

DŘEVĚNÉ KCE

PŘEDNÁŠKA

DŘEVĚNÉ KCE BO03 M1
- STRAKA
- SYLORA

1PŘ
24.9.2008

skriptaj

MECHANICKÉ VL. DŘEVA

- Anisotropická struktura - má vliv na jeho fyz. i mech. vl.
Rozdílnosti dřeva je směrová fyz. a mech. vlastnosti
v křivostech má osově a příčně
- S nárůstem teploty osově klesá pevnost a běží se asymptoticky
k tzv. tvrdé pevnosti \Rightarrow cca 96 pevnosti v období
 - vliv vlhk. polní pevnosti prokazuje do ter. mlu. norycím
mletem

CHAR. HODNOTY PEVNOSTI - k vy'ložení zkuš. zčl

— " — TUHOSTI - sklopní hodnoty kluzík

~~TRVHLOSTI~~ :

f. Nárch. koef. pevnosti mat.

$$f_d = k_{mod} \cdot f_e / \gamma_M$$

- přízemka + měřací příklady 1-2 př
- + obecný přehled 1 př
- + obrázky

Dřevo a materiály na bázi dřeva

V současnosti v popředí problematika → zlepšení život. prostředí
→ vyčerpitelnost zdrojů suroviny

Zlepšení ŽP ← snížením oxidu uhličitého v ovzdušší

→ využití lesa - řešení čistoty ovzdušší

- dřevo - obnovitelný ekologický materiál

Česká republika - salesní míra dřeva - 33%

Stavebnictví - množství dřeva v platném dřevě

* nové technologie zpracování dřeva

* nové technologie sušení, tředění

* nové lepidla, ochranné prostředky

* nové materiály na bázi dřeva

Pro navrhování dřev. hci - přednostný zdroj evropských
technických norem

Použití dřeva ve stavebnictví - důvody:

- relativně malá specifická ŽP
- vývoj nových technologií zpracování, tředění
- vývoj nových technologií výroby dřeva
- vývoj nových materiálů na bázi dřeva
- pro výrobu DK a materiálů na bázi dřeva je potřeba relativně málo energie
- dřevo je recyklovatelné
- může být i zdrojem energie, nepřísluší velké specifické ovzdušší
- úspora vyčerpitelných zdrojů suroviny
- nové postupy navrhování DK

živ. hci

- schopnost kloupat vlhkost
- estetika
- nevýhody - možnost napadení škůdci
- bobtnání a smrštění dřeva
- kroužení dřeva, vlnění, křiviny
- sušiny, změny měřky (sílnost)
- nerovnoměrná struktura
- rozdílné vlastnosti v podélném a příčném směru
- požarost

Dřevo ve stavebnictví - realizace objektů

- montované rodinné domy
- křehké dříví konstrukce
- nepožlacené kudy (bytové domy, administrativní, školy)
- sportovní haly
- speciální stavby - kostely, repře kudy
- mosty, lávky pro pěší, cyklisty
- dříví ke střešním, oceli a betonu

1. Druhy dřev

- jehličnaté 77%
- listnaté 23%
- kůže
- měkké (mezi nimi není žádná hranice)

1.1. jehličnaté dřeviny

- většinou měkké
- strom 80 - 100 let, výška 25-40 m, průměr až 1m
- Smrkové dřevo - nejčastější použití
- barva bílá až nažloutlá
- měkké smolnaté, velmi parohladivé
- měkké, lehké, pružné
- mnoho specifických, vhodné k lepení
- v mnohých kvantitách, ve všech směrech

Jedlové dřevo - pravidelnějířivost, kůra odolná
- měkká smolovitá, málo měkky vypráchněná
- měkká, pružná, ohýbatelná

Borové dřevo - kůra načervenalá
- velký obsah pryskyřice, málo měkky vypráchněná
- měkká, měkká pružná
- odolná vůči hnilobě, nevláčí se po dlouhém
mrazovém období
- velmi vhodné do protěže se stáčením
sucha a vlhka

Modřínové dřevo - polotvrdé
- kůra šedá, časem šedivá, hrubá
- velký obsah pryskyřice
- velmi pružná, tvrdá
- vhodné do protěže se stáčením sucha a vlhka

Na dřevě spojující dřevě - tvrdé listnaté dřevo

1.2. Listnaté dřevo

- většinou tvrdé
- rostle 120 - 150 let, výška 20 - 30 m, průměr až 1,5 m

Dubové dřevo - kůra šedá
- tvrdé, pevné, houževnaté, odolné, těžké
- velmi pevné v tlaku i tahu
- má tvrdou dřevinu 500 a více let, nevolí
neomstění
- opotřebení dřeviny většinou odolnost proti
ohni
- vhodné na lůžka, stoly, křesla

Buková dřeva - na dřevěná

- měkká: má dutou i měkčí horní vrstva
- dřevní vlákna jsou rovinná a pevná
- má vysokou hustotu a je impregnována

Ostatní - olše, lípa, křížka, jasan, javor → (malý strom)

2. Struktura a složení dřeva

Charakteristika - organický, nehomogenní, anizotropní a hygroskopický materiál

Základní prvek - vláknitý dřevní jehličnatý - celulóza (obsahuje asi 95% objemu) - délka 2-5 mm, šířka 30-40 μm

Building sekundárních vláken - spojení dvojitými vlákny (cca 30-60 na 1 mm délky vláken)

Dalším prvkem jsou dřevní jehličnaté paprsky - horizontálně uspořádané (asi 7% objemu dřeva)

Průřez stromu

- kůra
- lýko - speciální fyziologie
- kambium - 1 buněčná vrstva pod lýkem
- běl - aktivní část stromu (měkká, měkčí část stromu)
- jádro - neaktivní část stromu (tvrdá, tvrdší část)
- běl + jádro = lesní dřevina
- dřevní
- klamní dřevní paprsky
- vedlejší dřevní paprsky

Tato uspořádání - dřevní jehličnaté stromy obsahují objemově celulózu a lignin a mají vysokou hustotu

Chemické složení dřeva

- uhlík 49,5%
- voda 6,3%
- kyslík 44,2%

Tyto prvky tvoří část složky organických látek

- celulóza
- lignin
- hem. celulóza

3. Vlastnosti dřeva

Dřevo má v různých směrech různé vlastnosti

- rozměrově s vlhkostí
- koleno k vláknům - radiačním
- tangenciálním

3.1. Fyzikální vlastnosti

Objemová hustota - závisí na množství vody ve dřevě, závisí také, zda je dřevo kří, která část je to množství vody v něm závisí

smrk, jedle, borovice	- hustota dřeva - 500		přehledná 600		
modřín				650	800
česka, buk, jasan				700	800
	kg/m ³				

Vlhkost dřeva

- je v rovnováze s vlhkostí vzduchu v okolí
- voda je ve dřevě v podobě: hygroskopický vázání (ne v podobě kapalného) (včetně stromů)

Božstavní a sesychání - směrem k. Měrná hustota

Ve vzduchu při 20°C může dřevo obsahovat 25-33% vázání vody

Tento stupeň vlhkosti - meze nasycení vláknem

(všechny směry strom jsou nasycené vodou)

Vlhkost dřeva (%)

$$W = \frac{m_w - m_o}{m_o} \cdot 100$$

m_w - hmotnost dřeva v suchém stavu

m_o - absolutní suchá hmotnost

Travní směs dřeviny dřeva

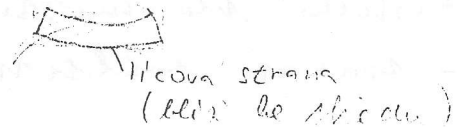
- anisotropie smrštění dřeva - rozdíly v sesychání a

tangenciálně (6-12%)

radiaálně (3-6%)

měkké

tvrdé



Změna rozměrné pružnosti při změně vlhkosti

$$\Delta b = \frac{\Delta}{100} \cdot SW \cdot b$$

Δb - změna rozměrné pružnosti

Δ - souč. vlhkosti deformace

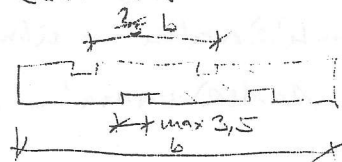
SW - změna vlhkosti v %

b - původní rozměr

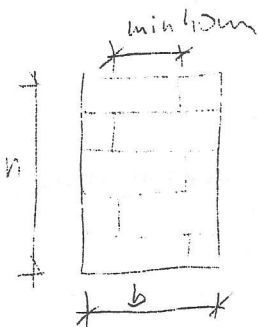
Dřevina	Součinitel vlhkostní deformace		W s vlhkostí
	kolmo na vlákně		
	tangenciálně Δt	radiaálně Δr	
Jehličnaté	0,24	0,12	0,01
Lištnaté	0,40	0,20	0

Konstrukční úpravy k eliminaci tvarových def.

