

Kontrola v rov. kolme] k rovnos pohybu:

$$J_x = \frac{1}{12} 2 \cdot 8 \cdot 24^3 + \frac{1}{12} 24 \cdot 8^3 = \frac{1}{12} (22\ 1184 + 12\ 288)$$

$$= 19\ 456\ \text{mm}^4$$

$$j_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}} = \sqrt{\frac{19\ 456}{576}} = 5,81$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{red}}}{j_x} = \frac{l}{2 j_x} = \frac{300}{2 \cdot 5,81} = 25,81 \quad \underline{l_{\text{red}} = \frac{l}{2} \text{ Tab XX1}}$$

n.s. str. 307

$\lambda < \lambda_m$ - výpočet podle TETMAJERA

IV - oba konce vel bruce'

$$\sigma_{kr} = 335 - 0,62 \lambda = 335 - 0,62 \cdot 25,81 = \underline{\underline{207,7\ \text{MPa}}}$$

318,9

$$F_{kr} = S \cdot \sigma_{kr} = 576 \cdot \frac{318,9}{207,7} = 18\ 368,4\ \text{N}$$

$$k = \frac{F_{kr}}{F_{\text{max}}} = \frac{18\ 368,4}{27\ 488} = \underline{\underline{0,67}} \quad \text{realita je nevýhodná}$$

Po prohlídce tab XXIV zjistíme, že pro ocel 11500 je rozsah $\lambda = 60 \div 100$ pro výpočet Tetmajera.

Výpočet proto provedeme pro oblač I - výpočet na plát

$$\sigma_{d\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{S} = \frac{27\ 488}{576} = \underline{\underline{47,7\ \text{MPa}}}$$

$$11\ 500 \dots \sigma_{d\text{II}} = (90 \div 135)\ \text{MPa}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{d\text{max}} < \sigma_{d\text{II}}}} \quad \text{- výhoda}$$

- 2C. | 16.2.
- 2E. | 17.2.
- 2D. | 28.2.

VÝPOČET POMOCÍ SOUČiniteLE VZPĚRNOSTI

Ve starších pruzin používáme pruzby podle Eulera, nebo Tetmajera. PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE používáme podle

ČSN 73 14 01 pomocí součinitele vzpěrnosti C.

Výpočet na vzpěr je převeden na namáhání slávkem. Rozhodující je příkrok λ Tab. XXV n.s. str. 321 ST str. 68

$$C = \frac{\sigma_{d\text{II}}}{\sigma_{d\text{v}}} \quad \text{--- napětí dovolené ve vzpěru}$$

$$\sigma_v = \frac{F}{S} = \frac{\sigma_{Dd}}{c} \leq \sigma_{Dv}$$

$$Fc \leq S \sigma_{Dd}$$

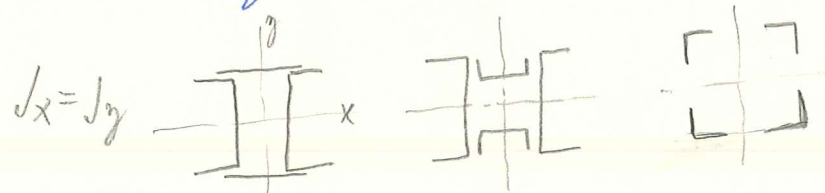
Výpočet je ten tohlej:

PODMÍNKY 1) ocel řady $\left. \begin{matrix} 10 & 003 \\ 37 \\ 45 \end{matrix} \right\}$ λ nemá přesáhnout hodnoty 200
 52 - λ nemá přesáhnout hod. 160
 litina - λ nemá přesáhnout hod. 100

u mosti má být $\lambda < 150$

Když je $\lambda < 20$ používáme prvky jin na tlak

- 2) - Výpočet platí jin pro eliptické profily IUTL
- Skládavé profily dle tab. 10, aby byly kubická osami stejného úrovn. moment průřezu

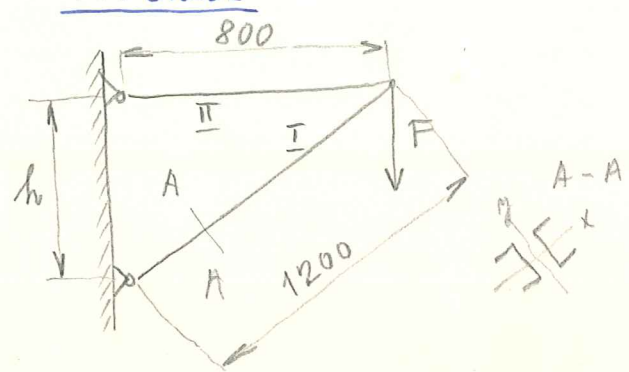


za eliptické je považujeme, jsou-li souvislé nřřevy, nebo souřevy.

Výpočet složené prutu, je třeba profily jsou spojovány příděkami je složený a dle ně přelátou normou.

Strojní podmínosti podle podmínitelé c
normálně podřtat!

Přiklad



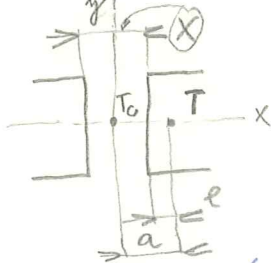
$$F = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$11 \ 370$$

$$\sigma_{Dd} = 140 \text{ MPa}$$

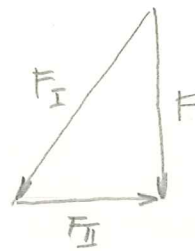
$$J_x = J_y \quad \text{2 U prof.}$$

siť desine graficky



$m_L \dots 20 \text{ mm} \hat{=} 1 \text{ mm}$
 $m_F \dots 5000 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ mm}$

3 graf. stbeni $F_I = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$



$\sigma_{dd}' = 100 \text{ MPa}$ — volime nišči / 3 volime

$$S_2 = \frac{F_I}{\sigma_{dd}'} = 2 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$S = 1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ — 2 tab. ST sk. 404

U 65 — $S = 903 \text{ mm}^2$; $b = 42 \text{ mm}$

$$J_x = 57,5 \text{ cm}^4$$

$$J_y = 14,1 \text{ cm}^4 / W_y = 5,07 \text{ cm}^3$$

$$e_2 = \frac{J_y}{W_y} = \frac{14,1}{5,07} = 2,78 \text{ cm} = 27,8 \text{ mm}$$

$$e_1 = b - e_2 \rightarrow e_1 = 42 - 27,8 = 14,2 \text{ mm}$$

$$J_{xc} = 2 J_x = 2 \cdot 57,5 \cdot 10^4 = 1150000 \text{ mm}^4$$

$$J_{yc} = J_{xc}$$

$$J_{yc} = 2 (J_y + S a^2) = 2 \left[141000 + 903 \left(\frac{x}{2} + e \right)^2 \right] =$$

$$= 282000 + 2 \cdot 903 \cdot A^2$$

$$A^2 = \frac{J_{xc} - 282000}{2 \cdot 903} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{1150000 - 282000}{2 \cdot 903}} = 21,9 \text{ mm}$$

$$A = \frac{x}{2} + e \Rightarrow x = 2(A - e) = 2(21,9 - 14,2) = 15,4 \text{ mm}$$

Soudinitel vypočítati c:

$$j_x = \sqrt{\frac{J_x}{2S}} = \sqrt{\frac{1150000}{2 \cdot 903}} = 25,23 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l}{j_x} = \frac{1200}{25,23} = 47,56$$

3 tab. XXV n.s. sk. 321

$$F_c \leq S \sigma_{dd}$$

$$\lambda = 40 \dots c = 1,12 \quad \text{interpolaci } c = 1,1578$$

$$\lambda = 50 \dots c = 1,17$$

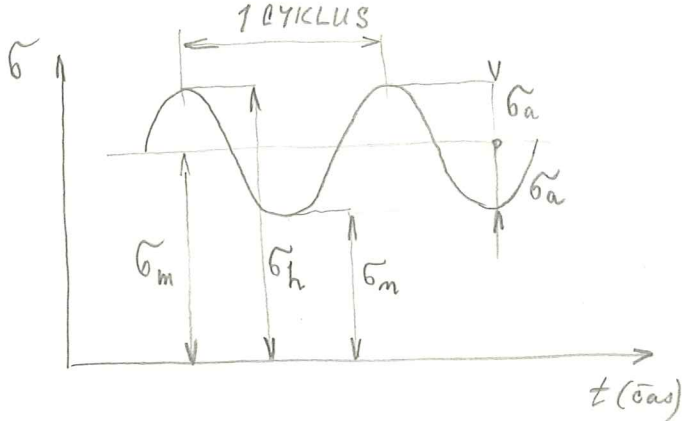
$$\sigma_{dd} = \frac{F_I \cdot c}{2S} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 1,1578}{2 \cdot 903} = 128,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dd} > \sigma_{dd} \quad - \text{ v } \checkmark \text{ horuje}$$

2B
8.3.96

2E/28.2.

2C/17.2.



Příklad: pružina u vozidel
 - zatížení vahou
 + zatížení od nerovnosti vozovky

Napětí:

dolní ... $\sigma_n = \sigma_m - \sigma_a = \sigma_h - 2\sigma_a$

střední ... $\sigma_m = \frac{\sigma_h + \sigma_n}{2}$

horní ... $\sigma_h = \sigma_m + \sigma_a = \sigma_m + 2\sigma_a$

ampl. ... $\sigma_a = \sigma_h - \sigma_m = \sigma_m - \sigma_n$

výkmit ... $2\sigma_a = \sigma_h - \sigma_n$

2E / 1.3.

