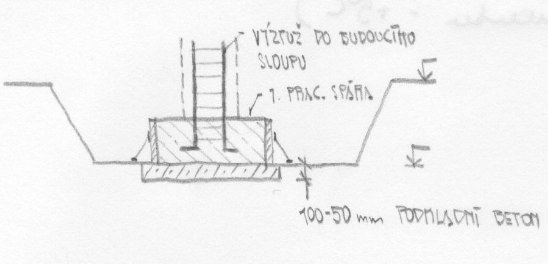
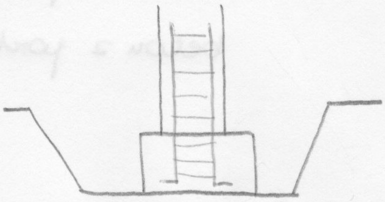
- teoretické ot.:
  - [T1] působení a dim. schodišťových st. (st. jako konzola, jako pr. nosník)
  - [T2] prostorová skladba monol. rámů, založení rámů na patkách, na patkách s vrubovým kloubem
  - [T3] napjatost uvnitř síly, rozklad sil, vyztužování ve vrubovém kl.
- př.:
  - [P1] nadimenzujte sch. stupeň jako pr. nosník
  - [P2] 〃 konzolu
  - [P3] navrhněte výztuž vrubového kl. na normálovou sílu
  - [P4] 〃 na posouvající sílu

FÁZE VÝSTAVBY MONOL. RÁMŮ

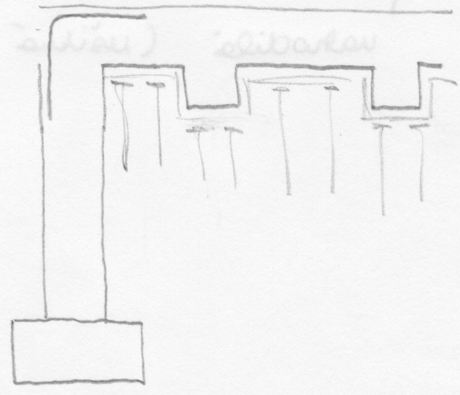
1. FÁZE



2. FÁZE

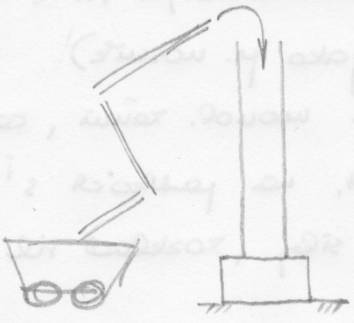


JE MOŽNO VYBETONOVAT SLOUP AŽ PO PRŮVLAK

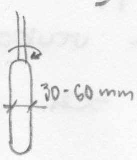


!! pozor na znečištěnou prac. spáru

- betonáž:



- nutno **zhutnit!!**
  - ∘ čerpadlem x beton dopraví do bednění
- hutní se zpravidla ponornými vibrátory



- směs se ukládá max. z výšky 1,5 m!!

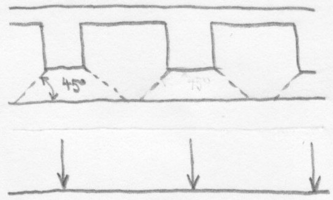
- nedostatky monol. kcí:
  - tepelné mosty
  - přenos zvuku
  - pracnost (malá staveništní mechanizace)
  - sezónnost (beton přišel z Itálie)

    (beton z portl. směsného cementu potřebuje +10°C, beton z portl. cementu - +5°C)

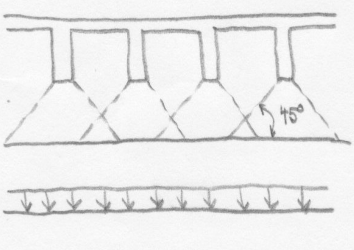
ZATÍŽENÍ:

- stálá (vl. tíha G)
- nahodilá (užitná q)

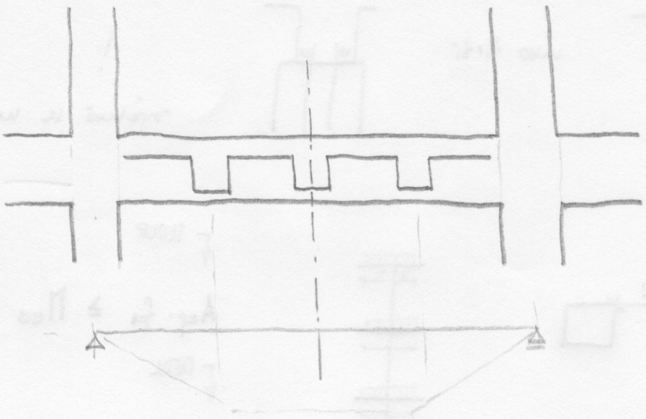
} roznos



• PŮSOBÍ JAKO OSAMĚLÁ BŘEMENA



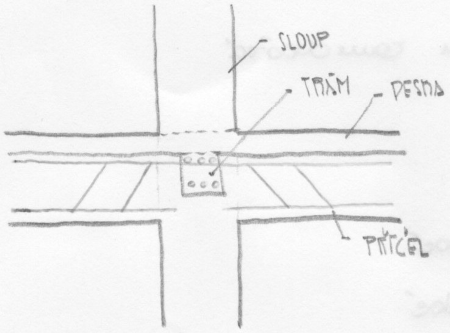
• PŮSOBÍ JAKO SPOJITÉ ZATÍŽENÍ



NENÍ VÝHODNÉ!