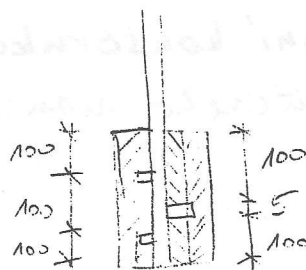
- šířka lamelové pruhy $S > 200$ mm



dražky



- 2 lamely
vedle sebe



- možná - měna 2
fáze 300

Teplé vlastnosti dřeva

- tepelná vodivost - velmi malá (malá objemová hustota)
- tepelná roztažnost - velmi malá

Elektrické vlastnosti

- malá čísla - velmi velký odpor (s rostoucí vlhkostí a teplotou se snižuje)

Akustické vlastnosti

- současná pohlcivost - ca 50%

3.2. Mechanické vlastnosti

- vlastnosti a hlediska pevnosti a pružnosti
- rozlišujeme - charakteru zatížení (statische, dynamické, úderové)
- druhu zatížení (tah, tlakové, ohybové)

Zjistíme se s mechanickými vlastnostmi - na úrovni dřevních vláken a celkové celkové vlastnosti

- souvisí se vlhkostí a teplotou
- objemová hustota - čím větší, tím lepší
- vlhkost - čím větší, tím horší
- na měkčích dřevích (30%) se nemění vlastnosti
- velký dřev - těžký, tvrdý, hustota, pružnost - dřevní
- rychlost zatížení - čím větší - tím lepší
- dva druhy zatížení - čím větší, tím pevnost lepší

4. Dřvo a materiál na bázi dřeva pro stavební kce

Podle účelu na pevnost a druh dřeva jsou stanovena normovaná

4.1. Dřvo na stavební konstrukce

- dřevní dle druhu dřeva: dřevěné (prkna, desky)
- hliněné (keramika, kámen)
- polohrané
- umělé (plyna, plasty)

Vlákno dřeva - tři druhy a rozdělení na třídy
 max 10% - křemík, holý, křemík
 max 15% - křemík pruhý
 max 20% - pruhý pro spojovací - křemík, křemík
 max 25% - pruhý v mechanické křemík

Jiný dřeva - pro výrobu dřevěných vláken ČSN 73 20247
 (ČSN 49 1531 - 1/1993)

S 13, S 10, S 7 - měřicí
 měřicí
 měřicí

4.2. Materiály na bázi dřeva

vyroba - při myslivém zpracování (lisování se teplem)

→ potlačení nehomogenosti dřeva

Příkladem desky - křemík, křemík

křemík - a křemík nebo křemík křemík, křemík (max 3)

Vláknité desky - a rozdělení na křemík a křemík

- křemík křemík křemík, křemík křemík

- desky HDF - měřicí křemík

Tříděné desky - a křemík dřeva, křemík se křemík s křemík

- rozdělení křemík křemík

OSB desky - tl. 6 - 25 mm

- a křemík křemík křemík (50 - 75 mm)

- křemík křemík křemík křemík, křemík křemík

Křemík křemík dřeva - křemík, křemík, křemík křemík

Vyroba dřeva - křemík křemík, křemík se křemík křemík

- křemík křemík křemík křemík

- Zrnistěné dřívko - vyrobena střískaním na čes. polovněm oběžem
 - nejvyšší zrnistěné příkřídly - šikmý / m²

Modifikované dřívko

- Alifava molekulační struktura dřeva
- dřívko odolné proti hnilobě, neobtěžováno, měkkých
- schopnost pro obnovu

5. Jakost dřeva na stavební kci

- organický materiál
- měkké - a odhadu skutečných mech. vlastností
- metody - destruktivní (vizuální, hmotnost)
- destruktivní (průhled 24)

5.1. Vizualní třídění

ČSN 73 2824 - 1 / 2004

posuzované parametry - velikost stromu, st. letokruhu, rovnost kůln, odhad vlhkosti, stáří dřeva, rozsah porážení, rozsah prýskání, sádření (podle), křivěné, stromové)

5.2. Příkazné zkoušky

- k průměrnému stromovému měřicímu fyz.-mech. vlastnosti
- pevnost v oběžem
- pevnost v tlaku rovnoběžné s vláknem
- pevnost v tlaku kolmo k vláknem
- pevnost v tlaku kolmo k vláknem
- modulu pružnosti // Δ vláknem

ČSN EN 332	C 27	C 22	C 16
ČSN - dřeva	S 0	S I	S II
ČSN 73 2824-1	S 13	S 10	S 7

1) Náměrová úroveň

základní úroveň požadavků

Důležitá je musí být například tato a podobná ta, aby

- a přijatelnou proveditelnou byla nějaká úroveň požadavků

- k předp. úroveň
- k před. náležitosti

- aby odolat náměrová úroveň a úroveň, jejíž výsledky by byly
úroveň odolat a měla požadovanou kvalitu a úroveň
k náležitosti na úroveň

- aby by byla požadovaná úroveň. úroveň úroveň a úroveň
úroveň úroveň úroveň úroveň úroveň (úroveň, úroveň)

Je to úroveň, jestliže je dostatečně - úroveň

- úroveň
- úroveň (úroveň)

Je to dostatečně úroveň - jestliže náměrová úroveň
úroveň úroveň úroveň úroveň úroveň
úroveň a úroveň úroveň

2) Národní a evropské normy

Při náměrové úrovni je nutno stát - úroveň
úroveň, je to dostatečně úroveň

Při požadované úrovni úroveň je úroveň úroveň
úroveň úroveň úroveň úroveň úroveň - úroveň 43 2050 - 1950 - úroveň
úroveň úroveň úroveň

Rozdíl na hranici met. měrných stěrů

ČSN 43701 - 1969 norm. dv. stěr. ka'
ČSN 43701 - 1993

od r. 1980 v rámci EU - soustava norm pro norm. stěr. ka'

Schroderův - předkřivý erc. normy ENV
- evropské normy - EN

předkřivý kontrolní od soustavy číselných norm ČSN

Pro norm. horku' DE - zpracovával EUCODES - norm. dv. ka'

- 3 části

ENV A1 } obecná pravidla pro norm. horku' DE
ENV A2 } dodatečná pravidla - DE ana účiny

ČSN 43701 43701 } vyobrazí a test. měrných stěrů
ČSN PENV 1995

→ předchodí od ČSN 43701 k norm. EN ČSN PENV
kde problémy

Veškerá rovná měrn. postupů je kompromisem přímým: výsledky
ovládá odlišnost a norm. ČSN EN - tyto matematické příklady
norm. ČSN!

Předpoklad - přechod k evropské soustavě norm
- všechny ČSN budou matematické ČSN EN

ROZDÍLY V NÁZVECH, ZNAČKÁCH

ČSN	ENV	zkratka
výpočet hmotnosti (index d)	matematická hmotnost (index d)	
Q	V	posouvající síla
K	f	průměr (met.)

3) Kolekce na horku'

3.1) MS a měrn. situace

- pūcēšanas nod.

Mimori. rakstam! A_E - char. koef.

(ijs-līnētām, li. unācēt, bejra' pūcēšana')

Reprezentatīvās koef. mat. dat.

Hlarm' - rep. koef. η char. koef. Q_E

ostatām' - koef. re. ošvērti' η char. koef. Q_E zomoci' sauc' ψ_i

grau definēšanā : komb. koef. $\psi_0 \cdot Q_E$
: oāsta' koef. $\psi_1 \cdot Q_E$
: brāvētāld n. $\psi_2 \cdot Q_E$

Depozitācijā re ψ_i unolim' n NAD tab. 3

nomh. koef. rakstam!

Fol grāu nupācēšanā

$$F_{ol} = \gamma_F \cdot F_k$$

specific. pū. $G_{ol} = \gamma_G \cdot G_k$

$Q_{ol} = \gamma_Q \cdot Q_k$ m. $Q_{ol} = \gamma_Q \cdot \psi \cdot Q_k$

$A_{ol} = \gamma_A \cdot A_k$ jesterā A nemi' pūcēšanas pūmo

$\gamma_F, \gamma_G, \gamma_Q, \gamma_A$ - NAD-TAB. 2.3.3.7

Pū jērieh stononim' ne pūkli'!

- k močnosti nepūcētām' koef. ošvērti' rakstam' nepūcētām' nupācēšanā rakstam'
- k nemi' reitostem pū stononim' nemi' reitostem' rakstam' a nupācēšanā nemi' reitostem'

$G_{ol, sup} = \gamma_{G, sup} \cdot G_{k, sup}$	m. $G_{ol, sup} = \gamma_{G, sup} \cdot G_k$
$G_{ol, inf} = \gamma_{G, inf} \cdot G_{k, inf}$	m. $G_{ol, inf} = \gamma_{G, inf} \cdot G_k$

3.31 Klarņoti mat - char. koef. pūmoči, tuhoči a kustāz

stavnosti ne vypracují char. hodnot. X_e ktera' odporovela'
krentilu (činnost púpacu $r\%$, ne ktery'as mui' byt hodnota
púslu' m. driva a MBD mendi'ne char. hodnota)

char. hodnoty púnosti difuzora'ny jako 5% krentil

char. hodnot. tuhosti difuz. jako 5% krentil m. jako púim. hodn.
kiskona' re stey'ny'ok podmu'mel

— — krentil j' 5%

3.3.2 Merch. hodnoty

X_d

$$X_d = k_{moct} \cdot X_e / \gamma_M$$

γ_M - duse'novi' m. mat. - NAD TAB 2,332

k_{moct} - mol. koef. koberu'ny' m'imek
- púim. k'at'k'ím'
- m'kost

NAD TAB - 317

X_e - char. hodnot. - TAB 4 & NAD TAB 4

ku Musi byt k'orazeno' do t'rid' m'losti

t' 1. - t = 20°C

$\varphi > 65\%$ pouze m'eteli d'um' a sece

t' 2. - t = 20°C

$\varphi > 85\%$ — — — — —

t' 3. m'ysli' ob'ok m. m'í t' 2.

NAD TAB 5 - dopor. t' púnosti pro leperni' lam. drivo

TAB 6 - — char. hodnot. púnosti, m'ollulu' pú'k'osti; char. hodnot.
pro leperni' a lameloni' drivo

TAB 7 - m'ad'ov'ovni' - j'ch'ie'vete' - . . .