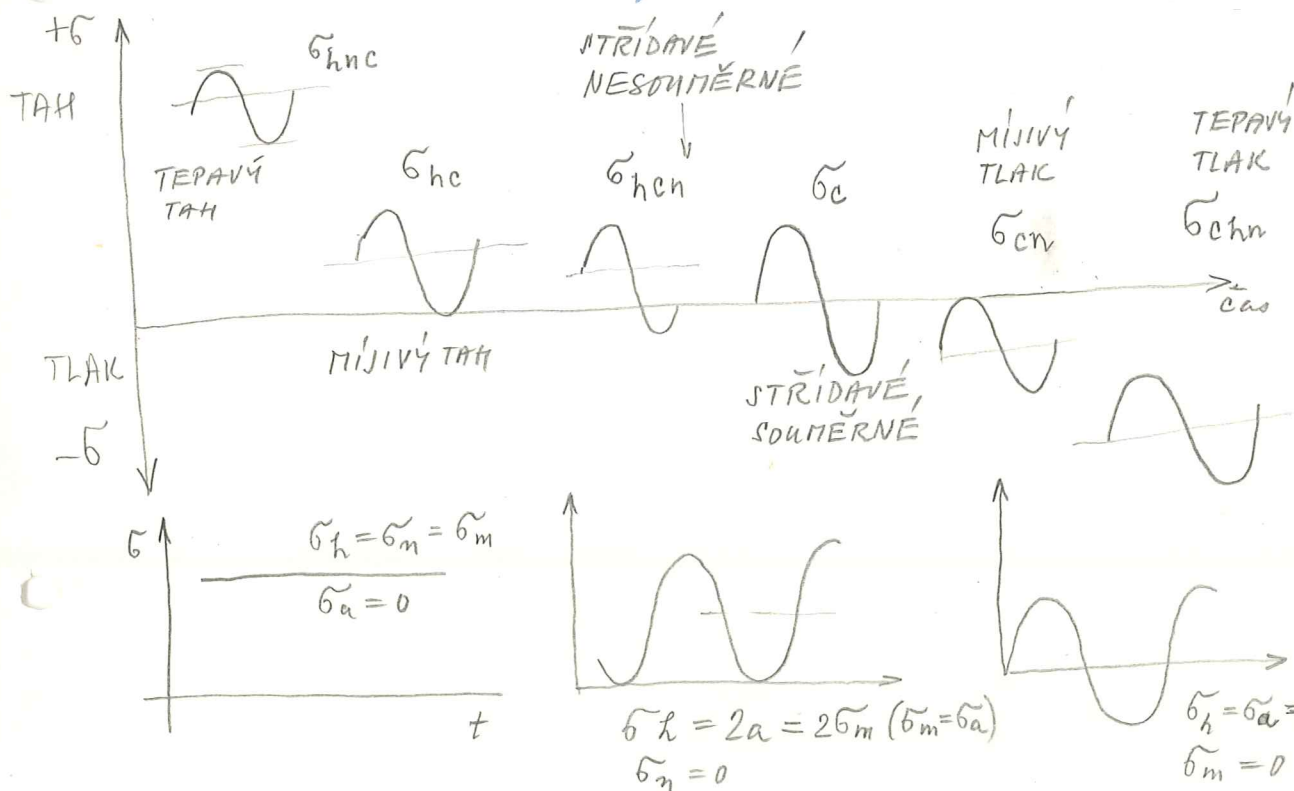
Ustálené cykly - amplituda se p. časem rovná,
 když se mění, jsou výproty obdvi, které jsou
 nezávislé.

Obrazování:

σ_{hc} - index h označí horní, vlevo od c ... tah (+)

σ_{ch} - index h označí horní, vpravo od c ... tlak (-)

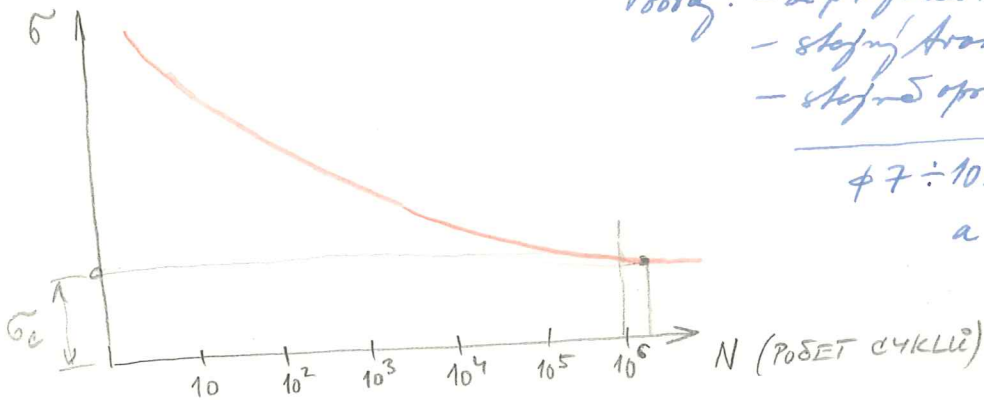
σ_c - souměrný tah, tlak.



2D / 2.3.

Wöhlerova křivka

Zásaditel v minulém století při studiu praskání kolejnic. Praskání nastávalo při cyklickém namáhání hluboko pod mezí kluzu.



- Vzorky: - ze stejného materiálu
- stejného tvaru
- stejné opracování

$\phi 7 \div 10$ mm hladké
a leštěné

16011
Zlinská 307/12

Průběh zkoušek:

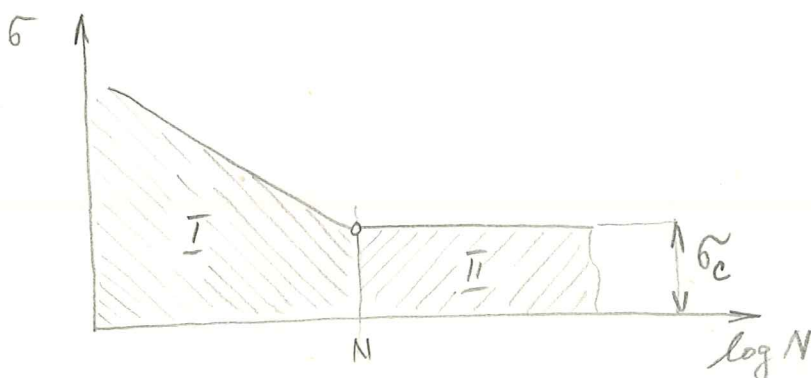
- stejné a různé namáhání, zásaditel na σ_{Pt}
- napětí se snižuje a prodlužuje se počet cyklů, při kterém křivka praskne
- při nejvyšším napětí, kdy materiál vydrží neomezený počet cyklů z křivka teorii - napětí má stejnou meziúnavu

28
12.3.96

Meziúnavu je nejvyšší amplituda při které materiál vydrží neomezený počet cyklů.

Pro ocel $(3 \div 10) \cdot 10^6$ cyklů
měď $50 \cdot 10^6$ cyklů
křemík $(30 - 500) \cdot 10^6$ cyklů

Plastické materiály nemají meziúnavu. Nevýdrží neomezeně dlouhou dobu



Výzkumný ústav materiálu v Praze

- měrná ocel $\sigma_{PE} = (500 \div 1500) \text{ MPa}$

Emp. vorce

TAH stříd. tah, tlak $\bar{\sigma}_{\pm c} = 0,35 \sigma_{PE} (0,32)$
míjivý $\bar{\sigma}_{\pm h(kc)} = 0,61 \sigma_{PE}$

KRUT stříd. $\bar{\tau}_{kc} = 0,25 \sigma_{PE}$
míjivý $\bar{\tau}_{kh(kc)} = 0,49 \sigma_{PE}$

DHYB stříd. $\bar{\sigma}_{oc} = 0,43 \sigma_{PE}$
míjivý $\bar{\sigma}_{oh(kc)} = 0,74 \sigma_{PE}$

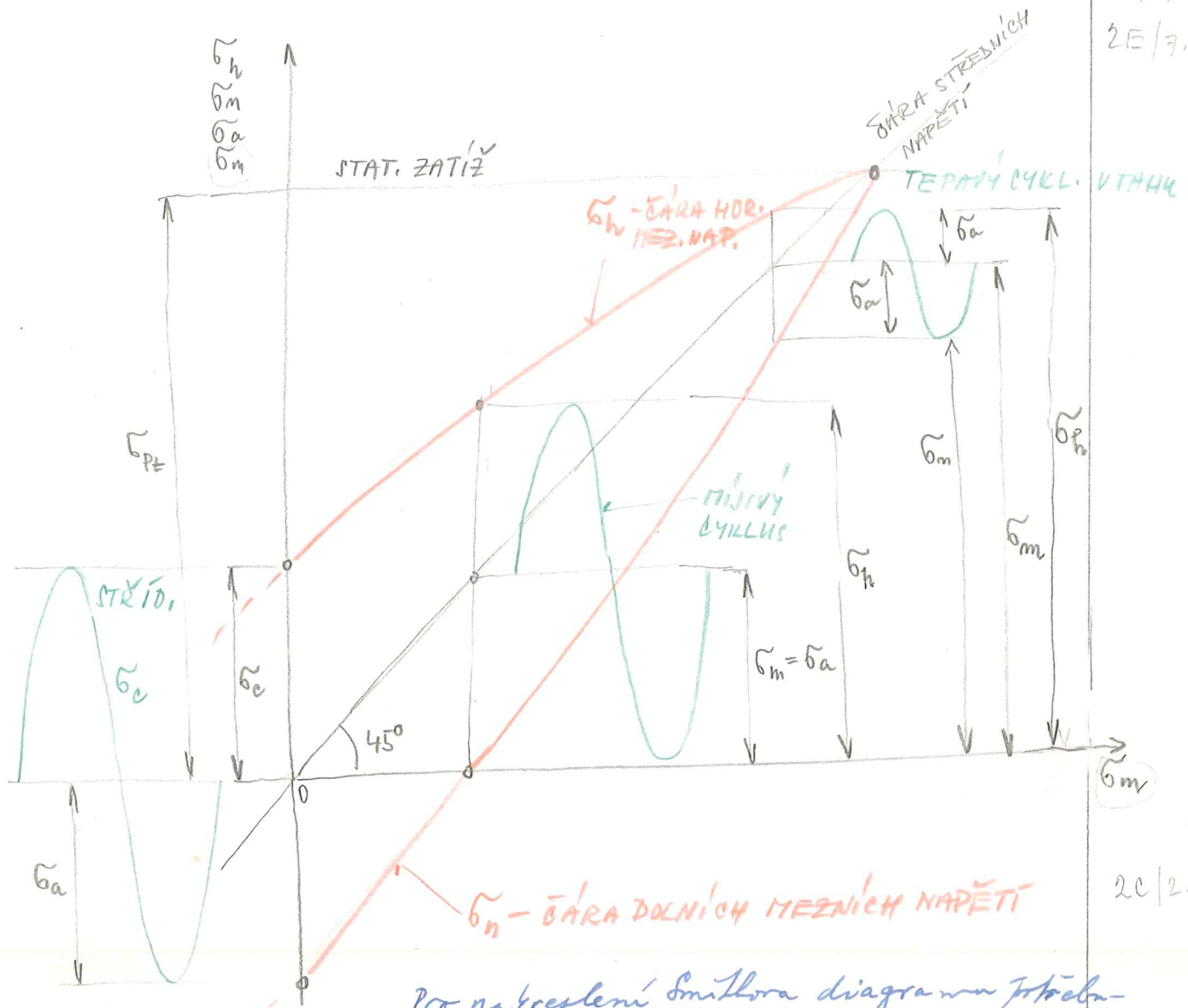
$\bar{\sigma}_c$ - p. zlesazila teplotou roste
- p. roztavení teplotou klesá