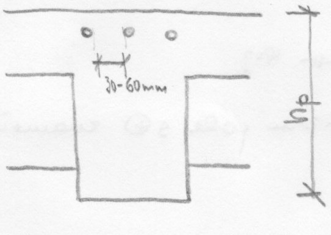
HŮŘ SE NAVRHUJE

- styky: příčel - trám - sloup



„blbé" z hlediska výztuže jak se tam dají

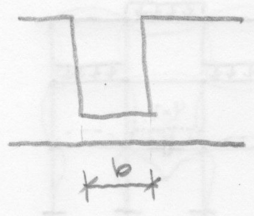
PRŮVLAK



$$h_t = \left(\frac{1}{2} \sim 1{,}0\right) h_p$$

(aby se tam vlezl vibrátor)

ŽEBRO

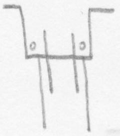
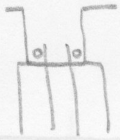


$$b = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right) h_t$$

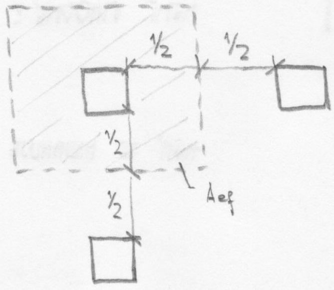
- doporučení rozměry prvků:
  - předběžný návrh: $h_p = \left(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{15}\right) l$

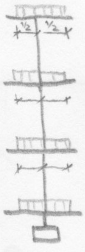
$\frac{1}{8}$ - těžké zatížení (strojírenství)

$\frac{1}{15}$ - lehce dr. (administrativa)

sloup: buď vyšší  nebo širší 

výztuž se mine





↓ SLOUP

$A_{ef} \cdot f_{cd} \geq N_{ed}$

↓ PATKA

$A \cdot R_d \geq N_{ed}$

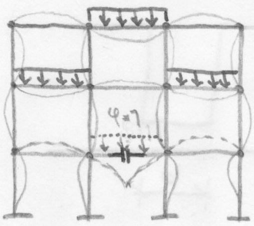
únosnost zeminy; síla na patkem

- výztuž se v předb. návrhu zanedbává

- užitné zatížení: dlouhodobé / krátkodobé

UMÍSTĚNÍ UŽITNÉHO KRÁTKODOBÉHO ZAT.

Mmax -



MCE PŘÍČINKOVÝCH ČAR

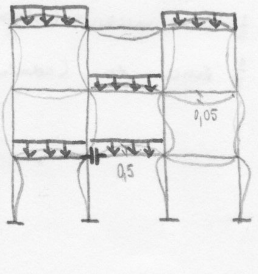
. vnutíme tomu deformaci do ⊥ φ=1

. aby dostala Mmax, zatížím pole s ⊕ znaménkem

- levý žach
- pravý žach

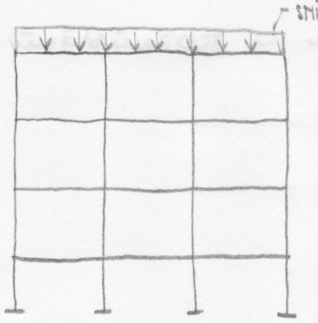
plné užitné

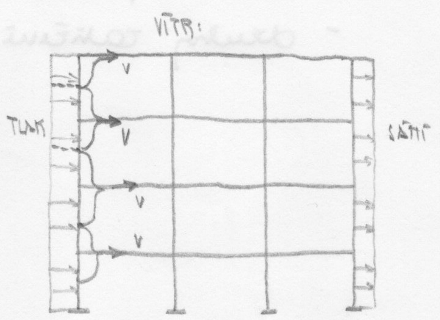
Mmax

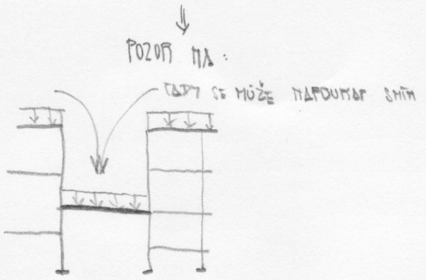


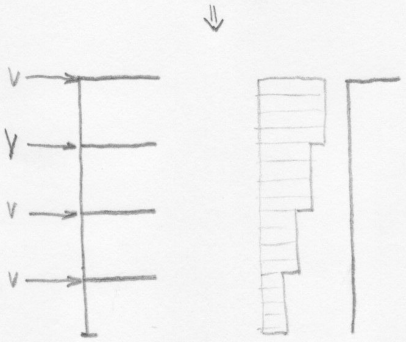
. zatížení dáme k ⊖

- zatížení klimatická: - sníh
  - vítr

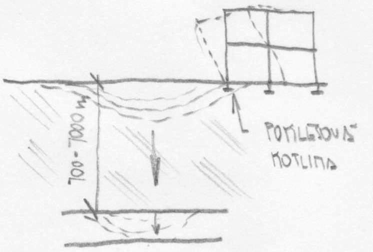






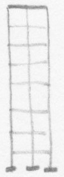


- zatížení poddolováním



- báňský úřad definuje: sedání
  pootočení

- seismické zatížení



— nutný dynamický výpočet — řekne kolikrát bude/nebude větší než statické

- teoret. otázky: - průběžný návrh rozměrů rámového ka
  - roznos zatížení na průvlaku
  - kční uspořádání styčníků
  - druhy zatížení rámu a rozmístění vš. zat.