4.2 MS použitelnosti

- ověřit, že minimální kritická nepřehlazená maximální hodnoty
 $E_d \leq R_d$ nebo $E_d \leq R_d$
kritickým R_d, R_d - předepsaná maximální hodnota

4. přednáška

Mezmi stavy použitelnosti

1. Všeobecně o MS použitelnosti

Deformace DK - zatřetí

mezmi předepsaných maximálních hodnot

- (ohybové momenty, pos. síly, osové síly, posouvající síly)
- velikost

Kombinace zatřetí MS použ.

$$\sum G_{k,ij} + Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \psi_{1,i} Q_{k,i}$$

$\psi_{1,i}$... NAD tab. 3

Okamžitá deformace u_{inst}

- u_{inst} (od uložení zatřetí)
- a příslušné hodnoty příslušného modulu pružnosti E
- okamžitý modulu pružnosti K_{ser} (EN 26891) - shodně

Konečná deformace u_{fin}

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def})$$

k_{def} - k.c. deformace, které v rámci předepsané deformace vznikne od kombinovaného nákladu do konce (dohledování) a od velikosti (tab. 4.1)

- pokud je sestavená z různých prvků, které mají různé vlastnosti a různé doby dohledování, pak se vaší modulu pružnosti modulu pružnosti (okamžitá hodnoty E se vydíle $(1 + k_{def})$)

TLAK \perp k nálehnutí
 $\sigma_{e,90} \leq \epsilon_{90} \cdot f_{0,90}$
 k_{90}
 stupni deformace

- k_{90} ne utahuje hodnotou 1 m. utahuje 1
- měrní hodnota je k_{10} - ne hodnoty ale euro hodnota
- $k_{90} \geq 110$
- $k_{90} \leq 410$

8) KROUČENÍ

navrh. napětí \perp transver.
 $\sigma_{e,90} \leq \epsilon_{shope} \cdot f_{y,90}$

ϵ_{shope} - návrh. napětí 'přenos kroucení'

ϵ_{shope} koef. srážení pružiny
 $\epsilon_{shope} = 1/2$ u 0 pružiny

$\epsilon_{shope} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,90 \\ 1 + 0,15 \frac{b}{s} \end{array} \right\}$ u \square - " - } měrní a tlakové hodnoty

NAVŘH PRŮŘEZU ~~PRŮ~~ OD KOMBINOVANÉM NAPĚTÍ

- 1) vyložení - předpokládá - horní kotel dříve
 - lepení lamel dříve
 - kóni vyložky na bázi dřeva } - konstantní
 } pružina
 } po celá délka
 - pružiny horní a dolní
 - namáhání se d m. 3 klonička kombinace

2) KOMBINACE :
 OMYBUX ~~PRŮ~~ A OSOVBĚKOTAHU

$$\frac{\sigma_{e,90}}{f_{t,90}} + \frac{\sigma_{m,90}}{f_{m,90}} + k_m \frac{\sigma_{m,90}}{f_{m,90}} \leq 1$$

střední ohyb
 tah \perp návrh. napětí
 kolmý ohyb
 střední ohyb
 okolo osy x

$$\frac{\sigma_{e,90}}{f_{t,90}} + k_m \frac{\sigma_{m,90}}{f_{m,90}} + \frac{\sigma_{m,90}}{f_{m,90}} \leq 1$$

k_m - návrh. pevnost

- k_m - redistribuce napětí
- nehomogenní materiál
- hodnoty stejné jako při ohybu
- pro rostli a lamel dříve \Rightarrow $k_m = 0,7$
 ostatní $k_m = 1,0$

- materiál má bázisovou $\Rightarrow \epsilon_w = 1,0$

3) KOMBINACE OHYBU A OSOVÉHO TLAKU

$$\left(\frac{\sigma_{\sigma,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \epsilon_w \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

$$\left(\frac{\sigma_{\sigma,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \epsilon_w \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

kromě toho nutno ověřit stabilitu

STABILITA PRVKU

- ① Všeobecně: kostli a lamin. desky
- tyžka tloučňák sloup. prvek v kostl. a lamin. deska
 - předpokládá se počáteční při tahu a případně kmitání
 - uvažuje se i případně kritické (m. j. m. a osi, ale i v příčném ose)

- ② sloup: vytváření \Rightarrow buď jen tlak \Rightarrow m. tlaku a ohybu

• poměrná štíhlost k ose y

$$\lambda_{real,y} = \sqrt{\frac{f_{t,0,y}}{\sigma_{\sigma,crit,y}}}$$

• poměrná štíhlost k ose z

$$\lambda_{real,z} = \sqrt{\frac{f_{t,0,z}}{\sigma_{\sigma,crit,z}}}$$

- pokud jde o křivěrné desky
- předpokládá se ovlivněního prutu kritická síla



$$N_{\sigma,crit} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

kritické napětí

$$\sigma_{\sigma,crit} = \frac{N_{\sigma,crit}}{A}$$

moment a křivčovitost

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

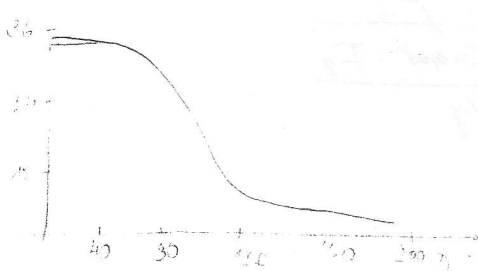
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \Rightarrow I = A \cdot i^2$$

$$\Rightarrow \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{A \cdot l^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A \cdot i^2}{l^2 \cdot A}$$

$$= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

Eurocode

- pruhy jsou k modelování s uvažováním mat. vlastností:
 - nehomogenita
 - imperfekce (nepříměrnost)
- stacionární term. hodnoty křivosti a mají hodnotu (5% křivosti)
- to však znamená hodnoty jsou stacionární má-li být hodnoty normálního napětí v tlaku
- a s tímto hodnot by byly odvozeny rotace pro souč. vzpárnosti ke



z grafu vyplývá: $\Rightarrow \left| \sigma_{crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} \right|$

5% hodnota modulu pružnosti a ohybu

tloušťka k ose y

$$\sigma_{crit,e} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_{ek}^2}$$

- Musí platit pro poměrnou tloušťku

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_{rel,z} \leq 0,3$$

musí napětí splňovat podmínky napětí kombinace tlaku a ohybu

- když je $\lambda_{rel} > 0,3$ napětí, která jsou vyjmuta v důsledku průhybu a pak platí:

$$\frac{\sigma_{0,d}}{k_{\sigma} \cdot f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{y,d}}{f_{t,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{0,d}}{k_{\sigma} \cdot f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

odvozeno z předchozích vztahů; je tam pouze $k_{\sigma}(\lambda)$ navíc

souč. vzp. k ose y

$$k_{\sigma,y} = \frac{1}{b_y + \sqrt{b_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

souč. vzp. k ose z

$$k_{\sigma,z} = \frac{1}{b_z + \sqrt{b_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$b_y = 0,5 \cdot \left[1 + \beta_e \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right]$$

souč. pro pruhy, které splňují mezi zátěžemi $\beta_e \Rightarrow 0,12$ pro nositel dříve

$\beta_e = 0,1$ lepené lamel. etv.

⊗ - PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA - ne musíme ověřit podle normy vzhledem k osy z

$\Rightarrow M_y$

$\Rightarrow M_y + N_x$

poměrná ovládnutí v ohybu

$$|\sigma_{rel, m} = \sqrt{\frac{f_{m, krit}}{\sigma_{m, ovl}}}| \approx 5\% \text{ hodnotou tuhosti}$$

krit. napětí v ohybu

5% hran. modulu ve smyčce

$$\sigma_{m, ovl} = \frac{M_{y, krit}}{W_y} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E_{0, os} \cdot I_z \cdot G_{0, os} \cdot I_T}{l_{ef} \cdot W_y}}$$

typ zatížení	l_{ef}/l
	= 1
	= 0,9
	= 0,8
	= 0,5
	= 0,8

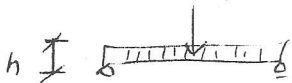
l_{ef}/l dle tab. nebo vlastní pokus

ⓐ tyto hodnoty platí pro nosník zapínaný proti kroucení v podpírách

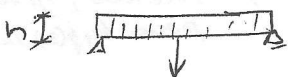
ⓑ zatížení působí v ose nosníku

Nosník nahřívá v tláč. oblasti l_{ef} zvýšit o hodnotu $\frac{2}{3}h$

↳ zvýšit nosnost



mezi zatížením oblastí l_{ef} a snížení o hodnotu $0,5h$



pro obdelnikový průřez

- krit. na přet.

$$\sigma_{m, ovl} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0, os}$$

První případ: přirozený pouze M_y (ohyb. mom.)

$$V_{m,ol} \leq k_{crit} \cdot f_{m,ol}$$

k_{crit} ... - souč. beru v úvahu reduk. pevnost v důsledku přetížení a termín. nestabilitu

~~krit~~ hodnový k_{crit}

$\lambda_{rel,y}$	k_{crit}
$\leq 0,75$	1
$0,75 \leq \lambda \leq 1,14$	$1,56 - 0,75 \lambda_{rel,y}$
$\lambda > 1,14$	$\frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}$

$k_{crit} = 1,0 \Rightarrow$ pro nosník jehoi klac. ohráj je po celo' délce
 zapojením proti vybočení
 \Rightarrow podperach je ka' právnímě tožněním kroucením

$M_y + Druhy$ případ: přirozený po $M_y + N_x$

$$\left(\frac{V_{m,ol}}{k_{crit} \cdot f_{m,ol}} \right)^2 + \frac{\sigma_{q,ol}}{k_{qz} \cdot f_{e,0,ol}} \leq 1$$

\hookrightarrow souč. napětivosti

$$k_{qz} = \frac{1}{k_{yz} \cdot \sqrt{1 + \lambda_{rel,y}^2}}$$

7. Přednáška
5. 11. 2008

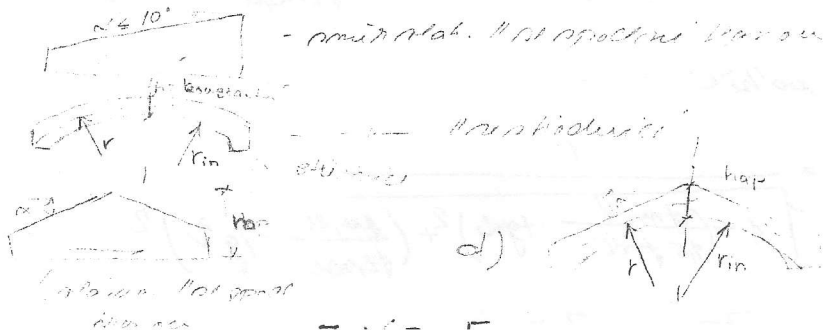
NOSNÍKY S PROMĚNNÝM PRŮŘEZEM NEBO SAKRÍVEHÝM TVAREM

1. VŠEOBECNĚ: přírodní křivě lamelové nosníky
 : trave ka' křivě \Rightarrow architektura, dříví, netř. prostor

nejčastější trávy:

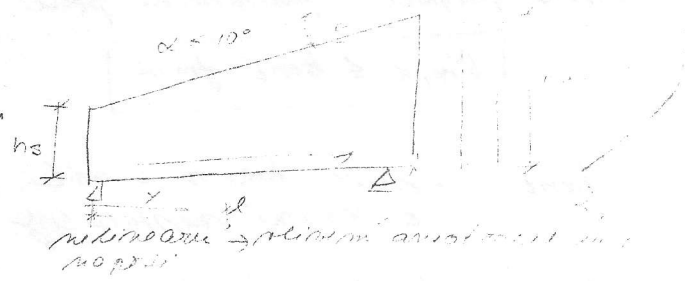
- a) Pultový
- b) zakřivený nos.
- c) mletý nosič
- d) vyhloubený

a) pultový



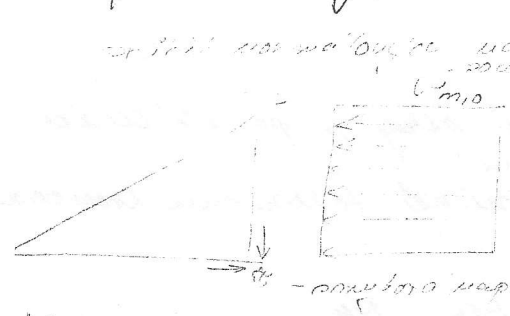
1) Pultový nosník

- horní část má přerušena
- slábla → je nutné aby byla
- je to horní část nosníku
- nepřerušena slábna musí být v dolní části oblouku
- napětí je nehomogenní

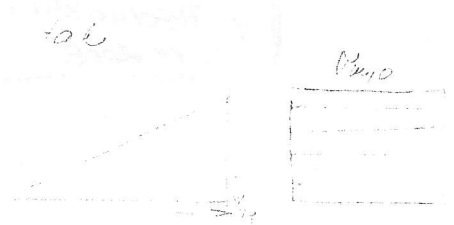


$$\kappa = \frac{l}{\left(1 + \frac{h_{ap}}{h_s}\right)}$$

- napjatost má skosením oblouku (přerušeny mátkou)



Průměr, vzhledem k tomu, že oběma částmi je stejná



největší krajní napětí a obzvy se může zjednotlivit stáhnout ale kvůli obzvy kmitavosti a by nerozhodně součinitelem rovinnosti na síle α

$$\sigma_{m, \alpha} \leq k_{m, \alpha} \frac{G \cdot M_0 l}{b \cdot h^2} \Rightarrow W \cdot \left(\frac{1}{6} b h^2\right)$$

↳ malých napětí a obzvy říkmo k mátkou

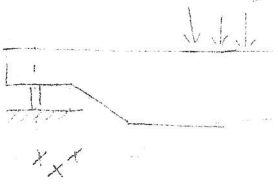
→ souč. zohledněním rozložení napětí a přibíhá (tak II. složka jiná složka)

- ~~tab~~ tab. s obzvy mátkou

$$k_{m, \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m, \alpha}}{0,75 f_{t, \alpha}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m, \alpha}}{f_{t, 90, \alpha}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}}$$

- tak II. složka mátkou

$$k_{m, \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m, \alpha}}{0,75 f_{t, \alpha}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m, \alpha}}{f_{t, 90, \alpha}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}}$$



$k_n - \text{min}$

$$\Rightarrow 1$$

$$\Rightarrow \frac{k_{n0} \left(1 + \frac{1,1 \cdot i^{45}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \cdot \left[\sqrt{\cos(1-\alpha)} + 0,8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \left[\frac{1}{\alpha} - \alpha^2\right]\right]}$$

$$\Rightarrow i = \frac{h \cdot \alpha}{h}$$

- $\Rightarrow k_n - \text{beruší na klu typ použitého dřeva}$
- $\Rightarrow \text{pro lepené karm. dřívno } k_n = 6,5$
- $\Rightarrow \text{pro kotelové dřívno } k_n = 5,0$
- $\Rightarrow \text{strukturované dřívno } k_n = 4,5$

9. Přechodová

SPOJE DŘEVĚNÝCH KEJ

① **Průběh**
 významná ovlivňují kromě úmost kejí

- MECHANICKÉ SPOJE
- TESAŘSKÉ SPOJE
- LEPENÉ SPOJE

~~úroveň dřeva~~
 dle co ovlivňují, vyhled

úmostnost, kateřím
 uskřímí poč.
 efektívnost výroby (ekonomické)
 technologické a ekonomické (aby nebyly
 moc složité)

volba spoj. prostř. - průhledný spoj
 - minimální počet dřevní spojů

rozdělení dle uspořádání - nastavení (a podílům směru)
 - saduřování (př. průřez směru)
 - spojování do stěny (a negativní úklon)
 jak v karmě tak v prostoru

dle charakteru působení spoje - pasivní spoje < tenařské spoje a mechanické spoje
 - první spoje
 lepené spoje

③ Obyč. napětím a tlakem v kámen

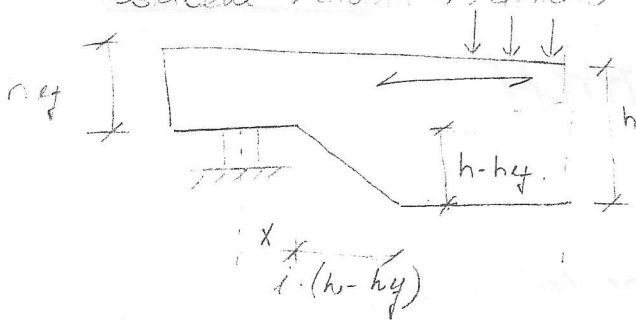


④ VÝPOČET NOSNÍKU SE ŽÁŘEZEM V PODPĚŘÍ

Věky pro výpočet nosníku v kámen v místě stěny jsou formulovány na základě konkrétních měření

- nosníky - vysoké měří kámeny
- různé excentricita uložení
- různé úhly kámenů

⇒ výpočet tlaku nosníku (smýč. napětí) se počítá s použitím údajů (redukovanými) výšky h_{ef} ovláčením v dolních vlákněch

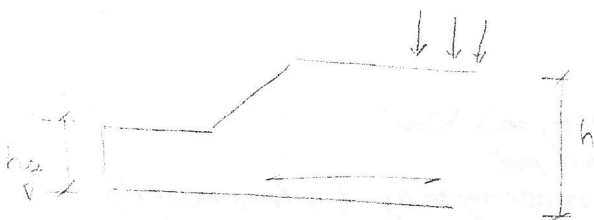


odtlačení

$$i \dots i$$

$$i \dots h-h_y \Rightarrow x = i \frac{(h-h_y)}{1}$$

obdobu v horních vlákněch



stlon nehraje roli

nosníky s obecným tvarem průřezem a stěnou || podél nosníku

Smýč. napětí - omezení u stěny

$$\left| \tau_{ot} = \frac{1,5 \cdot V}{b \cdot h_{ef}} \right| \leq k_v \cdot f_{r,d}$$

↳ redukční součinitel, který se určí

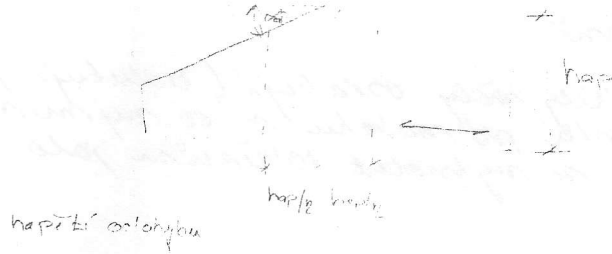
① k_v nosníky s kámenem na opačných stranách než opěrka



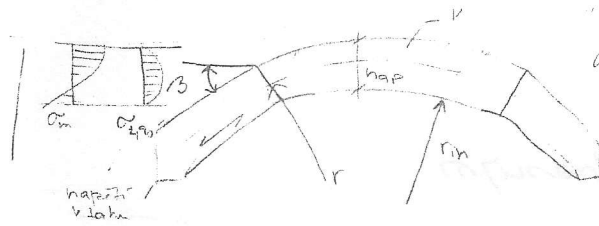
② nosníky s kámenem na stejné straně jako podpora

objem mcholon' d'isti V

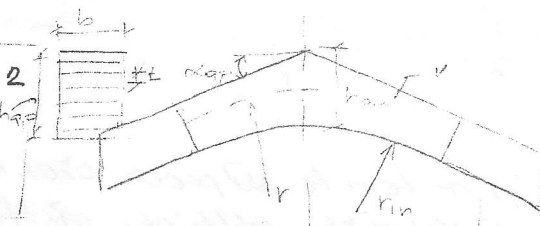
$$V = b \cdot h_{ap}^2 \left(1 - \frac{tg \alpha_{ap}}{4}\right)$$



$$V = \frac{B \cdot \pi}{180} \cdot b (h_{ap}^2 + 2 r_{in} \cdot h_{ap})$$



$$V = b \cdot \left[\sin \alpha_{ap} \cdot \cos \alpha_{ap} \cdot (r_{in} + h_{ap})^2 - r_{in}^2 \cdot \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \right]$$



napiti' n' taku \perp k' r'la'k'mi'm

$$\alpha_{490,01} \leq k_p \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2}$$

$$\rightarrow k_p < 1$$

$$k_p = k_5 + k_6 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_7 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2$$

$$k_5 = 0,12 \cdot tg \alpha_{ap}$$

$$k_6 = 0,125 - 1,15 \cdot tg \alpha_{ap} + 2,16 \cdot tg^2 \alpha_{ap}$$

$$k_7 = 2,1 \cdot tg \alpha_{ap} - 4 \cdot tg^2 \alpha_{ap}$$

kom'binac'i taku \perp k' r'la'k'mi'm a r'my'ku

na'ish. napiti' n' r'my'ku na'ish. napiti' \perp k' r'la'k'mi'm

$$\frac{\alpha_{vol}}{f \cdot r_{vol}} + \frac{\alpha_{490,01}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f \cdot r_{490,01}} \leq 1$$