SMITHŮV DIAGRAM

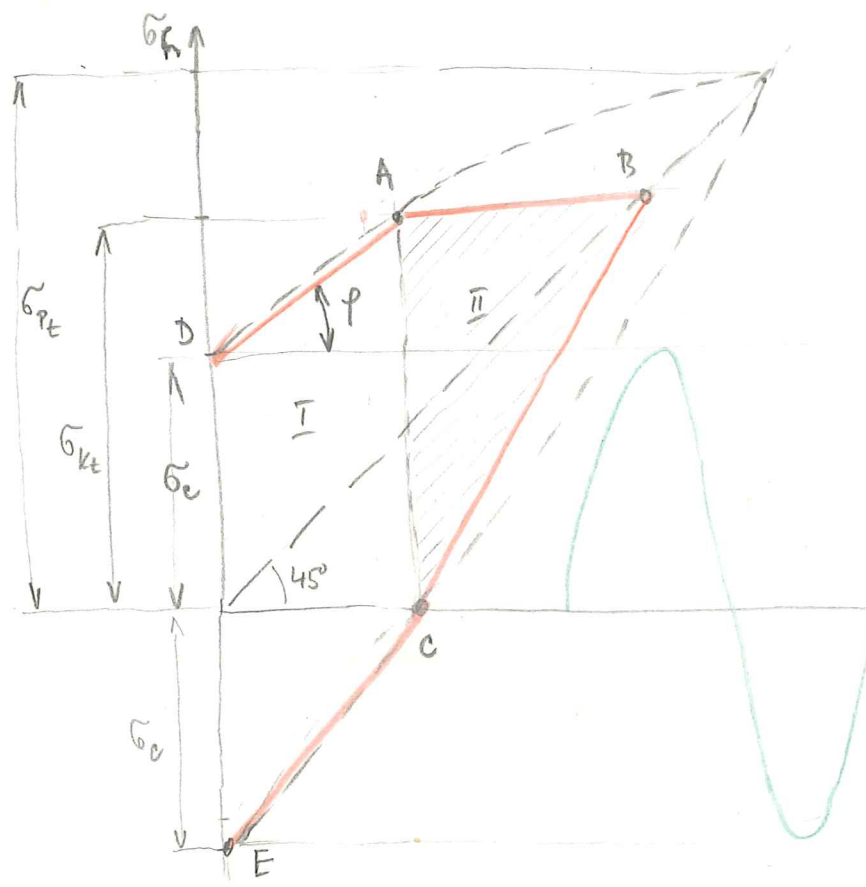
$\bar{\sigma}_c, \bar{\tau}_c$ jsou ve ST str. 56, 57

Pro jiné typy cyklu než je střídavý cyklus s nulou musel provedl velkou řadu zkoušek. Výsledek zkoušek je zachycen ve Smithově diagramu (vždy pro jeden konkrétní materiál)

Každému střednímu napětí ve Wöhllově diagramu odpovídá $\bar{\sigma}_h$, kterému materiál vydrží neomezeně dlouho. Když $\bar{\sigma}_h$ a $\bar{\sigma}_m$ spojíme, dostaneme oblast Smithova diagramu, kde uvnitř křivky Smutajilova napětí - materiál vydrží neomezeně dlouho. Vně křivky dojde k prasknutí



Pro nakreslení Smithova diagramu přičleníme vektory množství ztenčení. V praxi diagram zjednodušíme pomocí přímek.



Pro kreslení musíme vzít: σ_c
 φ
 σ_{kt}

V praxi resíme na místě přetvoří σ_{kt} , protože reálné průřezové deformace.

$$\sigma_c = 0,35 \sigma_{PE}$$

$$\sigma_c = 0,32 \sigma_{PE}$$

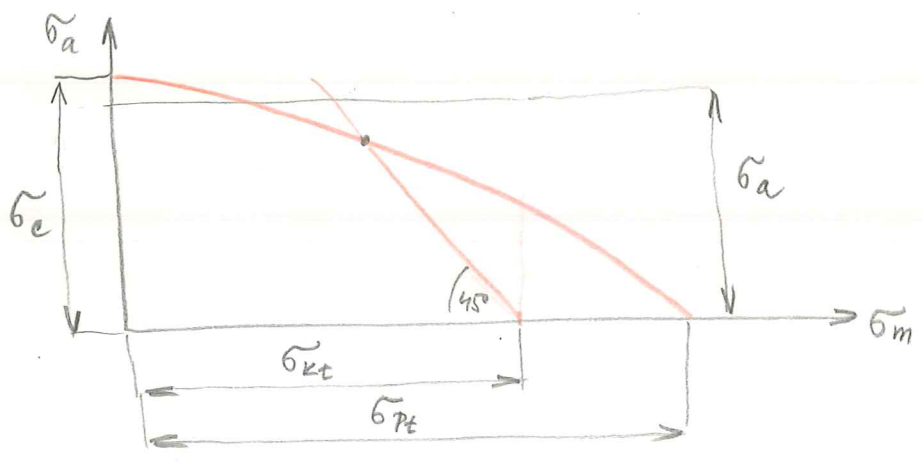
Dobro! vjuda ti materijalu je v obloku I - strida-
 vjel a mišivjel ez elu. Menor vjuda ti v II - kpa vjel ez elu

Konstrukce Smithova diagramu može vjela'zet
 z nulu σ_c , rebr $\sigma_h(\text{kc})$ - korulo mišivelo rapoti'

- ah, ubo klak $\sigma_{th}(\text{kc}) = 1,8 \sigma_{tc}$
- ohyb $\sigma_{oh}(\text{kc}) = 1,65 \sigma_{tc}$
- krut $\tilde{\sigma}_{kt}(\text{kc}) = 1,8 \tilde{\sigma}_{kc}$

σ_{PE}	350 ÷ 500	500 ÷ 700	700 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1500
Ag γ_0 ah, klak $\gamma_0 = 45^\circ$	1	0,95 43,73°	0,9 41,98°	0,8 38,65°	0,75 36,86°
Ag γ_0 krut $\gamma_0 = 45^\circ$	1	1 45°	0,95 43,53°	0,9 41,98°	0,85 40,36°

Nejdy tresline pate' Haighov diagram



Priklad: Smithov diagram
 11500 Ah, klak

$$\sigma_{PE} = 500 \text{ MPa}$$

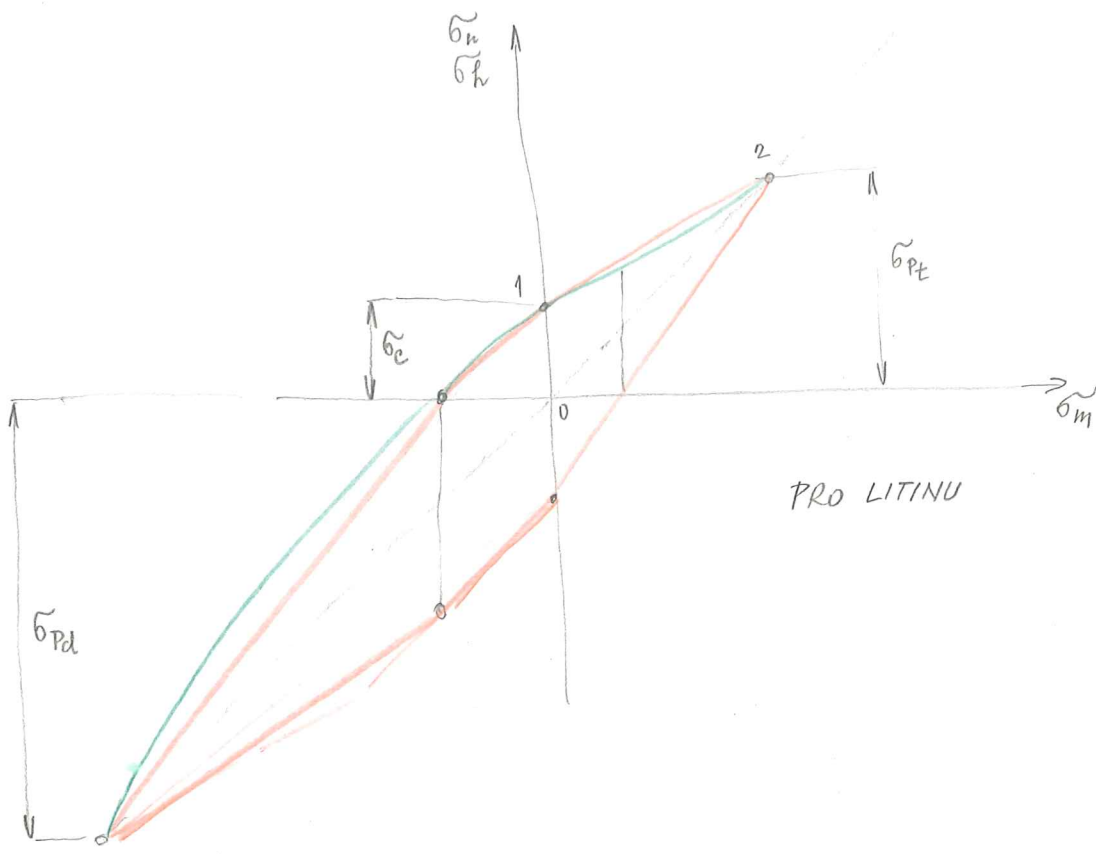
$$\sigma_{kt} = 0,6 \sigma_{PE} = 0,6 \cdot 500 = 300 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tc} = 0,32 \sigma_{PE} = 0,32 \cdot 500 = 160 \text{ MPa}$$

$$\sigma_h(\text{kc}) = 1,8 \sigma_{tc} = 1,8 \cdot 160 = 288 \text{ MPa} - \text{mišiv}'$$

$$\sigma_m = 0,5 \sigma_h = 0,5 \cdot 288 = 144 \text{ MPa}$$

$$\text{Ag } \gamma_0 = 0,95 - \text{priloze } \sigma_{PE} = 500 \div \text{vice}$$



du 4.332
4.333

TVAROVÁ PEVNOST

Cytlivé namáhaní bylo dosud zkonáno na kladném
vodoru. Travné usoty selovají jinak, musíme prová-
dit šortky k snižování mez únavy.

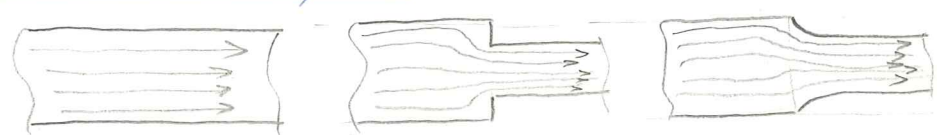
Na mez únavy mají vliv:

- tvar součásti
- velikost součásti
- stav povrchu a vliv montážních
podmínek (např. vrub při nalisování)

Zjišťování meze únavy u součásti ^{konkrétní} provádíme:

- 1) pokusem - což je velmi rákladné
- 2) teoreticky - matematicky (výpočtem)

Každá vrbna povrchu (vrub) zvyšuje napětí
(špičková napětí). Přitováním k proudu kapalin
v hustém proudu odpovídá zvýšení napětí
- koncentrace napětí.



Vliv tvaru, velikosti a stavu povrchu na rozložení napětí.

1) VLIV TVARU

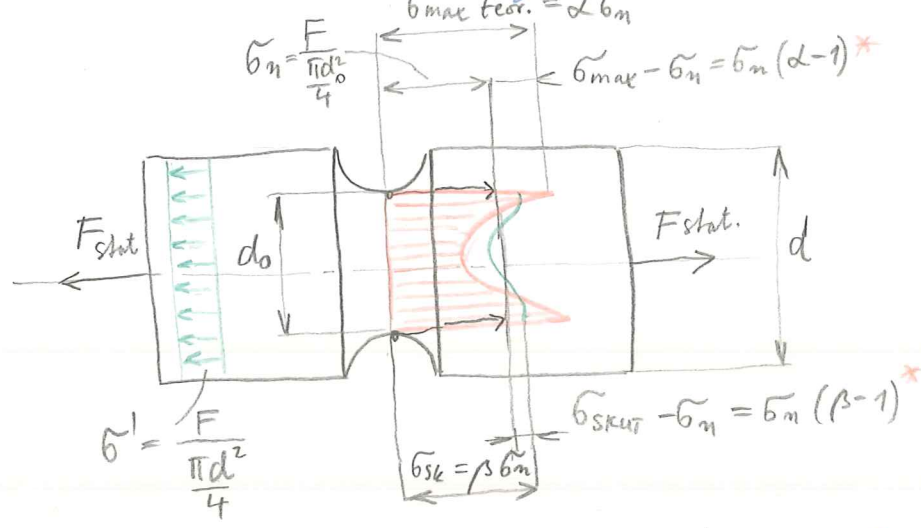
konstrukční vrub - součinitel β vrubový součinitel koncentrace napětí

$$\beta = \frac{\sigma_{skut.}}{\sigma_n}$$

σ_n - rovnoměrně rozloženo napětí v zeslabeném průřezu.