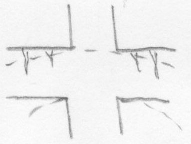
TEORETICKÁ OT - metody řešení rámů

- metoda rámových výseků

PRAKTICKÁ - metodou rámových výseků určete moment v zadaném úseku příčle, navrhněte a posuďte výztuž

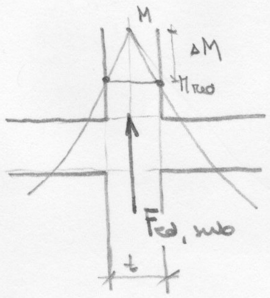
1 ke 3. př.

- vlivem redistribuce



$$\Delta M = F_{Ed,sup} \cdot t$$

$$M_{red} = M_{teor} - \Delta M$$



$$M_{red} \geq 0{,}65\ M_{Ed,fix},$$

$$M_{red} \geq M_{Ed,FIC}$$

VYZTUŽOVÁNÍ RÁMOVÝCH STYČNÍKŮ

- zajistit bezpečnost! : - kotevní délky
  - dostatečné stykování
  - krytí
  - nestykovat v tlač. oblasti

13.2.

BETON

Zemánek 1. přednáška – scan od Vlády

(1T) Působení a dimenzování schod. styčníků (konzola, prostý nosník)

2T – Prostorová skladba monol. rámů, založení rámů na patkách, s vrubovým kloubem

vrub. kloub → napjatost, vnitřní síly, rozdělení sil, vyztužování

1P – nadimenzujte schod. styčník jako prostý nosník

2P – -||- jako konzolu

3P – navrhněte výztuž vrub. kloubu na normál. sílu

M 4P – navrhněte -||- na posouv. sílu

nedostatky betonu:

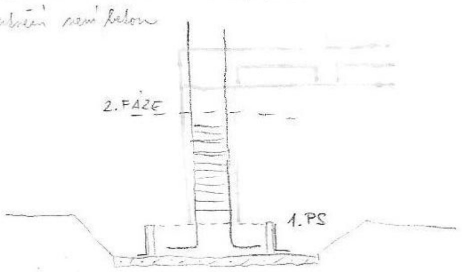
- tepelné mosty
- přenos zvuku
- pracnost (mokrý proces, mechan…)
- sezónnost / port. cem. směs +10°C / port. cem. +5°C

FÁZE VÝSTAVBY MONOLIT. RÁMŮ

1. fáze – navázat výztuž z patky

2. fáze – navázat sloup

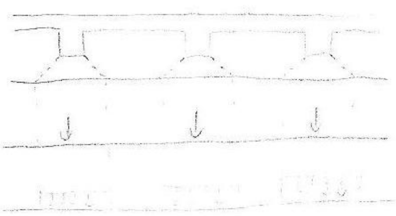
– bez skružení není beton



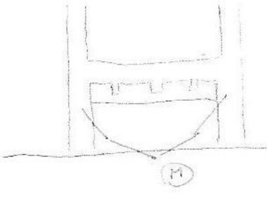
BETONÁŽ

ZATÍŽENÍ

- stálá … g } rovnoměr.
- užitná … q
  - → dlouhodobé
  - → krátkodobé *

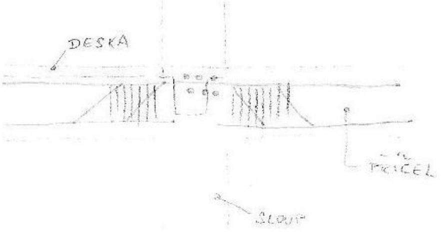


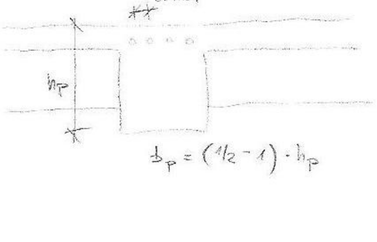
*



– není dobré dávat těm depozitů

STYKY – PŘÍČEL – TRÁM – SLOUP





$b_p = (1/2 - 1) \cdot h_p$

DOPORUČENÉ ROZMĚRY PRVKŮ

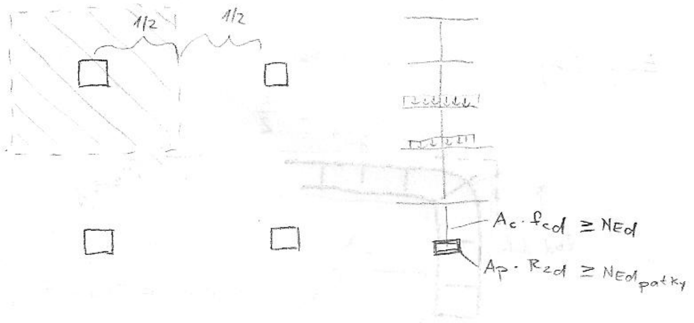
PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

$$h_p = \left(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{15}\right) \cdot l \approx \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}\right) \cdot l$$

(BĚŽNĚ: $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}$)

$\frac{1}{8}$ … silně (strojírenství); $\frac{1}{15}$ … slabě (administrativa)