\rightarrow na'ish. purnost

\rightarrow na'ish. purnost \perp k' r'la'k'mi'm

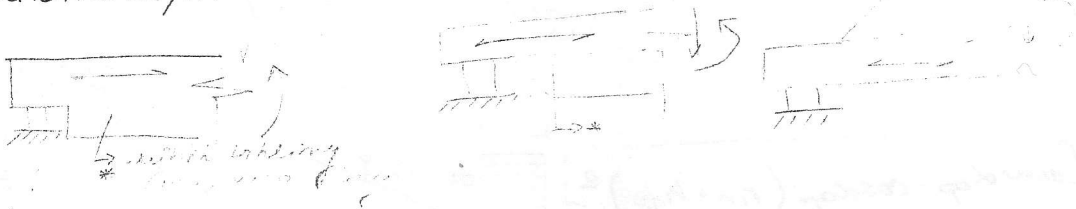
(v'ic' \uparrow)

PRVKY SE ZÁŘEZY

1) Všeobecně

- Pod zářezy vždy oslabují (zduřují) nosnost prvků
- ⇒ snižuje přemětnost v co nejmenší míře
- může se vyhnout křiváním jako talony - kapitální výšky a šířky
 - kapitální sv
 - kapitální licorámu
 - u starších historických budov
 - spíše ...

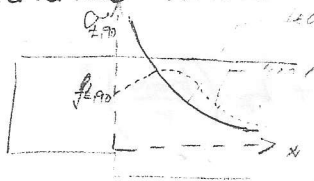
náprava zranění



Lom je v tomto případě vždy a dochází k nárůstu nákladů
 ke předložení některých průřezů a posunutí podložení
 v závislosti na geometrii nosníku může být rychlý rozvoj
 trhliny k uplnění a rychlému sethnutí nosníku

U prvků se zářezem je nutno uvažovat koncentraci napětí
 vedoucí k většímu lomu

Pro trhliny jsou významné - napětí v tahu σ a σ_{\perp} . Při
 tangenciálním napětí a
 napětí v rohu zářezu mohou být značné vysoké



→ vzhledem k tomu, že napětí v tahu a σ_{\perp} jsou v rohu zářezu značně vysoké, což může vést k předčasnému lomu.

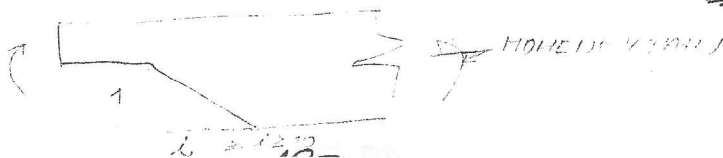
Pro odstranění určitých únosností dochází podle normy k
 snížení účinky koncentrace napětí v zářezu

Účinek koncentrace se může kamalbat v těchto případech:

a) Poluce je tam namáhání v tahu

b) Ohyb s napětím v tahu poluce
 a proudění o síťový zářez

- pokud-li náhodně - není strážný měř $|1: i = 1:10|$
 $\Rightarrow |i \geq 10|$



Na modelu' cesti' napiti' r obybu muci' optinovat

$$1) \sigma_{m,d} \leq k_{r1} \cdot f_{m,d}$$

kollektivni' smirni' prvnosti' obybu lamel



Secloni' normi' ky $k_{r1} = 1,0$



zakuseni' a vykloneni' nosni'ky

$$k_{r1} = 1 \text{ pro } \frac{r_{in}}{z} \geq 240$$

↳ tl. lamely

$$k_{r1} = 0,76 + 0,001 \frac{r_{in}}{z} \text{ pro } \frac{r_{in}}{z} < 240$$

napiti' ka obybu na modelu

$$2) \sigma_{m,d} \leq k_{r2} \cdot \frac{G \cdot M_{nap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad k_{r2} > 1$$

$$k_{r2} = k_1 + k_2 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_3 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2 + k_4 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^3$$

$$\rightarrow k_1 = 11,14 \cdot \text{tg} \cdot \text{dap} + 574 \cdot \text{tg}^2 \cdot \text{dap}$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \cdot \text{tg} \cdot \text{dap}$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \text{tg} \cdot \text{dap} - 4,8 \cdot \text{dap} \cdot \text{tg} \cdot \text{dap}$$

$$k_4 = 6 \cdot \text{tg}^2 \cdot \text{dap}$$

$$r_{in} = r = r_{in} + \frac{h_{ap}}{2}$$

Najiviti' napiti' r tl. r talu
 Najiviti' napiti' r tl. r talu na modelu

$$\sigma_{t,90,d} \leq k_{d15} \cdot k_{r01} \cdot f_{t,90,d}$$

k_{d15}

↳ kollektivni' zakuseni' napiti'

$$\rightarrow k_{d15} = 1,4 \Rightarrow \text{pro modelu' a zakuseni' nosni'ky}$$

$$k_{d15} = 1,7 \Rightarrow \text{pro vykloneni' nosni'ky}$$

k_{r01}

↳ souc. objemu

$$\rightarrow k_{r01} = 1,0 \text{ --- standardni' objem } 0,01 \text{ m}^3$$

$$k_{r01} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} \text{ pro lopi' lam. nel.}$$

↳ objem model. casti $V < \frac{0,01}{3} V_0$ --- ulkory' objem

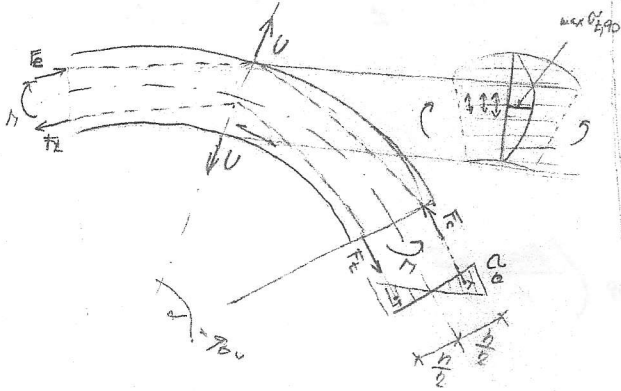
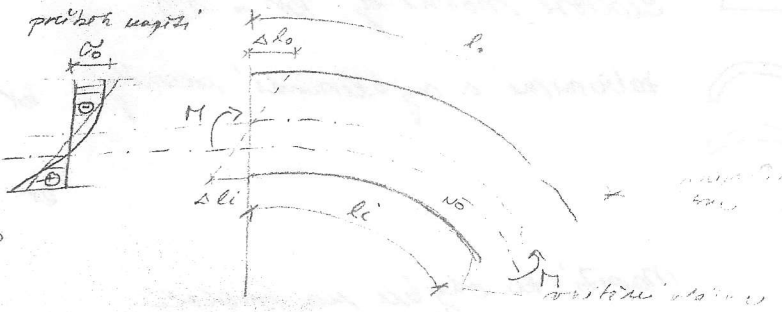
3) Sečloni' zakřiveni' a vyklonění' nosnic

kollektivní norm. napětí za ohybu ve sečloni' oblasti, i
 rovněž nelineární

průběh normál. napětí' ^{u ohybu} zakřiveni' ko nosnic

- o ohyb. momenty vyvolují' napětí' \perp k vláknům
- předpoklad - Hookeov. hypotéza

↳ lineární' průběh napětí'



největší' napětí' \perp na vlákně
 σ_0 max u stacion. del. vlákne
 kvůli ohybu vyvolávají' souč. $\epsilon_p < 1$

↳ konvexi' se $\frac{h_{top}}{r}$ a $\frac{h_{bot}}{r}$

- mitin' plocha pro vyrovni'
 do té' mí' největší' plochy
 přetvoření' unit. oblaku ϵ_i
 $\epsilon_i = \frac{\Delta \epsilon_i}{\epsilon_i} > \epsilon_0 \frac{\Delta \epsilon_0}{\epsilon_0}$
 přetvoření' unit. oblaku ϵ_0

Hookeův zákon

- napětí' na mitin' ploše vláknem
 je rovnoměrné u té' mí' největší' plochy

$$|\sigma_i| \gg |\sigma_0|$$

- Plati' poměry' ke sil' a přetvoření'
 a proto se ke NO musí' používat
 k mitin' ploše ohybu
 → nelineární' napětí'

největší' napětí' u ohybu (maximální
 ohyb u maximální' délkě) se přibližně
 stanoví' apit na teor. ohybu
 vyvolávané souč. $\epsilon_p \gg 1$

ϵ_p -řadí' se u křivky a $\frac{h_{top}}{r}$

zakřivení' normál. $\epsilon = 0$

normální' napětí'

~~Ohyb. momenty vyvolují' napětí' \perp
 vláknům~~

u zakřivení' ko nosnic' k ohybu
 rovnoměrně zakřivení' se mění' i
 i napětí' ohybu vláknem

řadí' se u křivky a $\frac{h_{top}}{r}$
 souč. $\epsilon_p \gg 1$

Správně.

Návrhové postupy pro výpočet odolnosti za účinnosti
 a vyklonění' ko nosnic' vycházejí z lineár.
 teorie pružnosti.