Zjišťujeme vypočtem, nebo na modelu - fotoelastic

součinitel α - tvarový součinitel zjišťujeme statickým naměřením



2D/10.3.

tvarové součinitele α nalezí tab. str. 69 - ST pro různé vruby a typy namáhání.

Druh (střední) oceli má vliv na vrubovou citlivost.

Platí, že čím je materiál méně křehký, tím je na vruby citlivější. (sels - nevám)

Součinitel citlivosti η (ctn)

$$\eta = 0 \div 1$$

$\eta = 0$... nevlivost na vruby - litina

$$\eta = \frac{\sigma_n (\beta - 1)}{\sigma_n (\alpha - 1)}$$

$\eta = \alpha \div 1$... vysoká pevnost legované oceli

Velký vliv! - pros čtenářka!

$$\beta = 1 + (\alpha - 1) \eta$$

$\eta = 0,8 \div 1$... perlitická ocel
 $0,75$... austenitická

η - není jen závislé na materiálu, ale i druhu zatížení, době zatížení atd.

$0,4 \div 0,7$... $\sigma_{\pm} = 370 \text{ MPa}$

$0,5 \div 0,85$... $500 \div 700$

$0,95 \div 1,0$... 1000 MPa , perlit

$0,65 \div 0,95$... Cr-Ni

$0,7 \div 0,8$... Cr-ocel

Zpracování β je v řadě grafů

u.s. str. 342 a 343

ST str. 70

2) VLIV VELIKOSTI SOUČASTI

S velikostí součásti roste počet vnitřních vad, povrchových vad, prasklů po nepřesném zpracování, proto jsou osazeny mikroplastickými deformacemi a pod.

Soudinitel velikosti E_m

diagram u.s. str. 344

ST str. 71

3) VLIV STAVU POUVRCHU

Podatek únavové pevnosti je vždy na povrchu součásti (největší napětí v krajních vlákních)

Soudinitel stavu povrchu E_p

Na př. - oceli Cr-Mn s vyraženým šípem na broušeném povrchu snižuje únavu až o 25%

- Vad broušením u cementovaného povrchu může být až 50%

- Zvýšená napětí rostou u povrchu válců kvantálně nebo stoprocentně.

u.s. str. 345

ST str. 71

Proražení

U cyl. namázané součásti se mezi tělem a povrchem stává mezi výřezem štěr, že nastává opotřebení materiálu.

SBIRKA

str. 147

obr. 4.194

26/9.3.

18.3.96

2B

2E/10.3.

Smíšená meze únavy pro plukovou součást

$$\underline{\underline{\sigma_{cef} = \sigma_c \frac{E_m E_p}{\beta}}}$$

σ_c - meze únavy pro hladký svazek TAB.

Určení dynamické bezpečnosti při jedné napětí

1) STRÍDAVÝ SOUĚRNÝ CYKLUS

Nepotřebujeme kreslit Smithův diagram

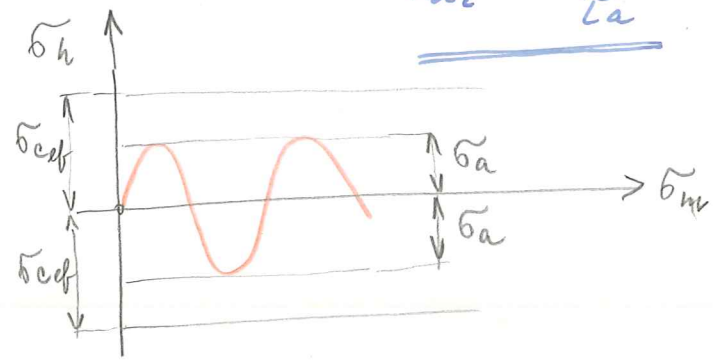
Dynamická bezpečnost

$$\underline{\underline{k_{d\sigma} = \frac{\sigma_{cf}}{\sigma_a}}}$$

pro normální napětí

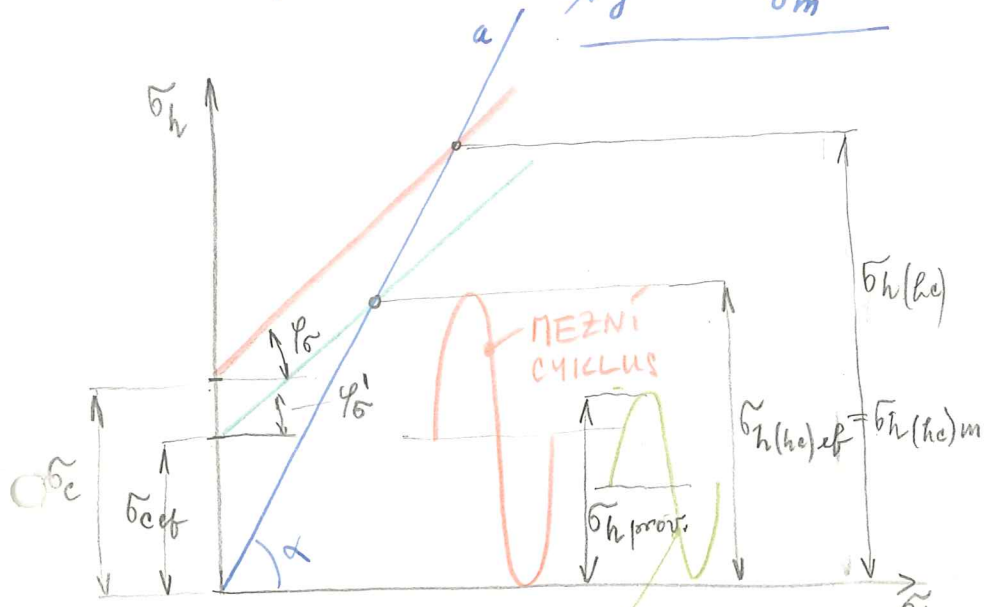
$$\underline{\underline{k_{d\sigma} = \frac{\tilde{\sigma}_{cf}}{\tilde{\sigma}_a}}}$$

pro křivá napětí



2) MÍJIVÝ CYKLUS

Když známe $\sigma_h(hc)$ pak nemusíme kreslit Smithův diagram. Diagram ale kreslíme. Horní napětí leží na přímce (bylo uvedeno před dříve) a a její směrnice $\tan \alpha = \frac{\sigma_h}{\sigma_m} = 2 \dots (\alpha = 63,43^\circ)$



$$\sigma_{cef} = \sigma_c \frac{E_m E_d}{\beta}$$

$$\underline{\underline{\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\tan \frac{\alpha}{2} - 1}{\beta}}}$$

PROVNĚNÍ CYKLUS

$$k_d = \frac{\text{horní (střední) napětí měrného cyklu}}{\text{horní (střední) napětí provoz. cyklu}}$$

$$k_d = \frac{\sigma_h(kc)_{mef}}{\sigma_h(kc)_{ef \text{ provozní}}}$$

Když je $\sigma_h(kc)$ vektorově σ_k pak $k_d = \frac{\sigma_k}{\sigma_h(kc)_{ef \text{ provozní}}}$

2D / 14.3.

3) NESYMMETRŇNÝ CYKLUS

Musíme vždy kreslit Smithův diagram

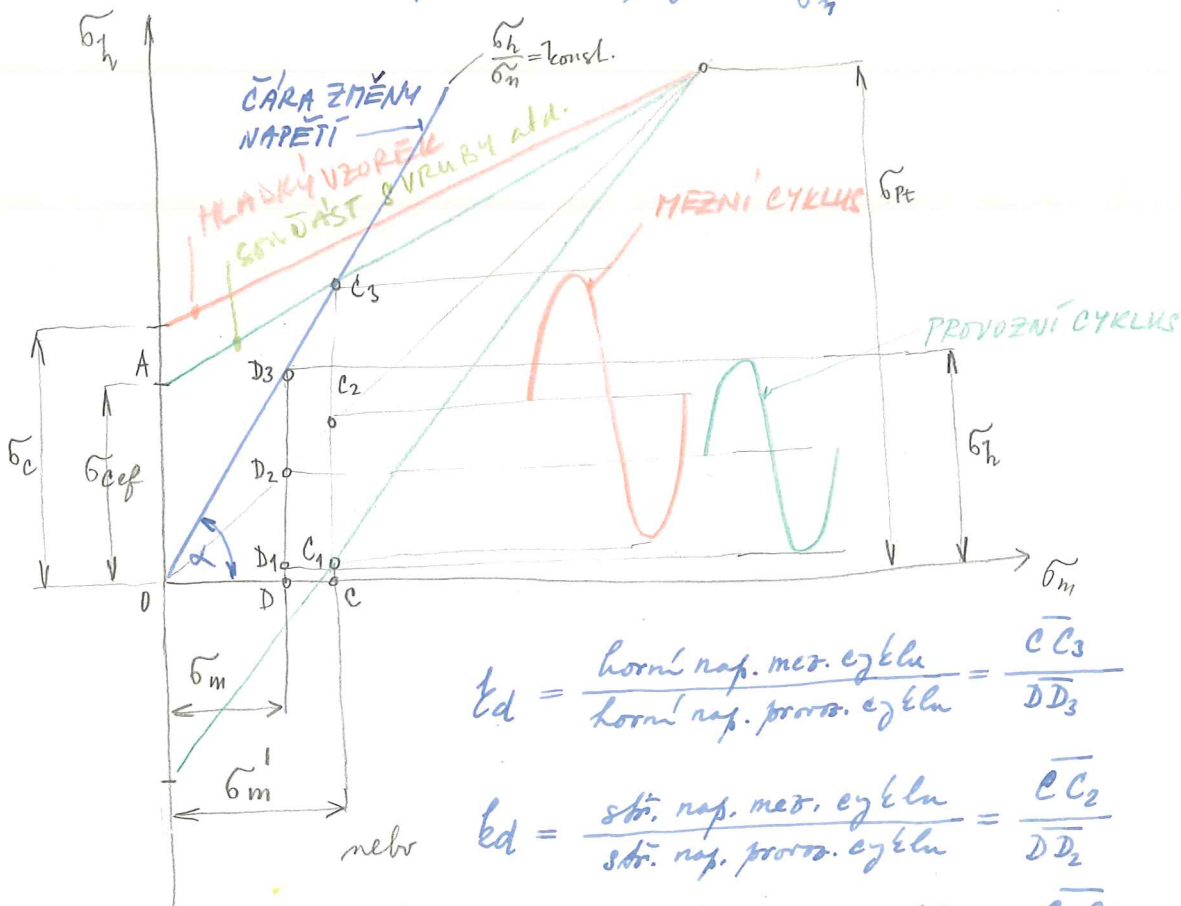
[a) Metoda Söderbergerova (Söderbergerova)
předpokládá, že provozní a měrný cyklus je podobný.