- krajní příčle širší

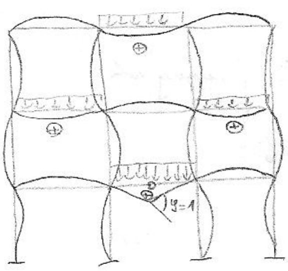


$A_c \cdot f_{cd} \geq N_{Ed}$

$A_p \cdot R_{zd} \geq N_{Ed,patky}$

* UMÍSTĚNÍ UŽITNÉHO KRÁTKODOB. ZAT

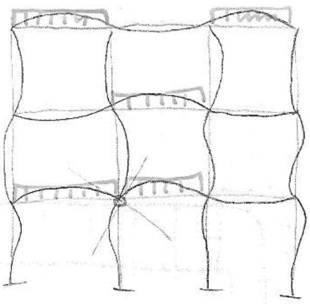
Mmax v poli



L … levý řád
L … pravý řád

plné užitné

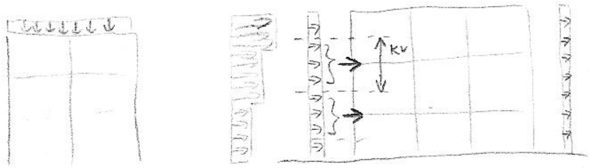
Mmax nad podporou



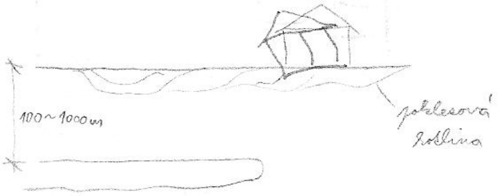
* – klimatická

- → sníh
- → vítr

sníh vítr



– poddolování



– seismicita ($\vec{a}$, f)

– dynamický výpočet

OTÁZKY

T
- předběž. návrh rozměrů rám. kce
- roznos zatížení na průvlaku
- řešení uspořádání styčníku – 2 varianty
- druhy zatížení a rozmístění užit. zatížení

20.2.

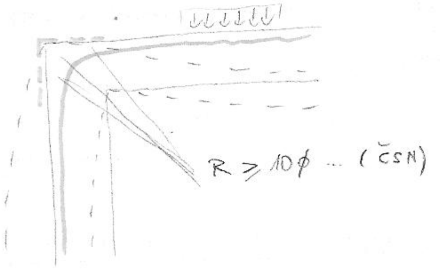
CHOPOK – nastěhovat – Pája

27.2.

+ REDISTRIBUCE

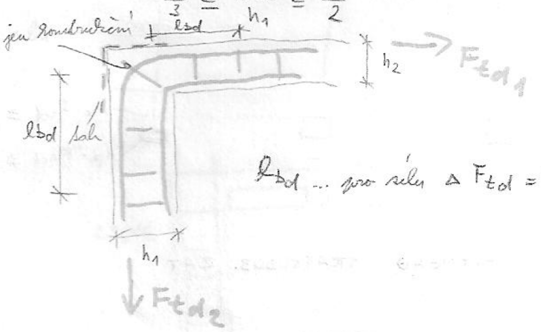
VYZTUŽOVÁNÍ RÁMOVÝCH STYČNÍKŮ

HORNÍ RÁMOVÝ ROH



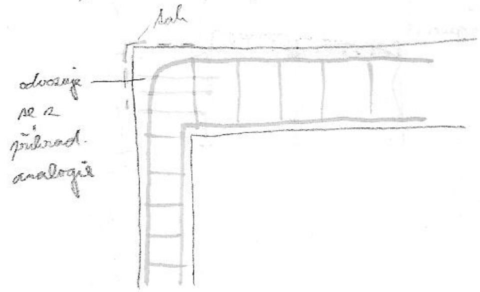
EC: 1a) „STEJNÝ" SLOUP A PŘÍČEL

$$\frac{2}{3} \le \frac{h_2}{h_1} \le \frac{3}{2}$$

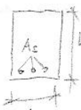


l_{bd} ... pro sílu $\Delta F_{td} = F_{td_2} - F_{td_1}$

1b) nestejné výšky příčle a sloupu

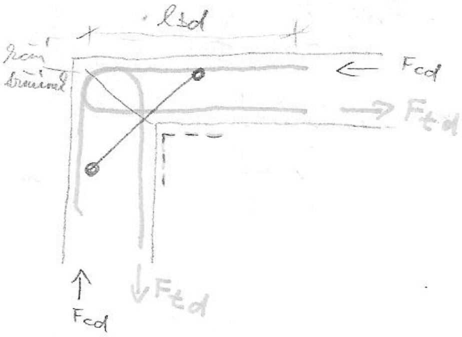


1.2a) ... „málo" namáhaný rámový roh



$$\frac{A_s}{b \cdot h} \le 2\%$$

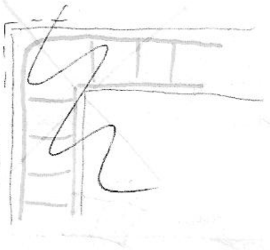
V DUBAJI

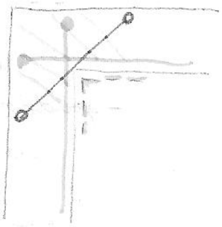


1.2 b)