- nač' se pružnost oběma i' kolektivnía oproti
 souč., které' odvození' se provádí' mírně

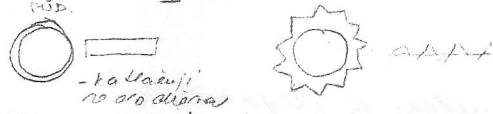
② SPOJE S MECHAN. SPOJ. PROSTŘEDKY

- 2.1 - spoje kuličkového typu
- 2.2 - spoje povrchového typu

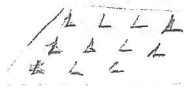
s kuličkov. typu - hříbky, sponky, mramníky, kuličky, vlnky



povrchový typ - hmoždinky



- desky s protáhnutými teny



koncová deska

teny umístěné vpravo do plechu a v horní části

- přímá síla

- přímá síla působí na povrchu spojovaného prvku

②.1 SPOJE KULIČKOVÉHO TYPU

- v minulosti tyto spoje navrhovávaly nekaždě experimentálně
málokdy \Rightarrow s toho průměrné hodnoty

EC - v hledisku velkému mm. spoje povlná kroužeků
malé

- ty vyžadují zvláštnost mat. a rozměry spoje

- char. hodnoty únosnosti - stejné vy'počtem

\rightarrow únosnost spoje máma'ham'ko přičítá

- jako únosnost je dána - dýchárou únosností

- přímá síla a protlačení

způsoby porušení spoji - 7 stránky

1) Odložen



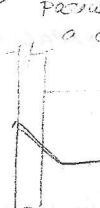
2) Vpálení



3) Vpálení



4) Přesná práce



5) Přesná práce

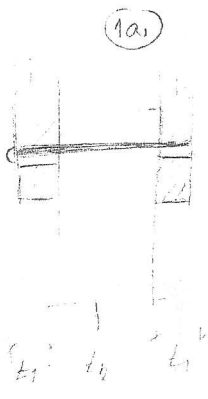


6) Přesná práce

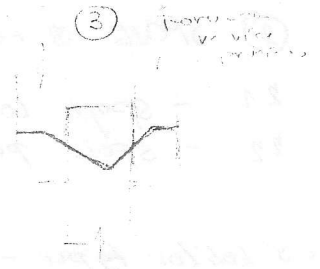
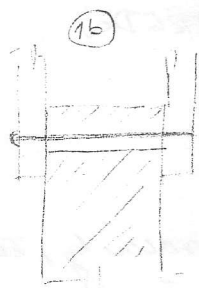


oban. porušení

-> strižne!

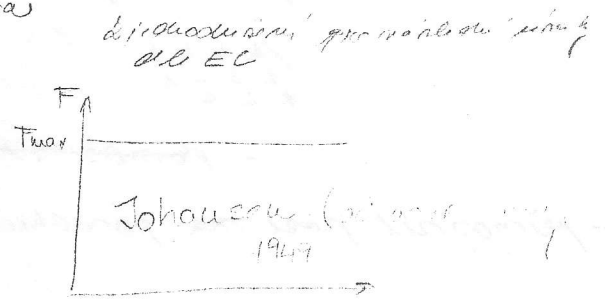
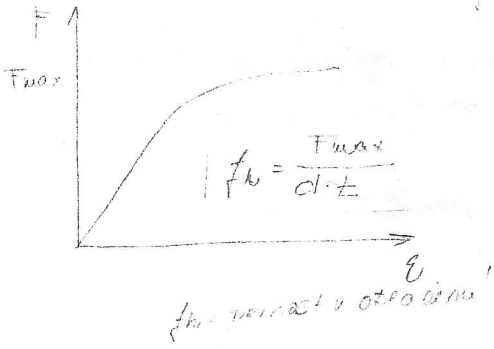


stlačená zóna



schopnosť niesť silu a deformácia

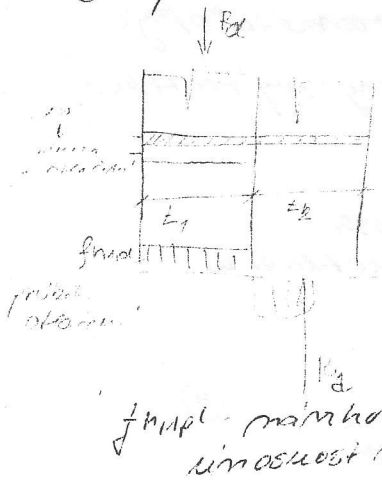
maximálna dĺžka tiahnutia



dĺžka oddeľujúca prvú a druhú časť

príklad...
 ...
 ...
 ...
 ...

10a) posunúť v každom pruhu 1



marková únosnosť v istomý' opý - 1 pruhu

$$R_{d1} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d$$

$$f_{h,1,d} = \frac{b_{max} \cdot f_{hd}}{f_{h,1,d}}$$

10b) posunúť v každom pruhu 2

$$R_{d2} = f_{h,2,d} \cdot t_2 \cdot d$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,d}}{f_{h,1,d}}$$

$$R_{d3} = \beta \cdot f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d$$

f_{hd,1} - marková únosnosť v otlacine

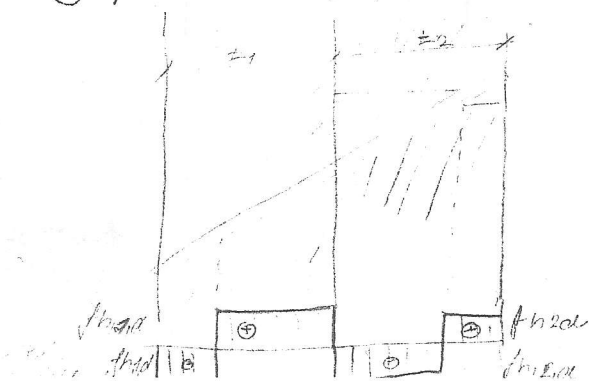
11) posunúť rýchle rúmu kalitu

chyba momentu na oboch stranách (klava)

$$M_1 = -f_{h,1,d} \cdot d \cdot a_1 \left(\frac{a_1}{2} + a_1 + b_1 \right) + f_{h,1,d} \cdot d \cdot (a_1 + b_1) \frac{a_1 + b_1}{2}$$

$$= -f_{h,1,d} \cdot d \left(\frac{a_1^2}{2} + a_1^2 + a_1 \cdot b_1 \right) + f_{h,1,d} \cdot d \left(\frac{a_1^2}{2} + \frac{a_1 \cdot b_1}{2} + \frac{a_1^2}{2} + \frac{b_1^2}{2} \right)$$

$$= f_{h,1,d} \cdot d \left(\frac{b_1^2}{2} - a_1^2 \right)$$



analogicky: $M_2 = \int_{h_2, d} \sigma \cdot a_2^2 = \frac{b_2^2}{2}$

$\beta = \frac{b_1}{b_2}$

ř porovnáme momenty M_1 a M_2 a $\beta = \frac{b_1}{b_2}$

$$\int_{h_1, d} \sigma \cdot d \left(\frac{b_1^2}{2} - a_1^2 \right) = \beta \int_{h_2, d} \sigma \cdot d \left(a_2^2 - \frac{b_2^2}{2\beta^2} \right)$$

$$\frac{b_1^2}{2} + \frac{b_1^2}{2\beta} = \beta \cdot a_2^2 + a_1^2$$

$$\frac{b_1^2}{2} \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) = \beta a_2^2 + a_1^2$$

* $\frac{b_1^2}{2} \left(\frac{\beta+1}{\beta} \right) = \beta a_2^2 + a_1^2$

$$\boxed{a_1 = \frac{t_1 - b_1}{2} \quad a_2 = \frac{t_2 - b_2}{2} = \frac{t_2 - \frac{b_1}{\beta}}{2} = \frac{\beta \cdot t_2 - b_1}{2\beta}}$$

dosažeme a_1 a a_2 do rovnice *

$$\frac{b_1^2}{2} \left(\frac{\beta+1}{\beta} \right) = \beta \left(\frac{\beta t_2 - b_1}{2\beta} \right)^2 + \left(\frac{t_1 - b_1}{2} \right)^2$$

tedy to je kvadratická rovnice

$$\rightarrow \frac{b_1^2}{2} \left(\frac{1+\beta}{\beta} \right) + 2b_1(t_1 + t_2) \cdot (t_1^2 + \beta t_2^2) - E$$

Rišení kvadratické rovnice

$$b_1 = \frac{t_1}{1+\beta} \cdot \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right)$$

Poznámka:

$$\boxed{R_{ol} = \int_{h_1, d} \sigma \cdot d \cdot b_1} \quad R_{ol} \rightarrow F_{vir}$$

char. únosnost polokola štítku a polokola spoj. pro štítek

ANALOGICKÝ ODVOZENÍ VÝŤAHY PRO PORUŠENÍ ③ ④ ⑤

- ukazují v prostých momentech únosnosti $M_{ij, Rk}$
- ukazují v různých únosnostech σ 5% na vyřazení deformovaného průřezu jako pro štítek
- ukazují v char. únosnosti vyřazení kolíku $\frac{F_{a1, Rk}}{4}$

Di koda to vykazem (3/4/5) rozhodují mluvíma'lni' hochuota
analogicky ke ochrání vyrok pro 2. st. úm' koliky
(nik EC-5)

ÚMOSNOST VÍCE STRIŽNÝCH SPOJŮ

n mluvíny' počtem jako počet nejmenších úm'ností
jednotlivých stůhů, přičemž každé stůh se mluvíje
v každém skupině té' prvků se spojí (skupina 3 prvků se
kalkuluje' mluví)

Úm'nost správně prostředků se mluví dle
(nik EC-5)

- ty'ka' re - v'ik'ku', sponek, mluví
- úm'nost ro'ni'ni'na k' st' t' d'v'ra a p'one'ni' d'v'ku