2C / 10.3.

$$\frac{\sigma_h}{\sigma_n} = \text{konst.} \quad \frac{\sigma_a}{\sigma_m} = \text{konst.}$$

pak horní napětí všech cyklů leží na přímce v průměru $\sigma_d = \frac{\sigma_h}{\sigma_n}$

2E / 14.3.



$$k_d = \frac{\text{horní nap. měrn. cyklu}}{\text{horní nap. provoz. cyklu}} = \frac{CC_3}{DD_3}$$

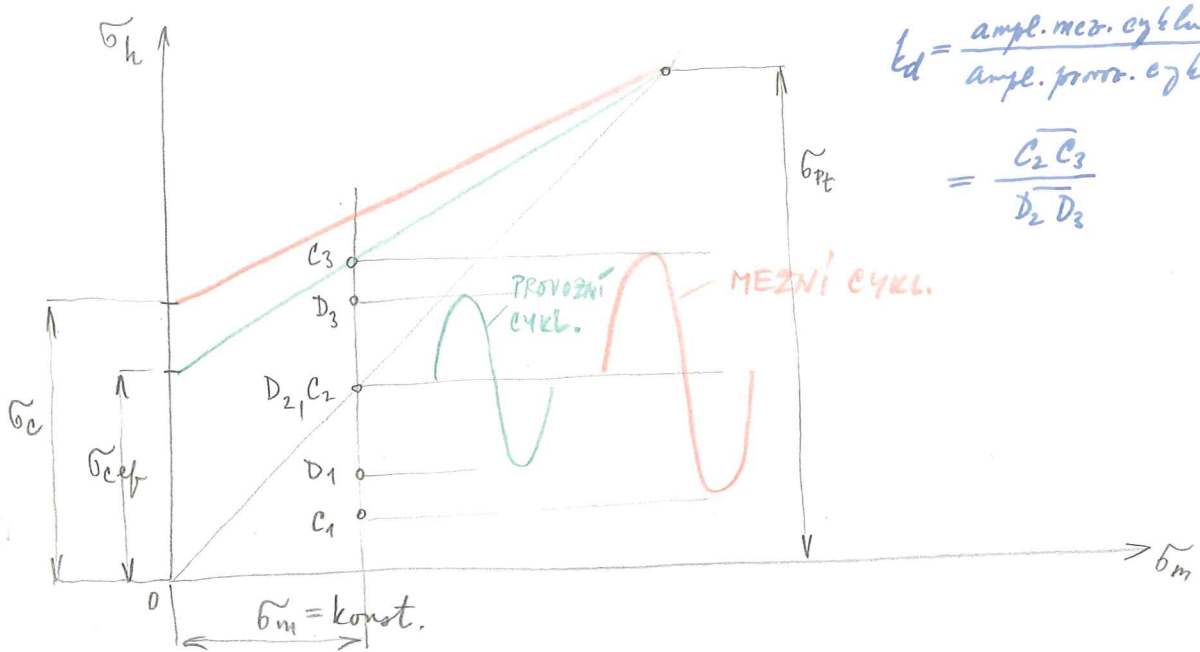
$$\text{nebo } k_d = \frac{\text{stř. nap. měrn. cyklu}}{\text{stř. nap. provoz. cyklu}} = \frac{CC_2}{DD_2}$$

$$\text{nebo } k_d = \frac{\text{ampl. nap. měrn. cyklu}}{\text{ampl. nap. provoz. cyklu}} = \frac{C_2 C_3}{D_2 D_3}$$

Odměřujeme vše z Smithova diagramu

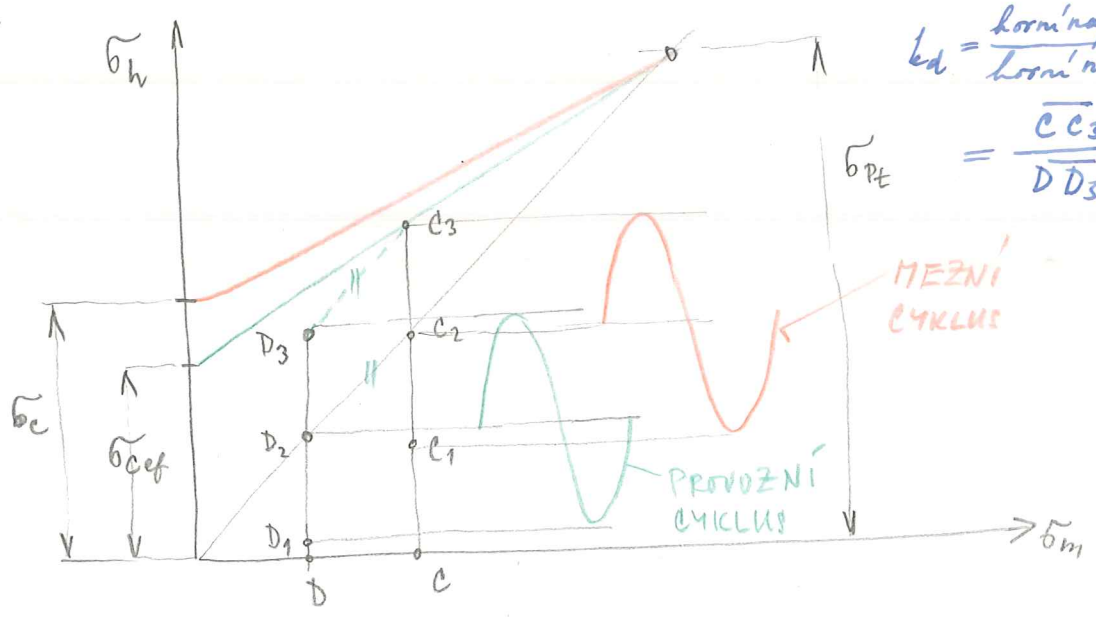
b) Střední napětí je konstantní.

Platí pro proudnice, nebo proudný tyč. Střední napětí je dáno zatížením vodiče, amplituda mezního vlnění.



$$k_d = \frac{\text{ampl. mezn. cyklu}}{\text{ampl. provoz. cyklu}} = \frac{\overline{C_2 C_3}}{D_2 D_3}$$

c) Amplituda je konstantní, zatížení se mění

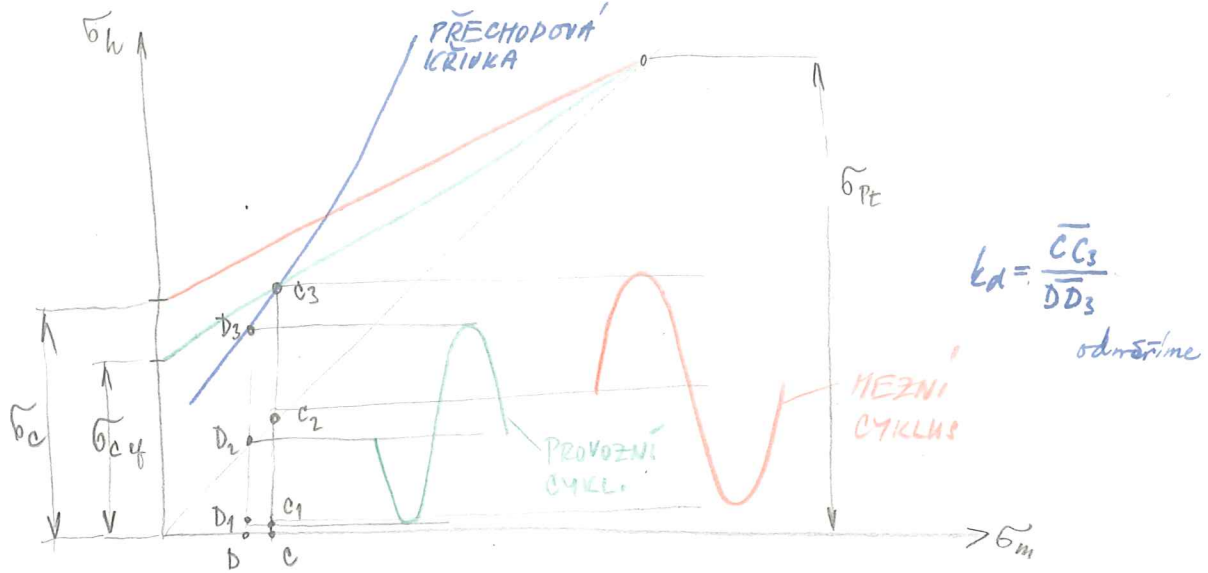


$$k_d = \frac{\text{horní nap. mezn. cyklu}}{\text{horní nap. provoz. cyklu}} = \frac{\overline{C C_3}}{D D_3}$$

2D | 15.3.

V obecném případě, kdy není splněna žádná z předložených podmínek ($\sigma_m \neq \text{konst.}$, $\sigma_a \neq \text{konst.}$) kdy předloz proudnosti je dána kvadratická, ktorou modíme pokusem je

$$k_d = \frac{\text{horní nap. mezn. cyklu}}{\text{horní nap. provoz. cyklu}} = \frac{\overline{C C_3}}{D D_3}$$



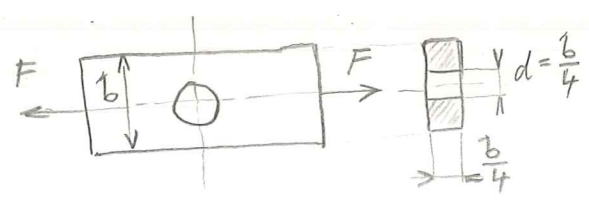
VOĽBA VEĽIKOSTI DYNAMICKÉHO SOUČiniteLE BEZPEČNOSTI

$k_d = 1$ - teoretický výhľad
 S ohľadom na trvanlivosť materiálu volíme
 $k_d > 1$

$k_d = 1,5 \div 3$... při výpočtu na únavu
 $k_d = 1,3 - 1,4$... při výpočtu na odolnost proti plastic. úm. defor.

2C | 14.3.

Příklad:



$F_1 = 1000 \text{ N}$ (tlač.)
 $F_a = 4000 \text{ N}$
 11500 - je menší opora

$F_{min} = F_1 - F_a = 1000 - 4000 = -3000 \text{ N}$
 $F_{max} = F_1 + F_a = 1000 + 4000 = 5000 \text{ N}$

$\frac{\sigma_h}{\sigma_m} = \text{konst.}$
 $k_d = ?$

Střídavé namáhání III.

Pro výpočet rozměru použijeme dříve používaný postup $k=2$

$\sigma_{DIII} = \frac{0,6 \sigma_{PE}}{k} \quad c_{III} = \frac{0,6 \cdot 500}{2} \cdot 0,65 = \underline{97,5 \text{ MPa}}$

$F_{max} = 5000 \text{ N}$

$S = \frac{F_{max}}{\sigma_{DIII}} = \frac{5000}{97,5} = 51,28 \text{ mm}^2$

$S = (b - \frac{b}{4}) \frac{b}{4} = \frac{3}{4} b \cdot \frac{b}{4} = \frac{3}{16} b^2$

$b = \sqrt{\frac{16S}{3}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 51,28}{3}} = 16,53 \text{ mm}$ volíme $b = 20 \text{ mm}$

2D | 16.3.