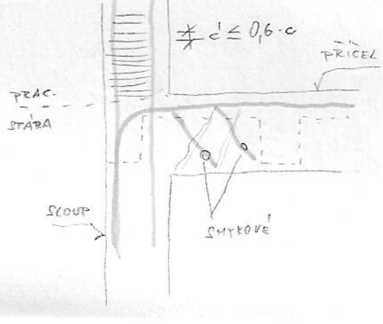
$$\frac{A_s}{b \cdot h} > 2\%$$

„silně" namáhaný styčník



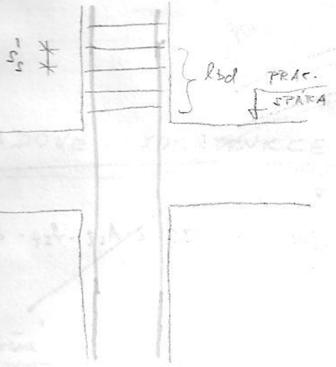


2. KRAJNÍ PRŮBĚŽNÝ STYČNÍK

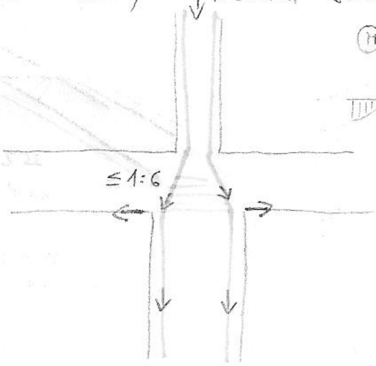


3 - VNITŘNÍ STYČNÍK

3a) - STEJNÉ PRŮŘEZY



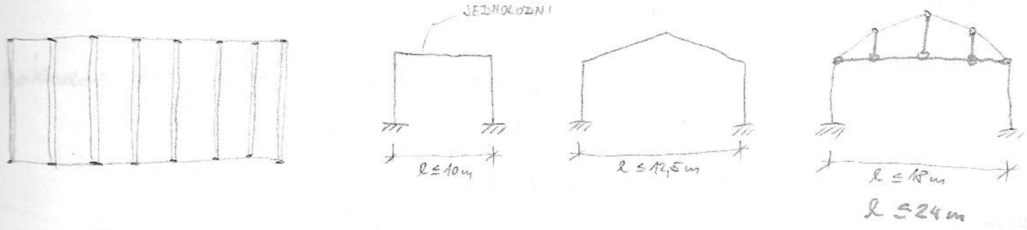
3b) VAR 1) PŘENÁŠÍ SVISLÉ ZAT.



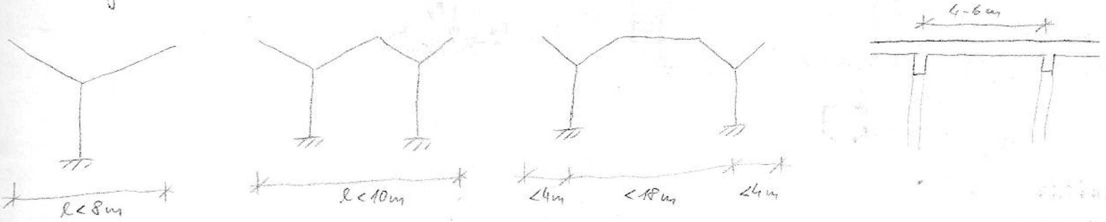
VAR 2)

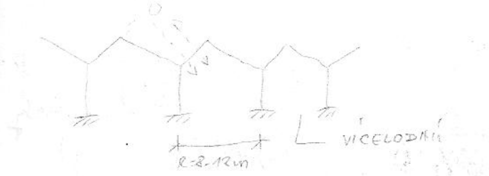
RÁMY JEDNOPODLAŽNÍCH HAL

a) - příčné

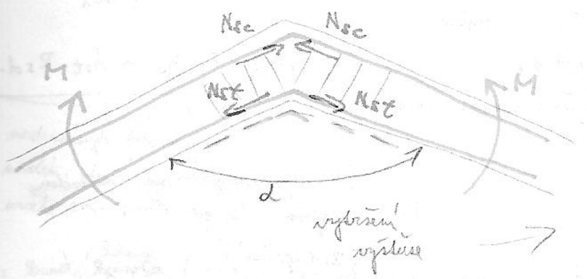


průřezy

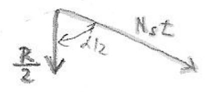




LOMY VAZNÍKŮ



1. VYJÁDŘENÍ $R^{\oplus}$ ZE SIL VE VÝZTUŽI

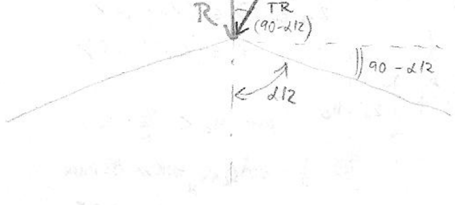


$\frac{R/2}{N_{st}} = \cos\frac{\alpha}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow R = 2 \cdot N_{st} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$

$R = 2 \cdot A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$

2. VYJÁDŘENÍ PRŮMĚTU ÚNOSNOSTI TŘMÍNKŮ DO SMĚRU VÝSLEDNICE R



$\frac{R}{TŘ} = \cos(90-\alpha/2) \Rightarrow$

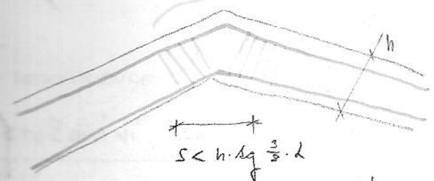
$\Rightarrow R = TŘ \cdot \cos(90-\alpha/2)$

$R = A_{ss} \cdot f_{st} \cdot \cos(90-\alpha/2)$

3. PROMĚNNÉ OBOU ROVNIC

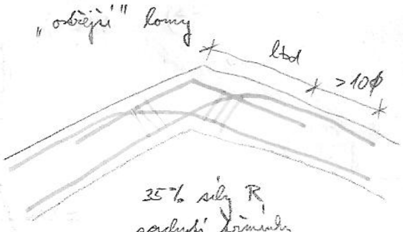
$2 \cdot A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \cos\frac{\alpha}{2} = \sum A_{ss} \cdot f_{ssd} \cdot \cos(90-\alpha/2)$