~~Úm'nost~~

úm'nost pomoc' mluví

olava pomoc' mluví na k' p'one'ni' mluví

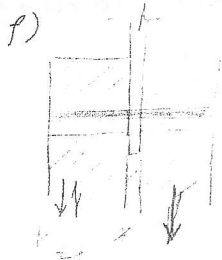
Rozm'it' mluví' spoj' prostředků dle olave k'aly' d' mluví
pro jednotlivé d'v'ky nik. EC

char. únosnost jednoduší spoje v jednom směru

$$F_{VRk} = f_{tk} \cdot t_f \cdot d$$

f_{tk} - únosnost
 t_f - průměr šroubu
 d - tloušťka desky

3) ocel. deska jako střední prvek dvoustranného spoje

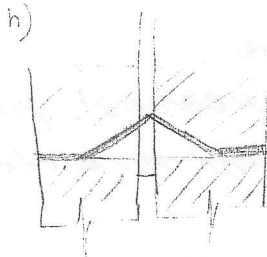
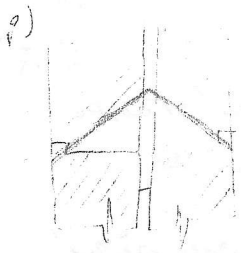


posun v ovládnutím

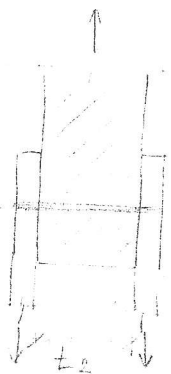
$$F_{VRk} = f_{tk} \cdot t_f \cdot d$$

f_{tk} - únosnost šroubu

• k bodům kroužků desky (tj. tenká i tenká) - průchody tří



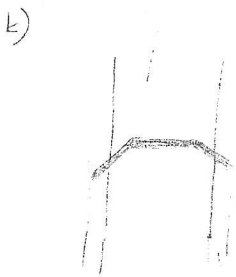
4) ocel. deska jako vnější prvek ~~o~~ dvostr. spoje
 • pro libor kroužků desky



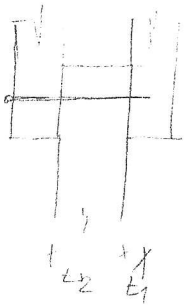
char. únosnost dvostr. spoje

$$F_{VRk} = 0,5 \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t_f$$

5) tenká ocel. deska jako vnější prvek dvoustranného spoje



2 dvojitřizný spoj



t_1 - menší otlavčík
dráha na straně
klavčů a směr
krokov

t_2 - tl. středního prutu

hork uoty char. prvnosti v otlaceni:

$d \leq 8 \text{ mm} \Rightarrow$ pro všechny úhly α (úhel mezi směrem prutu
a směrem reakce)
 F_{Tj} - bez předur. otrobků

$$f_{Hk} = 0,082 \cdot f_t \cdot d^{0,3}$$

- s předurčenými otrobky

$$f_{Hk} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot f_t$$

\rightarrow [mm] \rightarrow char. hustota dráha t_g / mm^3

$d \geq 8 \text{ mm}$

- $f_{Hk} \Rightarrow$ jako pro svorníky

char. hodnoty prst momentu únosnosti

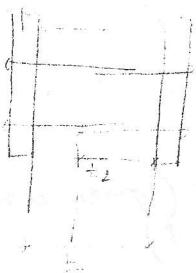
- pro lokte' křivky, obrát min $f_v = 600 \text{ MPa}$

$$M_{y, Rk} = 0,13 \cdot f_v \cdot d^{2,16} \Rightarrow 0 \text{ průřik}$$

$$M_{y, Rk} = 0,45 \cdot f_v \cdot d^{2,16} \Rightarrow 1,3 \text{ průřik}$$

Spoj ze tří prvků - křivky ne mohou
překročit požadky pro přibytí namí

$$|t - t_2| > 4d$$



- pro jednm

pro jednm řadu křivky II s redkiny

- počítá se k účinným početm spoj protáček n_{ef}

$$F_{H, y, Rk} = n_{ef} \cdot F_{H, Rk}$$

$$n_{ef} = n \cdot k_{ef}$$

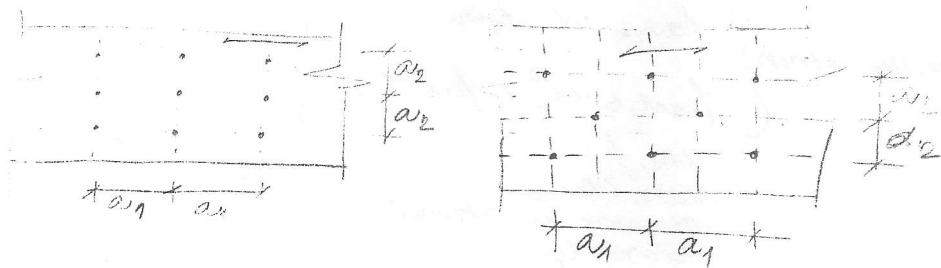
mit. $k_{ef} = 1,0 - a_1 > 4d$

viz. EC-5 tab. 8.1 \rightarrow interpolace

Hloubka zaražení hřebíky do dřeva mm

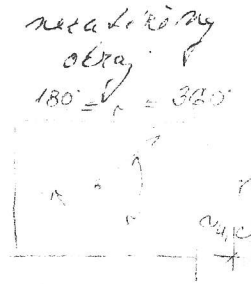
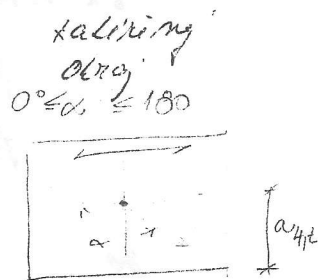
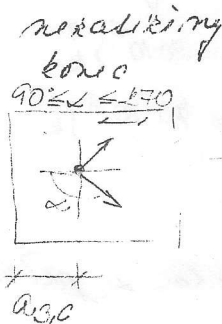
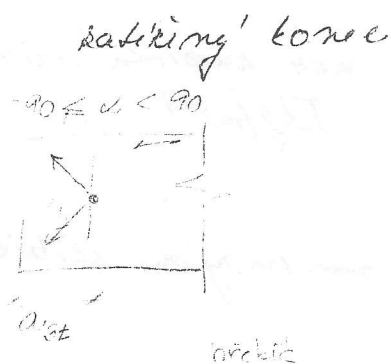
Rozteče a vzdálenosti (minimální) / oči konců prvků } EC5
 / oči obrajů } tab 8.2

Rozteče // a_1 \perp k vláknům



vzdálenosti očí konců obrajů

$\alpha \Rightarrow$ \neq mezi směrem síly a směrem vláken



- Deska a oběma

• rozteče vláken (viz. EC-5 tab 8.2)

a jsou redukční koeficienty 0,85

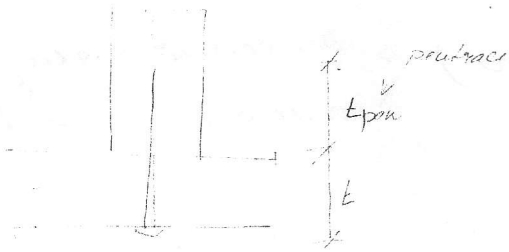
• vzdálenosti očí obrajů / konců \Rightarrow minimální (viz. redukce)

- Oči oběma

• rozteče (tab 8.2)

redukční koeficient 0,7

• vzdálenosti očí konců / obrajů viz. redukce



- Načli' wibily nasmu' byt nystanony stakolmu a dlawho dlabi' mu' sa t'ki'ni' (pocu' ža'nit p'imo'mi' osou' ka' t'icni')
- Načli' wibily

$$F_{ax, Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{ax, k} \cdot d \cdot t_{pou} \\ f_{max, k} \cdot d_n^2 + f_{ax, k} \cdot d \cdot t \end{array} \right.$$

lim
diara (lex.
p'imo' m' osami
k'owoty

$f_{ax, k}$ je nystanoni stakolami
 \Rightarrow p'odm'jrou k'owozici' tal.

• k'owoty' wibily' k'owota' m'ku' k'owota' m'ku' 1200

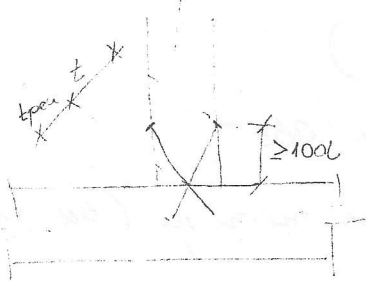
$$f_{ax, k} = 20 \cdot 10^{-6} S_k^2$$

$$f_{max, k} = 40 \cdot 10^{-6} S_k^2$$

S_k = diara' k'owota' d'ic'na
 [kg/m³]

Rozliči' a' n'ed'el'owoski' ža'ka' u' p'ic'ni' n'asmu' k'owoty' wibily'

ŠIKME' HIREBIČOWA'NI'



min d' wibily' n' n'paji

ŠWORMIKOVE' STONE

Š'owu' to' k'owoty' n'paji: p'roš'ic'otky' a' p'at'ic'iny' k'owota' a' n'paji'owu' osam' p'ic'ni' o' p'ic'ni' p'ic'ni' k'owoty' a' osam'

je-li' osam' stejny' ža'ka' p'ic'ni' w'it' š'owom'ku' \Rightarrow n'asmu' ža'ka' k'owoty' n'paji'

ME 5 č. 85 žosau - M y Rk
 - $f_{n, \alpha, t}$

osam' p'ic'ni' a' k'owoty' p'ro' $f \cdot d$

- min a_1, a_2, \dots min hodnoty a_1, a_2, \dots

VRUTOVÉ SPOJE

Počítat zejména pro prvky namáhané na odtlačení

Počítat se s tzv. účinným průměrem d_{ef}

Pro malé průměry těchto šroubů & musí snížen
síly o snížení tlaku nezávisle na síle