Pro Smithův diagram potřebujeme

$$\sigma_{Pt} = 510 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{kt} = 0,6 \cdot \sigma_{Pt} = 300 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tc} = 0,32 \sigma_{Pt} = 160 \text{ MPa} \quad (\text{ST str. 56, } \sigma_{co} = 175 \div 215 \text{ MPa})$$

$$A_g \gamma = 0,95$$

Určení součinitele:

frakce $\alpha = 2,4$ ST str. 69

útlivost $\eta = 0,6$ ($0,5 \div 0,85$) odhad

velikost $E_m = 1$ (pro tah ... 1)

porovnu $E_p = 0,83$ ST str. 71 - jenž oprac.

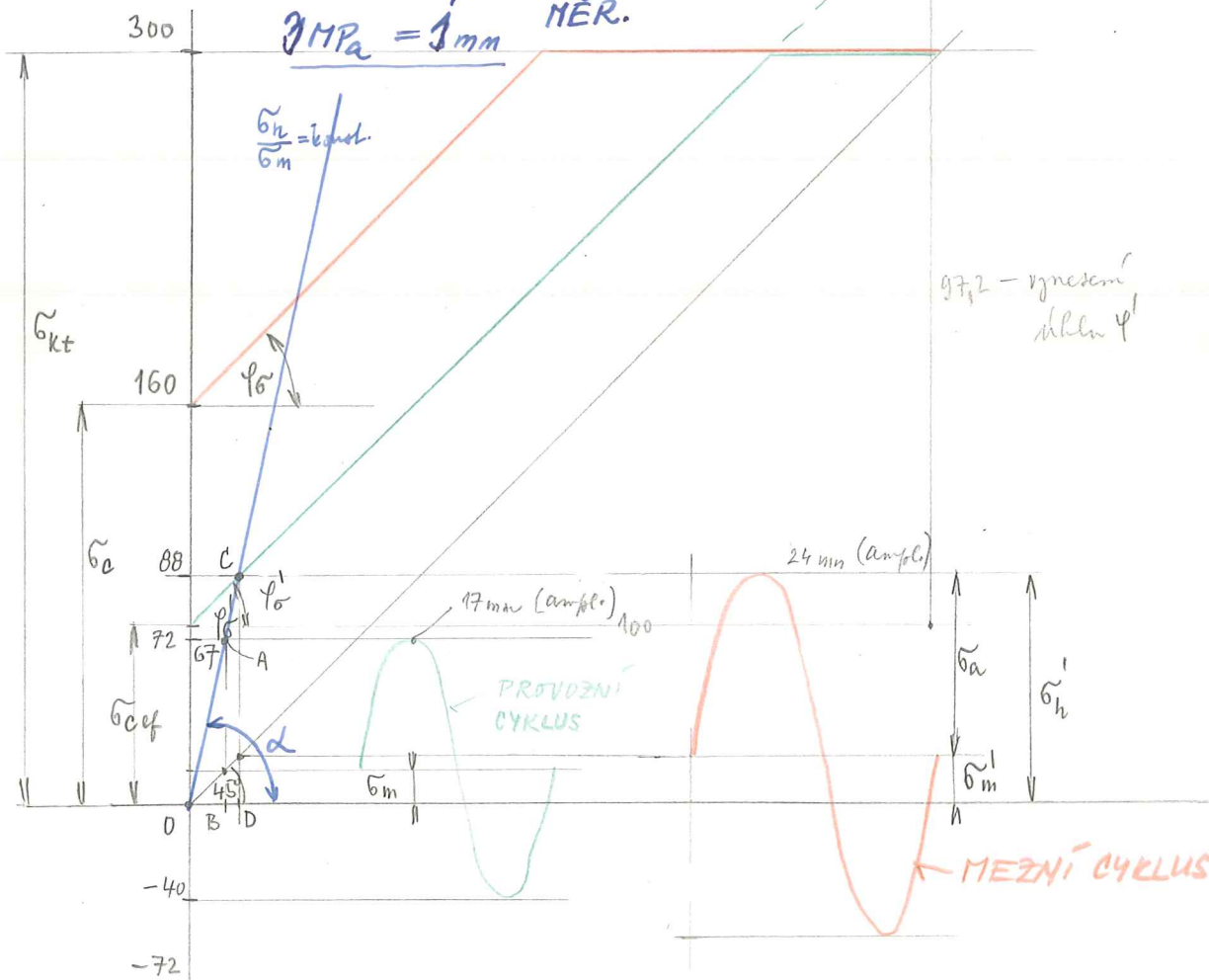
2B

22.7.96

vrubový součinitel $\beta = 1 + \eta(\alpha - 1) = 1 + 0,6(2,4 - 1) = 1,84$

$$\sigma_{cef} = \sigma_c \frac{E_m E_p}{\beta} = 160 \frac{1 \cdot 0,83}{1,84} = 72 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ mm MĚŘ.}$$



$$A_g \gamma' = 1 + \frac{A_g \gamma - 1}{\beta} = 1 + \frac{0,95 - 1}{1,84} = 0,972 \quad (\gamma' = 44,2^\circ)$$

$$\bar{\sigma}_h = \frac{F_{max}}{\frac{3}{16} b^2} = \frac{5000}{\frac{3}{16} 20^2} = 67 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_m = \frac{F_{min}}{S} = \frac{-3000}{\frac{3}{16} 20^2} = -40 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_m = \frac{\bar{\sigma}_h + \bar{\sigma}_m}{2} = \frac{67 - 40}{2} = 13,5 \text{ MPa}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\bar{\sigma}_h}{\bar{\sigma}_m} = \frac{67}{13,5} = 4,96 \dots \alpha = 78,6^\circ$$

$$\bar{\sigma}_h' = 88 \text{ MPa} \text{ --- odměřeno z diagramu (bod C)}$$

$$\bar{\sigma}_m' = \frac{\bar{\sigma}_h' \bar{\sigma}_m}{\bar{\sigma}_h} = \frac{88 \cdot 13,5}{67} = 17,73 \text{ MPa} \text{ --- } \left(\frac{\bar{\sigma}_h}{\bar{\sigma}_m} = \frac{\bar{\sigma}_h'}{\bar{\sigma}_m'} = \text{konst.} \right)$$

(ze zadaní)

$$k_d = \frac{CD}{AB} = \frac{88}{67} = 1,31 \text{ --- vzhledy odlišnosti proti plastické deformaci}$$

Poznámka:

Rozdíl proti ušlechtilci nastává ve volbě ϵ_p a η !

2B

25.3.2016

2E/47-3-

URČENÍ DYNAM. BEZPEČNOSTI PŘI SLOŽENÉ NAPJATOSTI

- Řešení buď postupně na vzorech, nebo výpočet podle Ferrisovy rovnice

Mez únavy podle Ferrisovy rovnice a pružnosti:

$$\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma} \text{ --- } \sigma \text{ Ferris (HMH)}$$

$$\bar{\sigma}_{red}^2 = \bar{\sigma}_a^2 + 3\bar{\tau}_a^2 = \bar{\sigma}_a^2 + [(\sqrt{3})\bar{\tau}_a]^2$$

$$\bar{\sigma}_c^2 = [(\sqrt{3} \cdot \bar{\tau}_c)]^2 \text{ --- předloží rovnici delšího tvaru v jazyce}$$

$$\underline{\underline{\left(\frac{\bar{\sigma}_{red}}{\bar{\sigma}_c} \right)^2 = \left(\frac{\bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}_c} \right)^2 + \left(\frac{\bar{\tau}_a}{\bar{\tau}_c} \right)^2}}$$

$$\frac{\bar{\sigma}_c}{\bar{\sigma}_{red}} = k_d \text{ --- celková dynam. bezpečnost}$$

$$\frac{\bar{\sigma}_c}{\bar{\sigma}_a} = k_{do} \text{ --- dynam. bezpečnost pro úhyb}$$

$$k_{dk} = \frac{\bar{c}_c}{\bar{c}_a} \dots \text{dynam. bezpečnosť pro trnit}$$

$$\frac{1}{k_d^2} = \frac{1}{k_{d0}^2} + \frac{1}{k_{dk}^2}$$

$$k_d = \frac{k_{d0} \cdot k_{dk}}{\sqrt{k_{d0}^2 + k_{dk}^2}} \quad \text{podle 5. teorie pruvahu}$$

když $k_{d0} = k_{d0} = 1 \dots k_d = \frac{1 \cdot 1}{\sqrt{1+1}} = 0,7$

$k_{d0} = k_{d0} = \sqrt{2} \quad k_d = \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{2+2}} = 1,0$

Pro přehled je uvedena v n.š. str. 357 tab.

2D | 17.3.

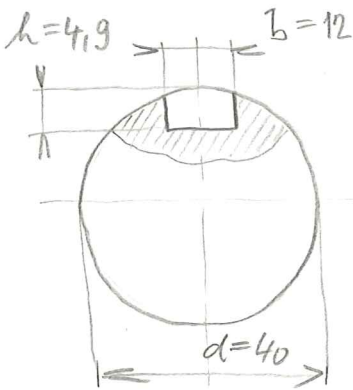
Poznámka:

litina nemá žádnou vrubovou citlivost (grafit lupinový, křupavá) struktura - mikro-sloplelé vruby) proto je vhodná pro tvarové plodité díly. Dobře slouží kmitů a odolává při vysokém napětí. (Kleťové křídle automobilů)

2C | 16.3.

kvůli!

Příklad: Hřídel pro drážku pro pero z 11600 je zatížena



$M_k = 3 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$ - trnit je mírný

$M_0 = 3,25 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$ - obzvl. standard pouhý

Porcel křídle je bravený

vypočet k_{d0} - obzvl. (standard) pouhý

NEKRESLIME SMITHOV DIAGR.

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bh(d-h)^2}{2d}$$

pro přibližný výpočet.

jinak je výpočet velmi složitý

$$W_0 = \frac{\pi \cdot 40^3}{32} - \frac{12 \cdot 4,9(40 - 4,9)^2}{2 \cdot 40} =$$

$$= 6283 - 905,5 = 5378 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{0max} = \frac{M_0}{W_0} = \frac{3,25 \cdot 10^5}{5378} = \underline{\underline{60,43 \text{ MPa}}}$$

Podle empirického zdroje

$$\sigma_{oc} = 0,43 \sigma_{Pt} = 0,43 \cdot 600 = \underline{258 \text{ MPa}}$$

$$\rho = 1,75 \text{ uS. st. 343}$$

$$\epsilon_p = 0,93$$

345 ST 70,71

$$\epsilon_m = 0,85$$

344

$$\sigma_{oc ef} = \sigma_c \frac{\epsilon_p \epsilon_m}{\rho} = 258 \frac{0,93 \cdot 0,85}{1,75} = 116,54 \text{ MPa}$$

$$k_{do} = \frac{\sigma_{oc ef}}{\sigma_{max}} = 1,93$$

Počítání: pro střídavé namáhání nemusíme testit Smithov diagram.