PRO $\alpha \ge 160°$



celá R⊕ je zachycena výztuží A_{ss}

PRO $\alpha < 160°$
„ostřejší" lomy



$$\sum A_{ss}\cdot f_{sst}\cdot \cos(90-\alpha/2) \ge 0{,}35\cdot 2\cdot A_{st}\cdot f_{st}\cdot \cos\frac{\alpha}{2}$$

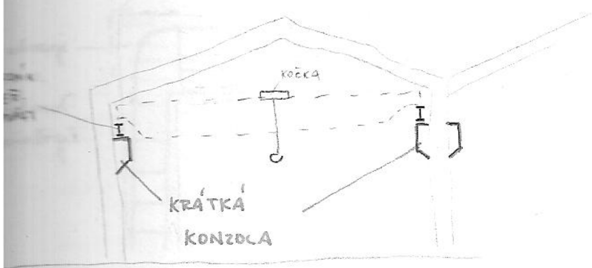
TO: redistribuce a redukce momentů v rámu při vyztužování rámových styčníků
tvary rámů 1podl. hal
lomy vazníků – vnitřní síly, porušení, odvození síly pro zachycení R

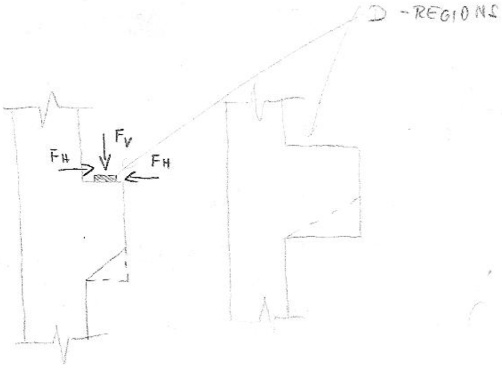
PO: odvoďte výslednici lomu vazníku a navrhněte třmínky

5.3.

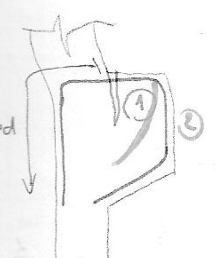
KRÁTKÉ KONZOLY

(VE VÝROBNÍCH BUDOVÁCH)

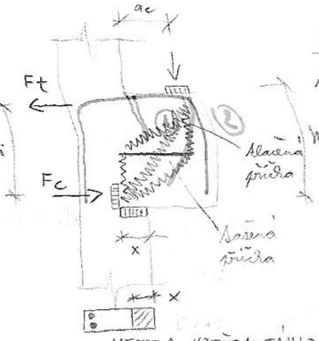




MECHANISMUS PORUŠENÍ



1. TRHLINY ① OSNOVY
2. TRHLINY ② OSNOVY
↓
dáme třmínky



METODA VZPĚRA-TÁHLO

DIMENZOVÁNÍ

1. únosnost na oh. momenty („proti trhl. 1. osnovy")

$$M_{Ed_{EXT}} \le M_{Rd_{INT}}$$
$$\le F_t \cdot r_i$$

$$F_v\cdot a_c + F_h\cdot h_c \le A_{st}\cdot R_{s\ldots}$$

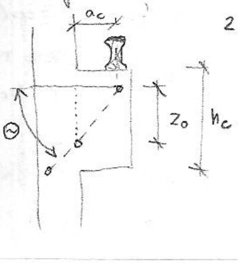
→ odtud $A_{st} = \ldots$

2. na posouvající sílu metodou vzpěra – táhlo
   2.1 přesněji ... model
   2.2 podle EC třmínky se na... % $A_{st_{MAIN}}$

LINKS
TŘMÍNKY

TŘMÍNKY PODLE EC:

když 1.) $a_c \le z_0$



2.) $tg\,\Theta \in \langle 1{,}0;\ 2{,}5\rangle$
$\Theta \in \langle 45°;\ 68\rangle$

pro $a_c < 1/2 \cdot h_c$

$A_{s_{LNK_H}} = k_1 \cdot A_{s_{MAIN}}$
$k_1 = 0{,}25$

pro $a_c \geq \frac{1}{2} \cdot h_c$ a $F_{vd} > V_{Rd,c}$

$$A_{s_{LNK_v}} = k_2 \cdot \frac{F_{vd}}{f_{yd}} \quad ; \; k_2 = 0{,}5$$

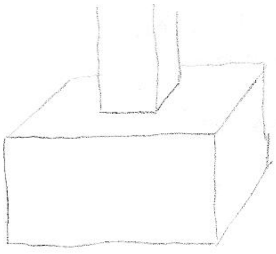
ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

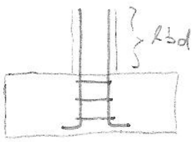
plošné
- zákl. patka
- pás
- ~~rošt~~
- deska

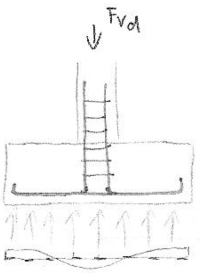
kombinují si ⟷

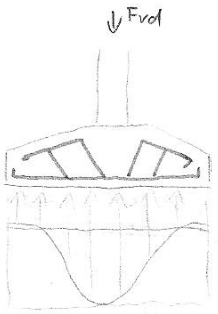
hlubinné
- piloty (vrtané + beton)
- studny
- ~~kesony~~