Pro větší průměry se uvádí síla na odtlačení
síly

Pak se pozná odtlačení síly $d_{ef} \Rightarrow$ podle průřezu
síly d

Pro větší spoje $d \leq 6 \text{ mm} \Rightarrow$ má se jako běžící spoje

$d > 6 \text{ mm} \Rightarrow$ má se jako svorníkový spoje

SPOJE S TĚMI

Spoje povoleného typu

- přímé
- křížové

Pro větší, nejčastěji s informací únosnosti
výrobce

SPOJE S DESKAMI S PŘÍSOUVANÝMI TRNY

Nejefektivnější

desky tl. 1,5 - 2 mm

Řezivo v spojovém tl. 50 mm

Má se zejména PE-programy nebo nejčastěji v
odstředění (přímé)

EC - účinné hodnoty nezávislé

III TESAŘSKÉ SPOJE

- nejstarší

o velmi pracovní, ocelové prvky

má se ale také namáhané vnitřně

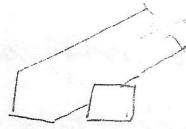
plaťova'ni'

lompřahni'

šiprui si'

osvolea'ni'

šapustěni'

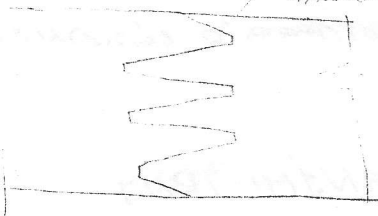


šipra'ni'

dobroslit obsoitě to šiprui
opoy ootah STRAKY

IV. LEPENE' SPOJE

Pocitěna' se lepěni' lamel. cizino s přehm a tl. 45mm,
dělta jomoleiny'ch přehm dle kazi'
s typicky' lepěni' spoj je sebority'



DÍLCE A PLOŠNÉ' PRVKY DŘEVĚNÝCH KCI'

- Lepěni' teklostěnni' nosničky
- lepěni' nosničky o tekly'mi šibry (šibry'ni' panely)
- stropy, stěny a ke

LEPENE 'TENKOSTĚNNÉ' NOSNÍKY

PRŮŘEZ

UBRUŠENÝ PRŮŘEZ



Průřez je protáhlou a nosícího účinnou m. lepenými pásmi. obě n. m. nastavení účinné k délce lepení

střídání objemů momentů

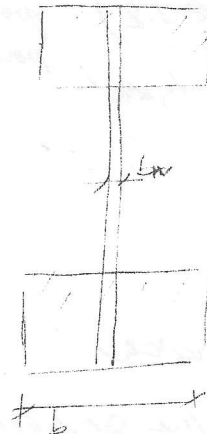
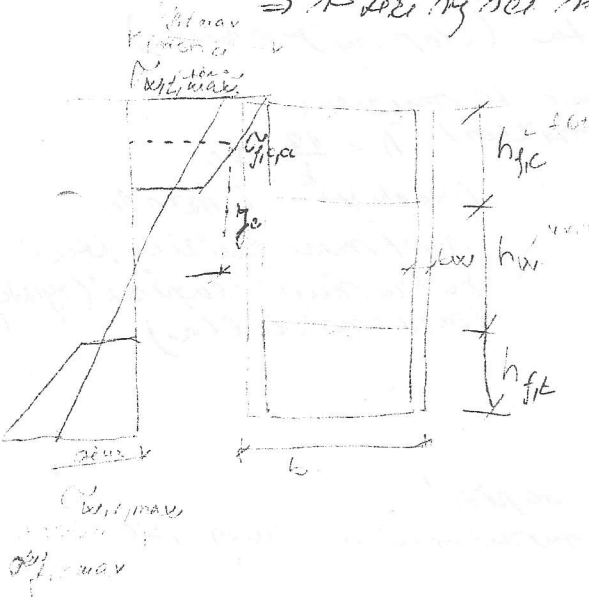
stěna a mat. na boky účinné

- současně - na stěpnu a stěpnu lei

vyřazení k protáhlou 300 - 500 mm napříti 5,8 m

vyřazení předpokladů pro namáhání:

- páru a stěna jsou stejné dél, a tož k tomu káim' aleč,
 - průřez poměrně rovnoměrně po výšce průřezu je rovněž
 - normál musí být vyřazen k různým materiálů
- ⇒ a tož výšce mohou být různé napříti



Poněkde mohou být i jiné páry rozdělení stěny a efektivity průřezu kladby (ale profil k homogenního mat. při stejných nastavení jako páry)

Při výšce stěny se rozdělují i směrní podílu modulu pružnosti

účinná plocha, pruženie: $A_{ef} = A_f + \frac{E_w}{E_f} \cdot A_w$

účinný moment nezáčnosti: $I_{ef} = I_{ef} + \frac{E_w}{E_f} \cdot I_w$

Pre konverziu deformácií nezáčnosti: globa. posunutí a tížka podľa EC5 (viz. EC5-11B.32)

• Normové napätia v prútku:

$$\sigma_{f,ed} = \frac{M_{ed}}{I_{ef}} \cdot y_0 + \frac{F_{ed}}{A_{ef}} \quad y_0 = \frac{h}{2}$$

napätia v kĺbových prútkoch

$$\sigma_{f,ed} = \frac{M_{ed}}{I_{ef}} \cdot y_e + \frac{F_{ed}}{A_{ef}}$$

Povolenia:

$$\sigma_{f,ed, max} \leq f_{m,d}$$

→ únik, prútok a dýhanie

$$\sigma_{f,ed, max, ed} \leq f_{m,ed}$$

$$\sigma_{f,ed} \leq k_{\sigma} \cdot f_{t,0,ed}$$

→ redukčný súčiniteľ pre účinnosť (klasifikácia prútkov)
(viz. EC5 kapit. 6.3.2) pre prútky musí byť

$k_{\sigma} = 1 \Rightarrow$ prútky nebudú žiadne
celé kce

pre účinnosť $\eta = \frac{12}{b} \cdot l_e$

(pre dĺžku) $L_{prútku}$

musí byť menší ako 1, teda
každý prútky klasifikácia (výška, prútky)
(pre prútky dĺžka)

• Normové napätia v osteniach

- Stĺpca prútky sú rozložené tangenciálne napätia
- prútky prútky sú rozložené na prútky, ostenia a prútky

Príkladový výpočet:

limarxi prútky sú napätia prútky normálne a limarxi prútky

$$\sigma_w = \sigma_f \frac{E_w}{E_f}$$

Problema: Pro klad' odraz' steny

$$P_{w,el,cl} = \frac{M_{cl}}{F_{ef}} \cdot \gamma_{w,el} + \frac{F_{cl}}{A_{ef}} \cdot \frac{E_{cl}}{E_f}$$

podmínka:

$$P_{w,el,cl} \leq f_{t,w,cl}$$

Třetího provedení (odraz' steny)

$$P_{w,el,cl} \leq f_{t,w,cl} \cdot \gamma_{w,el}$$

napětí steny ne smýkle (hořetím) za akrybu (houlem)

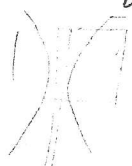
$$n_w \leq 40 \text{ bw}$$

Průměrná' podpora' ráta

$$F_{y,w,el} < \left\{ E_c \text{atak 9.9} \Rightarrow n_w, n_{y,el}, n_{y,el} f_{y,w,el} \right.$$

Tangentální' napětí' ne opaji mezi stěnou a pětím:

- je třeba' aby pětím + kř. spoje byla neto' mě pětím a smýkle stěny a pětím
- limi teorie' ne opaji je pětím stěny ne smýkle // s pětím pětím (čísly)



tento smý & je bez hodiny'

Podpora' rovněž:

- má' napětí' ne smýkle $\sigma_{mean,cl}$ je v úvahu' v úvahu' pětím rozděleno' komponenty

$$\sigma_{mean,cl} = \frac{V_{cl} \cdot S_f}{I_{y,cl} \cdot l_g}$$

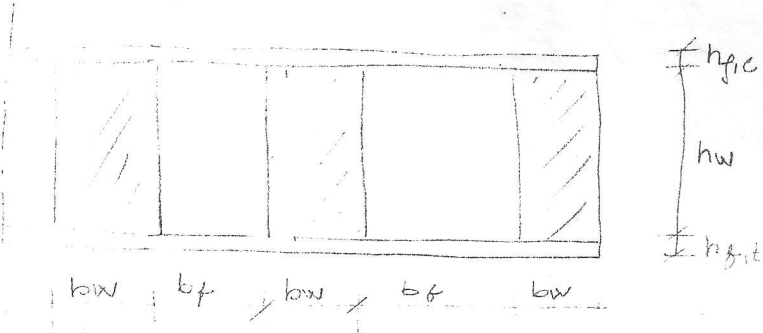
V_{cl} ... ná'ra podpora' ráta
 S_f ... statický' moment pětím < 1/0 pětím
 $l_g = 2 \cdot h_{y,el}$
 s bod' kl' m. kl'

Podmínka:

$$\sigma_{mean,cl} \leq \begin{cases} f_{t,w,el} \rightarrow h_y < 4 \text{bf} \\ f_{t,w,el} \left(\frac{4 \text{bf}}{h_y} \right)^{98} \rightarrow h_y > 4 \text{bf} \end{cases}$$

$4 \text{bf} = \text{pro I} - \text{bw/2}$
 $= \text{pro úvahu' nosn. bw}$

LEPENÉ NOSNÍKY S TEXILNÍMI ŽEBRY (ŽEBR. PANELY)



desky pro^u plátů^u

⇒ desky na křivici^u (přilic^í)

řibka ⇒ rozteč^í dráma

spoj mezi plátkem a křivkou - lepený^í m^í m^ích^í prostříd^íky (m^ích^í ...)

stu^hí^hle^h přep^oh^om^í ⇒ p^ost^o se^oř^oř^oř^o p^oř^oř^oř^o

ato : celistv^í (lep^ony^í)

: s^o p^oř^oř^oř^ony^í sp^oji (m^ích^í sp^oř^oř^oř^o)