Výpočet k_{dk} - krut (mířivý)

Musíme testit Smithov diagram!

$$W_k = \frac{\pi}{16} d^3 - \frac{b h (d-h)^2}{2d} = \frac{\pi \cdot 40^3}{16} - 905,5 = 12566 - 905,5 = \underline{11660,5 \text{ mm}^3}$$

$$\tilde{\tau}_{max} = 2 \tilde{\tau}_a = \frac{M_k}{W_k} = \frac{3 \cdot 10^5}{11660,5} = 25,72 \text{ MPa}$$

$$\tilde{\tau}_{kc} = 0,25 \sigma_{Pt} = 0,25 \cdot 600 = 150 \text{ MPa} - \text{empiricky zdroj}$$

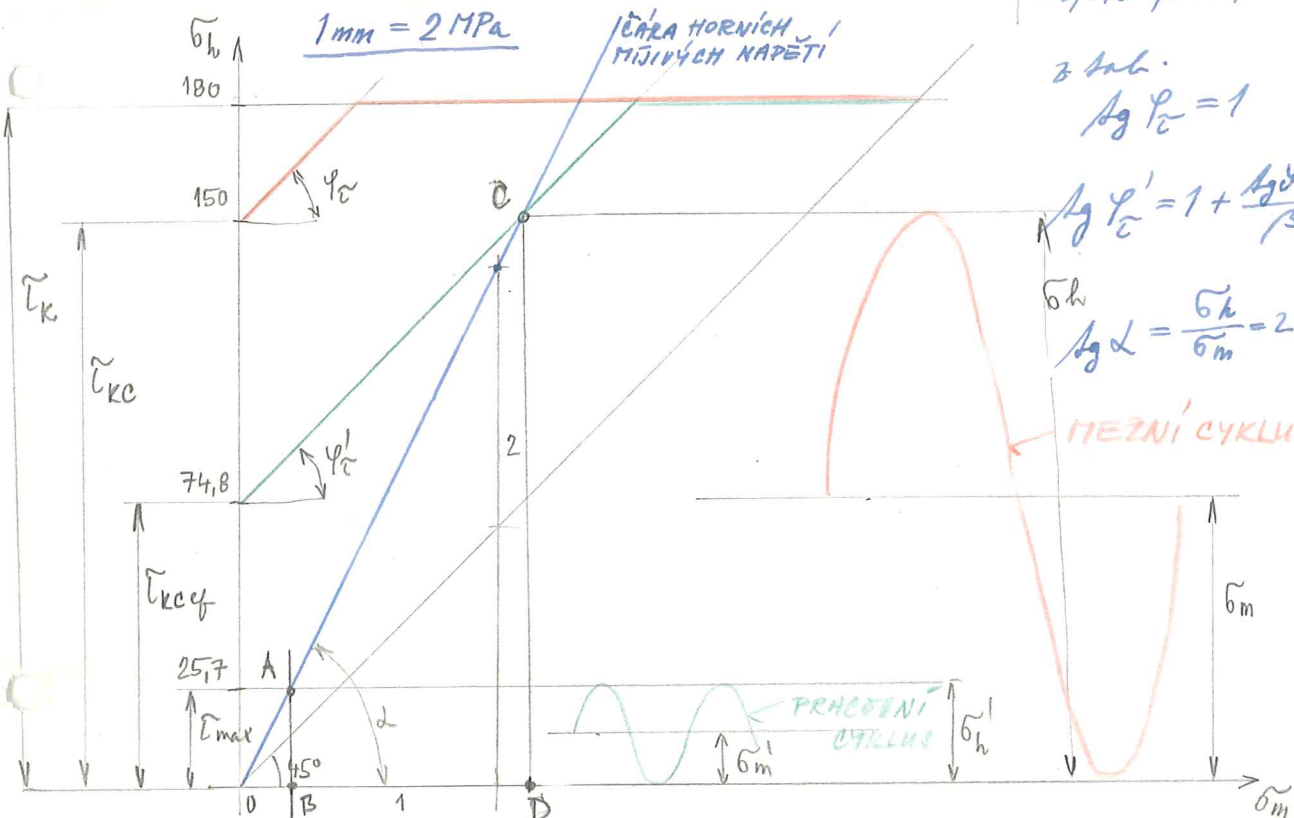
$$\tilde{\tau}_{kc ef} = \tilde{\tau}_{kc} \frac{\epsilon_{pk} \epsilon_m}{\rho_k} = 150 \frac{0,96 \cdot 0,8}{1,54} = 74,8 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 1,54$$

$$\epsilon_m = 0,8$$

$$\tilde{\tau}_k = 0,6 \sigma_k = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 500) = 180 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{pk} = 0,575 \epsilon_{p0} + 0,425 = 0,575 \cdot 0,93 + 0,425 = 0,96$$



$$z \text{ tab. } A_g \rho_c = 1$$

$$A_g \rho_c' = 1 + \frac{A_g \rho - 1}{\rho} = 1$$

$$A_g \rho = \frac{\sigma_h}{\sigma_m} = 2$$

2 B
26.3.96

2E/21.3.

2C/17.3

$$k_{cd} = \frac{cD}{AB} = \frac{150}{25,72} = \underline{\underline{5,83}}$$

$$k_d = \frac{k_{ds} \cdot k_{dc}}{\sqrt{k_{ds}^2 + k_{dc}^2}} = \frac{1,93 \cdot 5,83}{\sqrt{1,93^2 + 5,83^2}} = \frac{11,25}{6,14} = \underline{\underline{1,83}}$$

$$\begin{array}{r} 4,346 \\ 4,349 \\ \hline 4,350 \\ ,351 \\ ,852 \end{array}$$

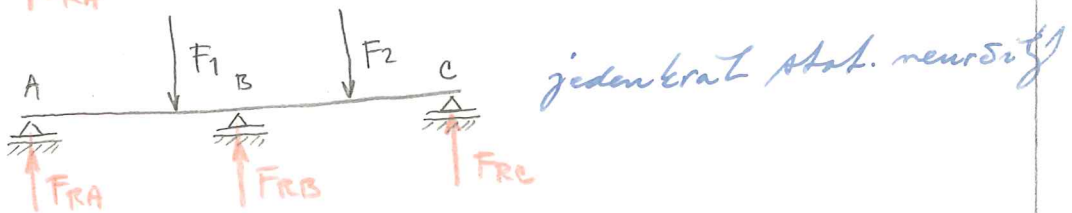
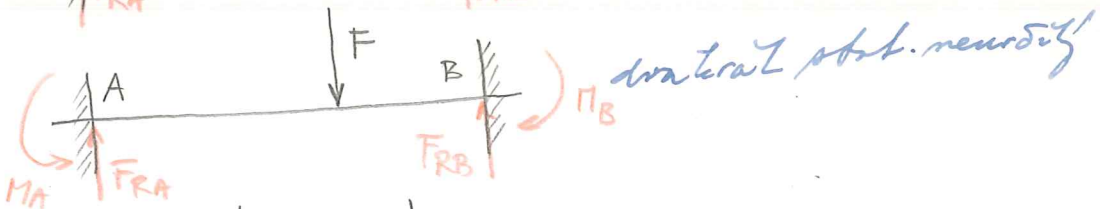
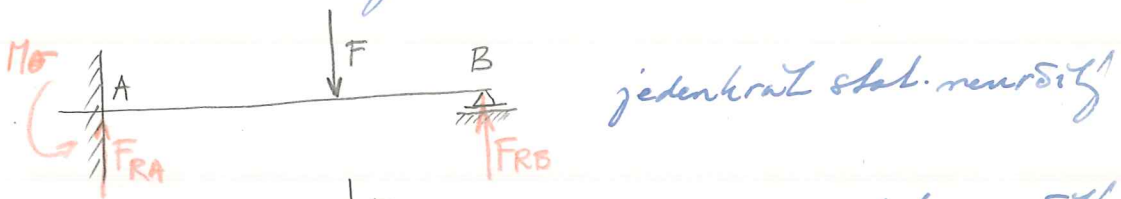
Haigher diagram!

STATICKY NEURČITÉ NOSNÍKY

Obecně uvažujeme zda je nosník staticky určitý, nebo neurčitý podle počtu rovnic rovnováhy a počtu reaktívních míjel.

Spíš \perp k ose nosníku: $\Sigma F_y = 0$ 2 rovnice
 $\Sigma M = 0$

Při 3 neznámých jedenkrát staticky neurčitý
 4 neznámých --- dvakrát staticky neurčitý



Zbývá-li nám neznámou určíme z deformačních podmínek.

Metoda porovnávací deformací

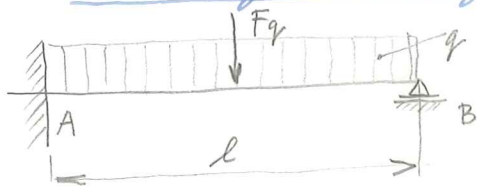
Rozbor def. podmínek uvedení případů:

- a) průhyb
 - b) průhyb a úhel natožení
- } položíme rovnice

Sh

20 | 21.3. + 1051

Řešení jednodílné nosné tyče.



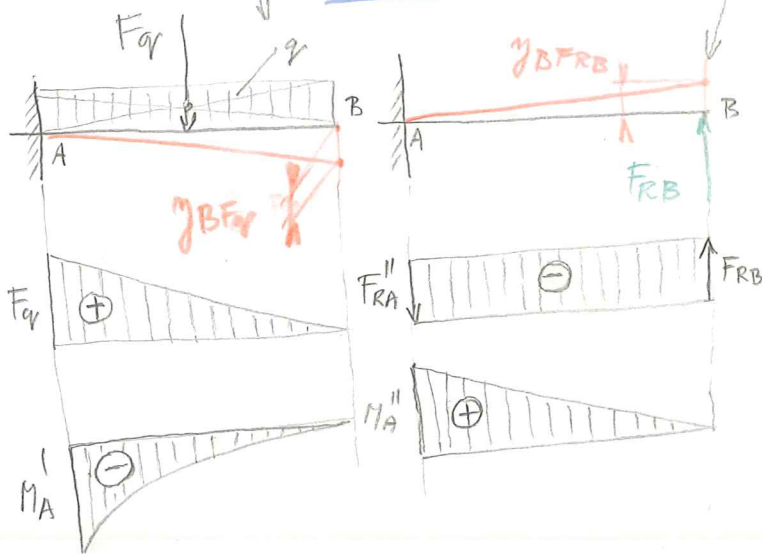
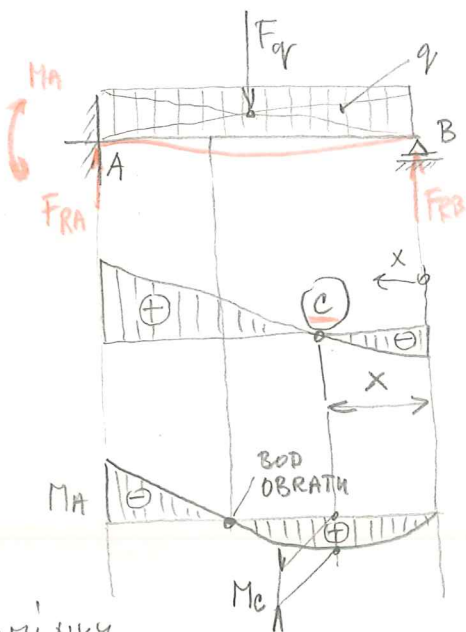
Průhyb v místě B je nula

$$|y_{BFq}| = |y_{BFRB}|$$

$$\frac{F_q l^3}{8EJ} = \frac{F_{RB} \cdot l^3}{3EJ} \quad \text{uš. str. 238 ST str. 60-61}$$

$$\circledast F_{RB} = \frac{3}{8} F_q = \frac{3}{8} q l$$

2C / 23.3.



