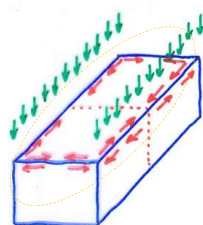
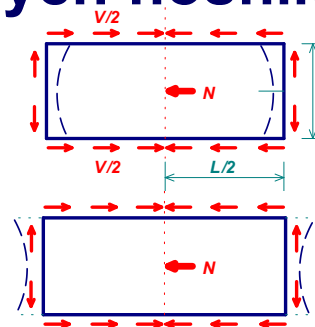


7. Tlačené pásy ohýbaných nosníků.



Horní pásnice v půdorysu:
(tlak, stlačení)

Dolní pásnice v půdorysu:
(tah, protažení)



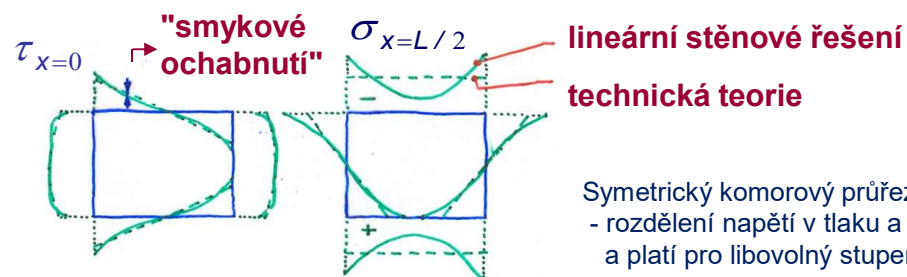
$$\left. \begin{array}{l} \text{smykový tok} \quad V \leq L t (f_y / \sqrt{3}) \\ \text{síla v pásnici} \quad N = \bar{\sigma} b t \end{array} \right\}$$

odtud omezení plastické
únosnosti pásnice:

$$\frac{\bar{\sigma}}{f_y} \leq \frac{L}{b\sqrt{3}}$$

průměrné napětí
v pásnici

Stěnové řešení nosníků (projeví se "deplanace" průřezu):



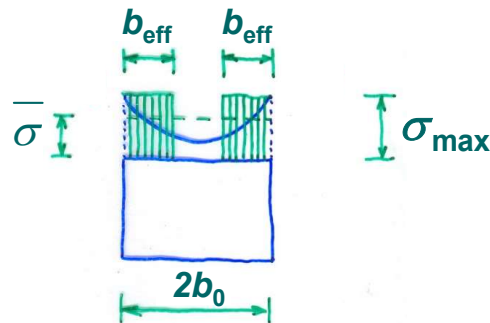
Symetrický komorový průřez:
- rozdělení napětí v tlaku a v tahu je stejné
a platí pro libovolný stupeň zatížení !!

Stabilita stěn

1

Smykové ochabnutí širokých pásnic

Projevuje se nelineárním průběhem napětí v tažené i tlačené pásnici,
v pružné lineární oblasti:



Součinitel spolupůsobící šířky pro pružné
smykové ochabnutí: (= účinná^s šířka)

$$\beta = \frac{b_{\text{eff}}}{b_0} = \frac{\bar{\sigma}}{\sigma_{\text{max}}} \leq 1$$

účinná^s šířka

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{b_0} \int_0^{b_0} \sigma db$$

a podle předchozího omezení únosnosti: $\beta \leq \frac{L}{b\sqrt{3}}$

Součinitel β (lze zanedbat pro $b_0 < L_e/50$):

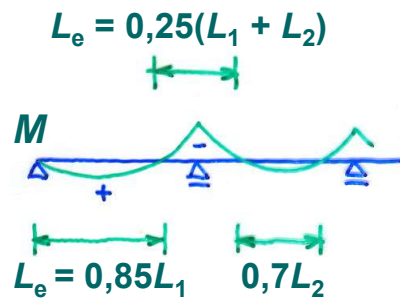
- podle b_0/L_e (b_0 je polovina šířky nebo šířka přechýlající pásnice)
- podle typu zatížení
- podle ortotropie $\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e$

kde $\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{sl}}{b_0 t}}$ plocha sam. výztuh

Stabilita stěn

2

Vzorce ČSN EN 1993-1-5 (resp. prEN 1993-1-5/2022):

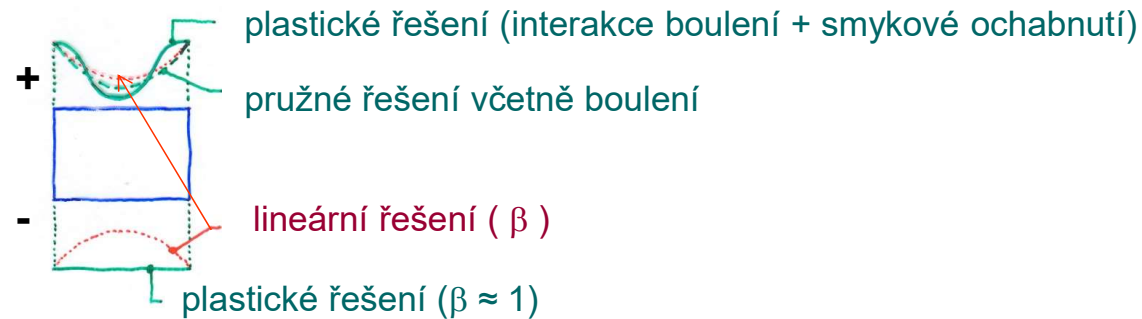


např. pro $\kappa \leq 0,70$:

$$M^+ \quad \beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4\kappa^2}$$

$$M^- \quad \beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0\left(\kappa - \frac{1}{2500\kappa}\right) + 1,6\kappa^2}$$