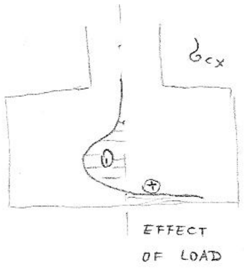
základové patky:
- z prostého betonu
- z železobetonu
  - bez smykové výztuže
  - se smykovou výztuží

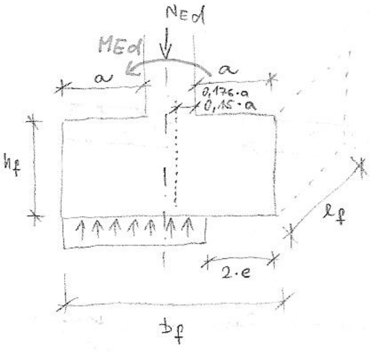






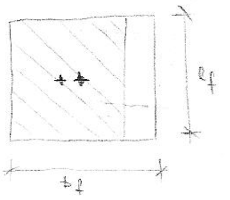






$N \cdot e = M$

$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$



TO: nadimenzujte tl. výšku krátké konzoly podle obr.
nadim. trámky krátké konzoly
včetně celá patka vyhoví (1.MS - únosnosti)

TO: krátká konzola (tvar, porušení, dimenzování, geom. podmínky EC)
ŽB patky
patky z prostého betonu (tvar, dimenzování)

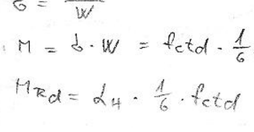
EFFECT OF LOAD

1) $\sigma_{gd} = \frac{N_{Ed}}{(b_f - 2 \cdot e) \cdot l_f}$

$M_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{gd} \cdot l_f \cdot (\beta_a)^2$

RESISTANCE

M_{Rd}



$\sigma_c \leq f_{ctd}$

$\sigma = \frac{M}{W}$

$M = \sigma \cdot W = f_{ctd} \cdot \frac{1}{6} \cdot l_f \cdot h_f^2$

$M_{Rd} = \alpha_H \cdot \frac{1}{6} \cdot f_{ctd} \cdot l_f \cdot h_f^2$

$\alpha_H = \left(1{,}6 - \frac{h}{1000}\right) \geq 1{,}0$

12.3.

$M_{Rd} \geq M_{Ed}$

$M_{Rd} = f_{ctd} \cdot l_f \cdot h_f^2 \cdot \frac{1}{6}$

$M_{Ed} = \frac{1}{2} \sigma_{gd} \cdot l_f \cdot (\beta \cdot a)^2$

stanovení bezpečné výšky patky z prostého betonu

$f_{ctd} \cdot l_f \cdot h_f^2 \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{gd} \cdot l_f \cdot (\beta \cdot a)^2$

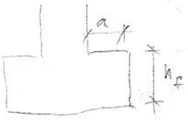
$f_{ctd} \cdot h_f^2 = 3 \cdot \sigma_{gd} \cdot (\beta \cdot a)^2$

$h_f^2 = \frac{3 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd}} \cdot (\beta \cdot a)^2$

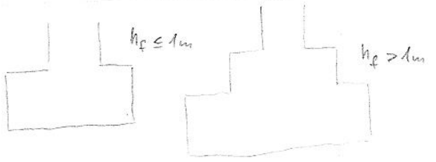
$h_f = \beta a \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd}}}$

β: 1,15 ... ČSN; 1,176 ... EC

- zjednodušeně lze volit $h_f \doteq 2a$

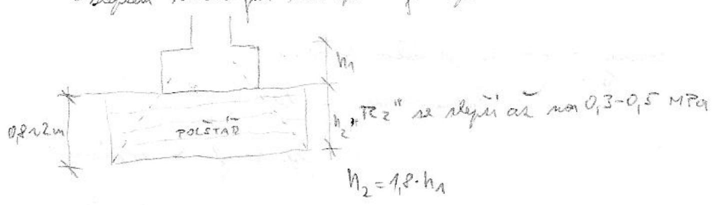


Konstrukční doporučení



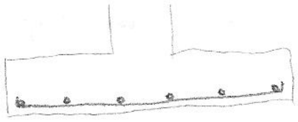
„R_z“ < σ_{gd}

- zlepšení hutněným štěrkopískovým polštářem

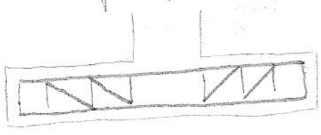


PATKY ZE ŽB

bez smykové výztuže

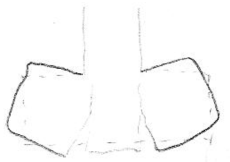


se smyk. výztuží

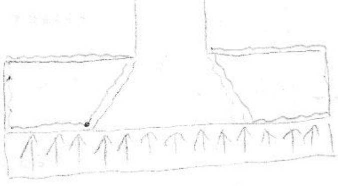


mechanismus porušení ŽB patek

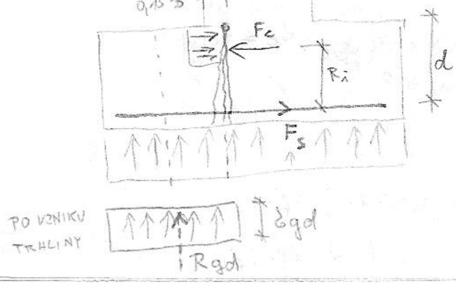
- ohybové porušení



- porušení protlačením („smykové“)



