1{,}15\sqrt{\dfrac{2\beta}{1+\beta}}\sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d}+\dfrac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(k)} \end{cases}$$

Johansenova část Příspěvek od účinnosti sepnutí spoje





Obr. 12 Upravený diagram Möllera - dvoustřižný spoj (β = 1).

$F_{v,Rk}$ je charakteristická únosnost jednoho střihu jednoho spojovacího prostředku,

t_1 a t_2 je tloušťka dřeva popř. hloubka zasahování kolíku,

f_{h1sk} je charakteristická hodnota pevnosti v otlačení stěny otvoru konstrukčního prvku 1,

f_{h2sk} je charakteristická hodnota pevnosti v otlačení stěny otvoru konstrukčního prvku 2,

$\beta = \dfrac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$ je poměr mezi pevnostmi v otlačení prvků (ve STEP 1 je označeno špatně)

d je průměr spojovacího prostředku,

$M_{y,Rk}$ Charakteristický plastický moment únosnosti (ve STEP 1 označen jako charakteristická hodnota meze kluzu)

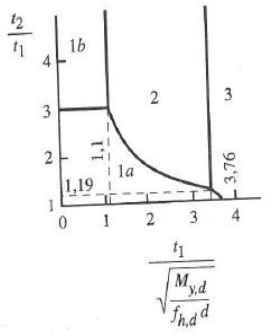
$F_{ax,Rk}$ charakteristická osová únosnost na vytažení spojovacího prostředku.

Möllerovy diagramy

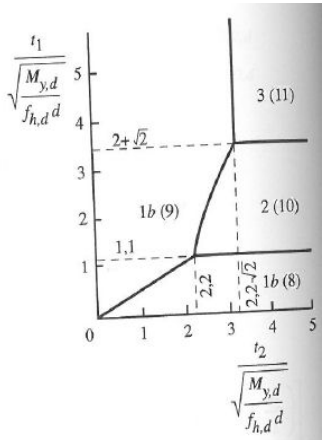
- Möller (1951) znázornil Johansenovy vztahy graficky pro jednostřižné spoje s hodnotou β = 1. Níže je digram upraven tak, aby zahrnoval o 10 % vyšší únosnost při výskytu mechanismu selhání 2, příp. 3.
- Podobné diagramy je možné sestrojit i pro jiné hodnoty β

Postup práce s MD

1. určíme bezrozměrné veličiny $\dfrac{t_2}{t_1}$ a $\dfrac{t_1}{\sqrt{\dfrac{M_{y,d}}{f_{h,d}\,d}}}$
2. pomocí MD najdeme příslušný mechanismus selhání
3. pomocí vztahu pro daný mechanismus selhání vypočteme mezní zatížení



Obr. 11 Upravený diagram Möllera - jednostřižný spoj (β = 1).



Obr. 12 Upravený diagram Möllera - dvoustřižný spoj (β = 1).

Normy pro kolíkové spoje

• EN 409 Timber structures – Test methods. Determination of the yield moment of dowel type fasteners – Nails
• EN 912 Timber fasteners – Specifications for connectors for timber
• EN 1075 Timber structures – Test methods. Testing of joints made with punched metal plate fasteners
• EN 1380 Timber structures – Test methods – Load bearing nailed joints
• EN 1381 Timber structures – Test methods – Load bearing stapled joints
• EN 1382 Timber structures – Test methods – Withdrawal capacity of timber fasteners
• EN 1383 Timber structures – Test methods – Pull through testing of timber fasteners
• EN 13271Timber fasteners – Characteristic load-carrying capacities and slip moduli for connector joints
• EN 14250 Timber structures. Production requirements for fabricated trusses using punched metal plate fasteners
• EN 14358 Timber structures – Fasteners and wood-based products – Calculation of characteristic 5-percentile value and acceptance criteria for a sample
• EN 14545 Timber structures – Connectors – Requirements
• EN 14592 Timber structures – Fasteners – Requirements
• EN 26891 Timber structures. Joints made with mechanical fasteners. General principles for the determination of strength and deformation characteristics
• EN 28970 Timber structures. Testing of joints made with mechanical fasteners; requirements for wood density (ISO 8970:1989)

Díky za pozornost