Vliv na tahové a tlakové normálové napětí v plasticitě:



Stabilita stěn

3

Postup podle ČSN EN 1993-1-5 (resp. prEN 1993-1-5/2022) a doporučený v ČR:

MSÚ:

tlačená pásnice:

$$A_{\text{eff}} = A_{\text{c,eff}} \beta^{\kappa} \geq A_{\text{c,eff}} \beta \quad (\text{tj. uvažuje se interakce})$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{Podle prEN 1993-1-5/2022 lze též } A_{\text{eff}} = A_{\text{c,eff}} \beta_{\text{ult}}, \\ \text{kde } \beta_{\text{ult}} \text{ se stanoví pro } \alpha_0^* = \sqrt{\frac{A_{\text{c,eff}}}{b_g t_f}} \\ \text{plná plocha pásnice} \end{array} \right)$$

tažená pásnice:

$$A_{\text{eff}} = A_t \beta^{\kappa} \geq A_t \beta$$

(obdobně, bez boulení)

MSP a únava:

tlačená pásnice:

$$A_{\text{eff}} = A_c \beta$$

tažená pásnice:

$$A_{\text{eff}} = A_t \beta$$

plná plocha, boulení zanedbáno - pokud $\rho > 0,5$. Tento běžný přístup je však na straně nebezpečné. Vhodnější je nahradit plnou plochu A_c redukovanou $A_{\text{c,eff}}$ pro max. napětí $\sigma_{\text{com, ED, ser}}$

(Pozn.: pro globální analýzu uvažovat přibližně $b_{\text{eff}} = L/8 < b_0$, boulení lze pro $\rho > 0,5$ zanedbat)

Stabilita stěn

4

8. Stěny namáhané smykem, boulení při smyku.

Možnosti řešení:

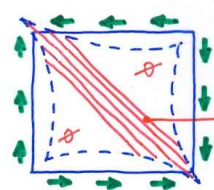
- lineární teorie boulení
- nelineární teorie

$$\rightarrow k_{\tau} \dots \tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_e$$

$$\rightarrow \rho \text{ (ale dále značeno } \chi_w)$$

U smyku je důležité stěnové (membránové) uložení:

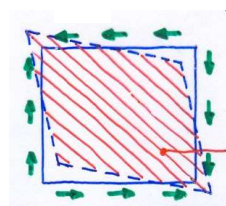
netuhý okraj



N

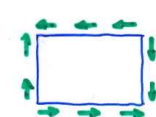
tahová
diagonála

tuhý okraj

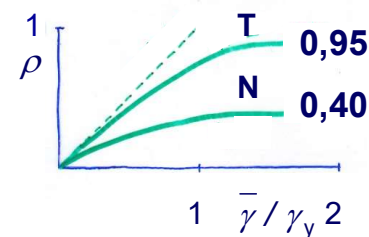


T

plné
tahové pole



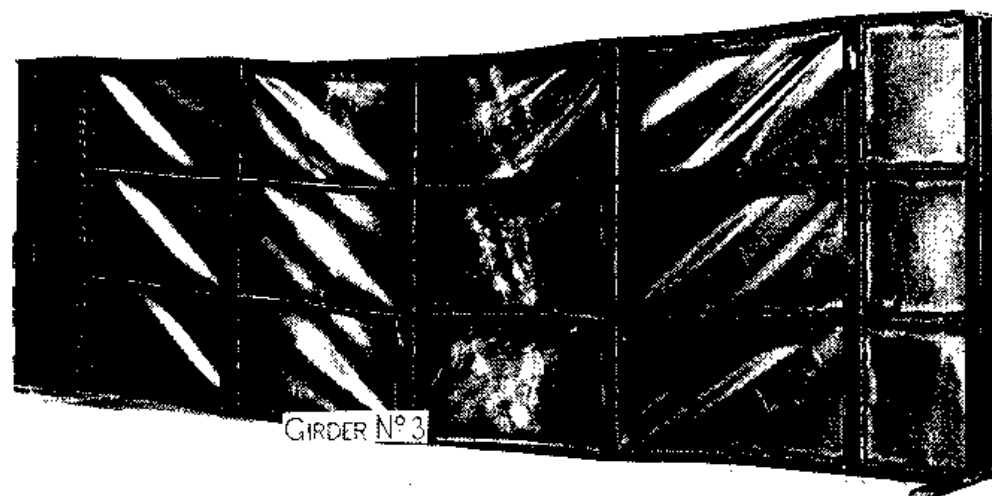
$$\begin{aligned} a/b &= 1,5 \\ b/t &= 180 \\ w_0 &= t \end{aligned}$$