2E / 24.3.

PODMÍNKY ROVNOSTAVY:

$$\sum F_y = 0 \dots F_{RA} - F_q + F_{RB} = 0 \dots \underline{\underline{F_{RA} = \frac{5}{8} F_q}}$$

$$\sum M_A = 0 \dots F_{RB} l - F_q \frac{l}{2} - M_A = 0 \dots \underline{\underline{M_A = -\frac{F_q l}{8}}}$$

2D / 23.3.

Vzdálenost x kde je proužkový štěr nulový

2B
2.4.96

$$F_{RB} = F_q x = 0$$

$$\frac{3}{8} q l = q x$$

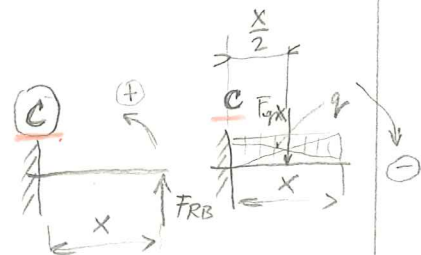
$$\underline{\underline{x = \frac{3}{8} l}}$$

Moment v místě C:

$$M_c = F_{RB} \cdot x - \frac{q x^2}{2} =$$

$$= \frac{3}{8} F_q \frac{3}{8} l - \frac{q}{2} \left(\frac{3}{8} l\right)^2 = \frac{9}{64} F_q l - \frac{q}{2} l^2 \frac{9}{64} =$$

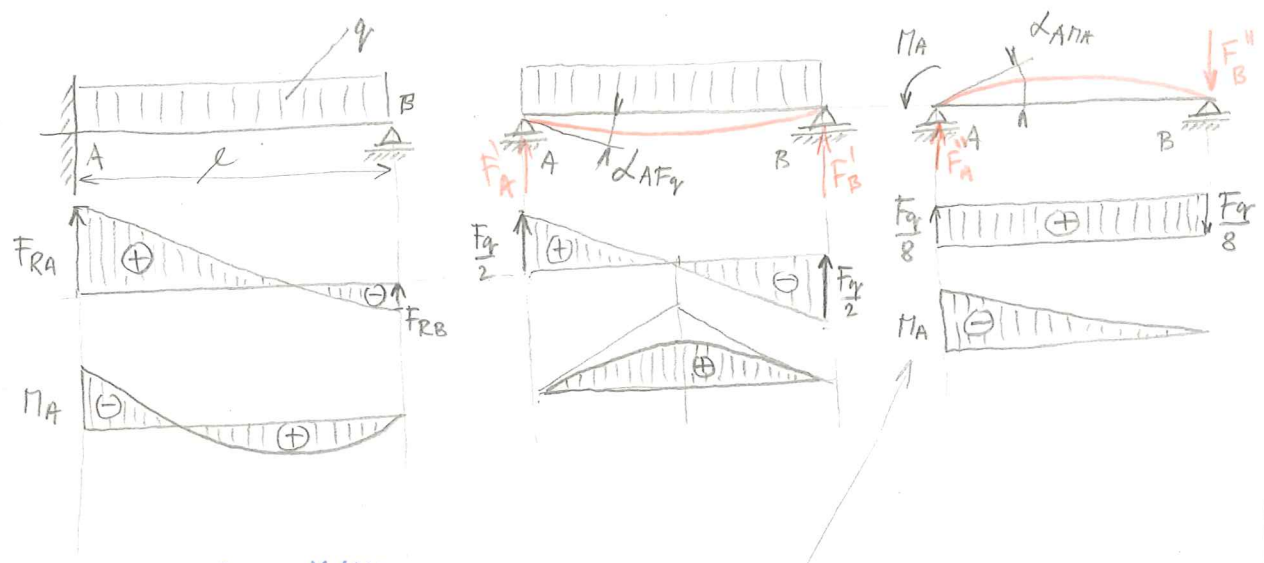
$$= F_q l \left(\frac{9}{64} - \frac{9}{128}\right) = + \underline{\underline{\frac{9 F_q l}{128}}}$$



Momax = MA

Určeme druhou podmínku, kdy úhel natožení v místě velikosti je roven nule. V MÍSTĚ (A)

$$|\alpha_{AFq}| = |\alpha_{AMA}|$$



2C | 28.3.
2E | 28.3.

z tab XVII

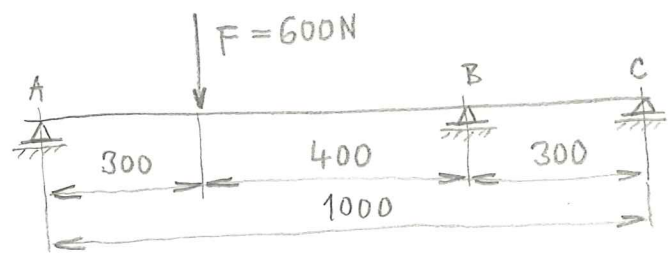
$$\frac{F_q l^2}{24EJ} = -\frac{M_A l}{3EJ} \dots \quad M_A = -\frac{F_q l}{8} \quad \text{Moment dřevnice}$$

$$M_A = F_{RB} l - \frac{F_q l}{2} \dots \quad F_{RB} = -\frac{F_q}{8} + \frac{F_q}{2} = \underline{\underline{\frac{3}{8} F_q}}$$

$$F_{RA} = \underline{\underline{\frac{5}{8} F_q}}$$

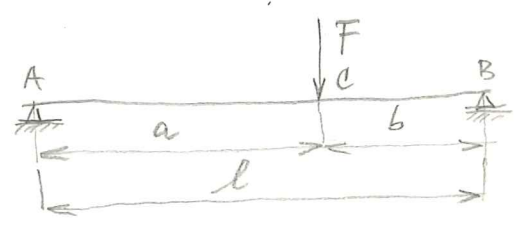
Druhá podmínka vede ke stejným výsledkům.

2) Nosník na třech podpěrách



Pozn: z tab. n5. str. 238

a > b najdeme voresek



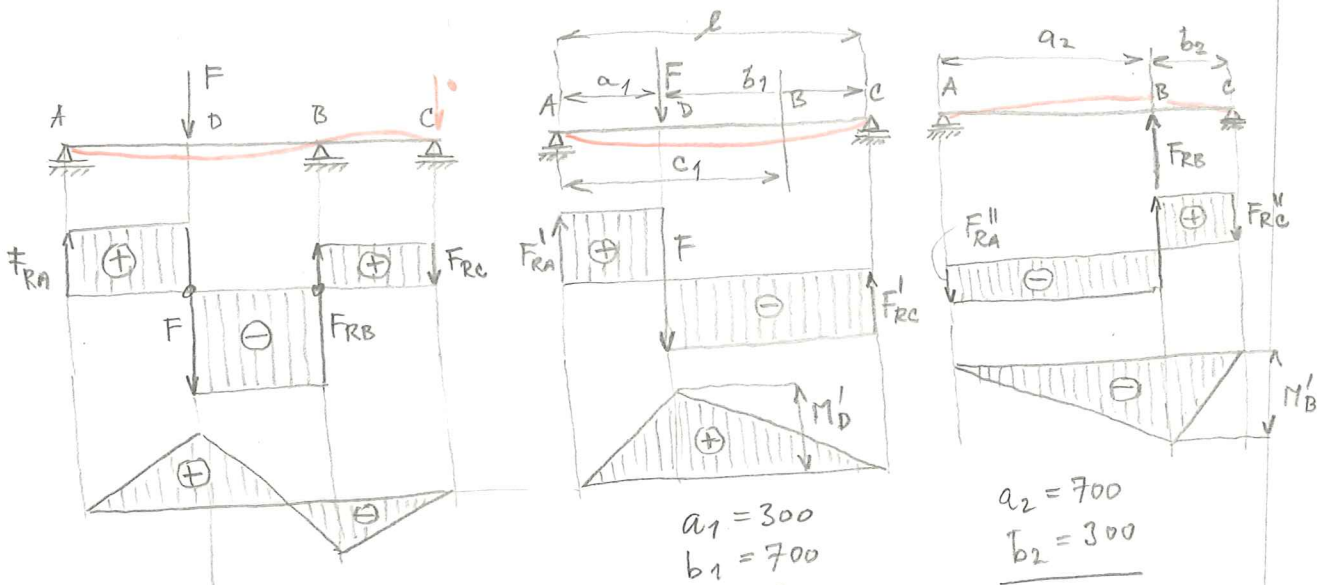
$$y_{CF} = \frac{F a b}{6EJl} [b(b+2a) + c^2]$$

ST 60-61

To nem' ale rás prípad

$a < b$

$$y_{BF} = \frac{F a_1 (l - c_1)}{6 E I L} [2 l b_1 - b_1^2 - (l - c_1)^2]$$



$a_1 = 300$
 $b_1 = 700$
 $c_1 = 700$
 $l = 1000$

$a_2 = 700$
 $b_2 = 300$

$|y_{BF}| = |y_{BFRB}|$

$$\frac{F a_1 (l - c_1)}{6 E I L} [2 l b_1 - b_1^2 - (l - c_1)^2] = \frac{F_{RB} a_2^2 b_2^2}{3 E I L}$$

← str. 238
ST 60-61

$$F_{RB} = \frac{F a_1 (l - c_1) [2 l b_1 - b_1^2 - (l - c_1)^2]}{2 a_2^2 b_2^2}$$

$$= \frac{600 \cdot 300 \cdot 300 [2 \cdot 1000 \cdot 700 - 700^2 - (1000 - 700)^2]}{2 \cdot 700^2 \cdot 300^2}$$

$$= \frac{1,8 \cdot 10^5 (1,4 \cdot 10^6 - 4,9 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^4)}{8,82 \cdot 10^{10}} = \frac{5,4 \cdot 10^7 \cdot 8,2 \cdot 10^5}{8,82 \cdot 10^{10}} = \underline{\underline{502,04 \text{ N}}}$$

Odstavení reakce:

$$\sum F_y = 0 \dots\dots F_{RA} - F + F_{RB} + F_{RC} = 0$$

$$\sum M_A = 0 \dots\dots -F \cdot 300 + F_{RB} \cdot 700 + F_{RC} \cdot 1000 = 0$$

$$F_{RC} = \frac{F \cdot 300 - F_{RB} \cdot 700}{1000} = \frac{600 \cdot 300 - 502 \cdot 700}{1000} = \underline{\underline{-177,4 \text{ N}}}$$

$$F_{RA} = F - F_{RB} - F_{RC} = 600 - 502 + 177,4 = \underline{\underline{269,4 \text{ N}}}$$

$$M_D = F_{RA} \cdot 300 = 269,4 \cdot 300 = \underline{\underline{8,082 \cdot 10^4 \text{ Nmm}}}$$

$$M_B = F_{RC} \cdot 300 = -177,4 \cdot 300 = \underline{\underline{-5,322 \cdot 10^4 \text{ Nmm}}}$$

$$M_{max} = M_D = \underline{\underline{8,082 \cdot 10^4 \text{ Nmm}}}$$