Stabilita stěn

5

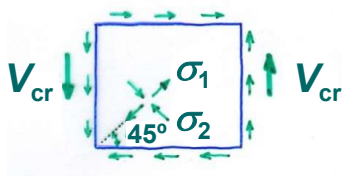
Boulení při smyku



Stabilita stěn

6

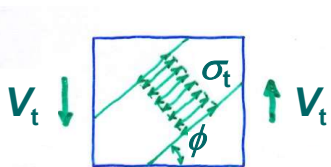
Princip teorie tahového pole



Fáze 1: TRÁMOVÉ CHOVÁNÍ

pro $\tau < \tau_{cr}$ (do vyboulení)

$$\sigma_1 = -\sigma_2 = \tau$$

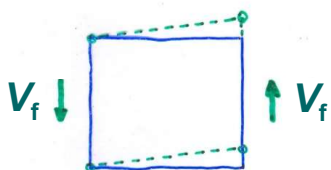


Fáze 2: PŘÍHRADOVÉ CHOVÁNÍ

pro $\tau > \tau_{cr}$ (po vyboulení)

V tahové diagonále

$$\sigma_t + \tau_{cr} \sin 2\phi \leq f_y$$



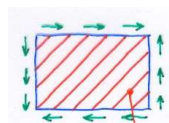
Fáze 3: RÁMOVÉ CHOVÁNÍ

malý příspěvek z tuhosti pásů a výztuh
(vznik kloubového mechanismu)

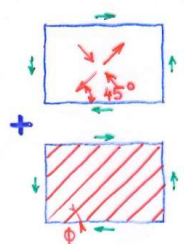
Stabilita stěn

7

Historický vývoj teorií



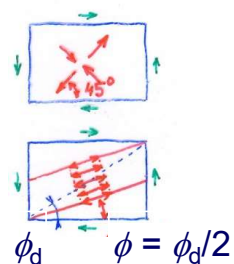
Úplné tahové pole
Wagner (1929)
 tuhý obvod, letectví



Neúplné tahové pole

1. etapa trémově ($\tau < \tau_{cr}$)
2. etapa úplné tahové pole

$$\tau_{cr} < \tau < \tau_u$$



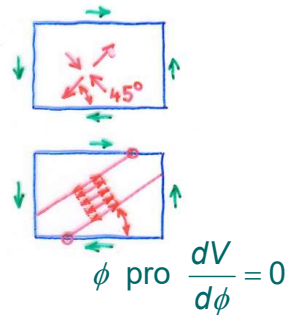
Baslerova teorie

1. etapa trémově ($\tau < \tau_{cr}$)
2. etapa tahová diagonála vetknutá do výztuh

Žádná nezohledňuje tuhost pásnic !!!

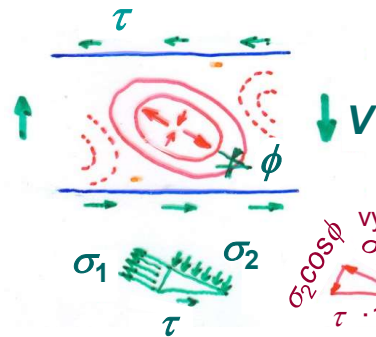
Stabilita stěn

8



Teorie Rockey - Škaloud

1. etapa trámově ($\tau < \tau_{cr}$)
2. etapa:
tahová diagonála vetknutá do výztuh i
pásnic (do vzniku plastických kloubů)



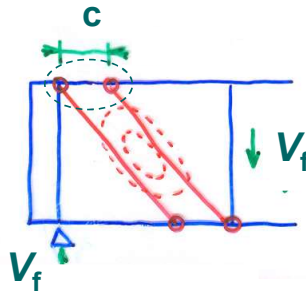
Teorie rotovaných napětí (Höglund)

1. etapa trámově ($\tau < \tau_{cr}$)
2. etapa: $\sigma_1 = \frac{\tau}{\tan \phi}$ $\sigma_2 = -\tau \tan \phi = -\tau_{cr}$
(zůstává)

Odtud pro: $\sigma_1^2 + \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2 = f_y^2 \quad \Rightarrow \quad \tau = \tau_u \quad (\text{únosnost})$

Poznámky k teorii rotovaných napětí

- použita v ČSN EN 1993-1-5
- vliv příčných výztuh zahrnut v τ_{cr}
- vliv podélných výztuh zaveden podle práce Crate & Lo (1948):
(dodán člen k_τ , plynoucí z účinku 1 výztuhy uprostřed výšky)
- vliv pásů odvozen pro schéma:



c - odhad z experimentů

$$V_f = \frac{4W_{pl,f}f_y}{c}$$

plyne z principu virtuálních prací, tj.:

$$V_f c \varphi - \frac{1}{2} V_f c \varphi = 2(W_{pl,f}f_y)\varphi$$