1) MS únosnosti patky - ohyb



R_i ... rameno vnitř. sil ($R_i = 0,9 \cdot d$)

ze ... rameno vnějších sil

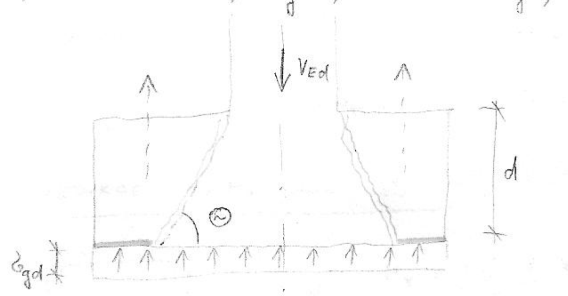
$M_{EXT} \doteq M_{INT}$

$(M_{Ed}) \doteq M_{Rd}$

$R_{gd} \cdot ze \leq F_s \cdot R_i$

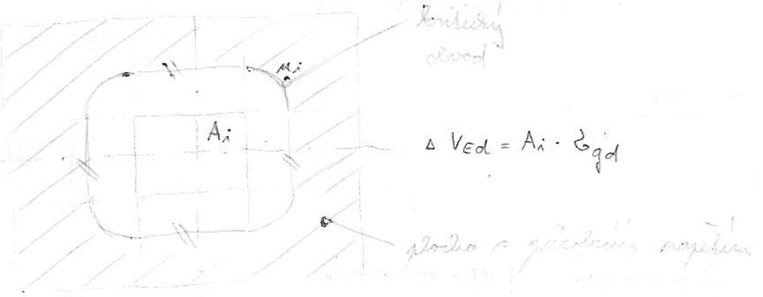
$R_{gd} \cdot ze \doteq A_s \cdot f_{yd} \cdot R_i$

2.) MS únosnosti patky – protlačení (smyk)



redukovaná protlačovací síla

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$



$$\Delta V_{Ed} = A_i \cdot \sigma_{gd}$$

$$v_{Ed,i} = \beta \cdot \frac{V_{Ed,red}}{u_i \cdot d}$$

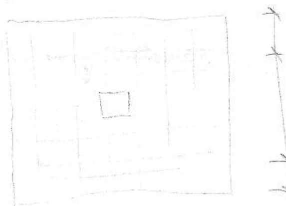
$$\beta \in \langle 1; 1{,}5 \rangle$$

vliv (M): $\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_i}{w_i}$

$v_{Ed,i} \leq v_{Rd,i}$, kdyš $(v_{Rd,i} - v_{Ed,i})_{min}$

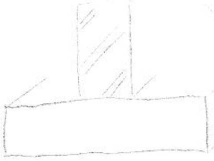
$$v_{Rd,i} = C_{Rd,c} \cdot k \sqrt[3]{\frac{100 \rho_l}{f_{ck}}} \cdot \frac{2d}{a}$$

VÝZTUŽ



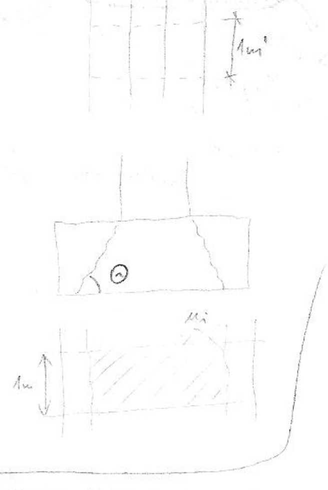
ZÁKLADOVÉ PÁSY

- pod stěnami
- pod sloupy

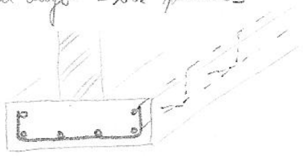


řešení v příčném směru
– viz patka

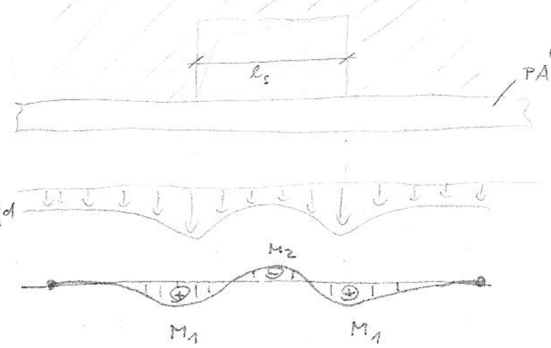
pás z prostého betonu



pás ze ŽB
◦ na ohyb – viz patka ŽB



dodatečné vyztužení zákl. pásů pod otvory



PŘIBLIŽNĚ
$l \doteq 1{,}05 \cdot l_s$
$M_1 = 1/12 \, \sigma_{gd} \cdot l^2$
$M_2 = 1/24 \, \sigma_{gd} \cdot l^2$

TO – nadimenzujte výztuž ŽB patky na ohyb

– vyztužte zákl. pás pod průběžnou zdí v příčném směru

TO – ŽB patky – mech. porušení, rovnováha na porušené součásti – únosnost ohybem

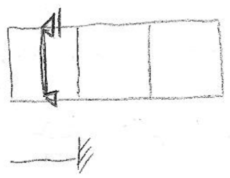
– –||– – protlačení

– pásy pod průběžnou zdí

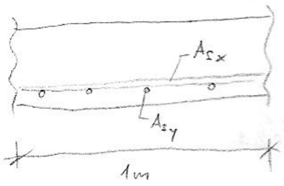
+ od Kláry

2.4.

Metoda podle Marcuse (proužková)



k dimenzování (1. MS – únosnosti)



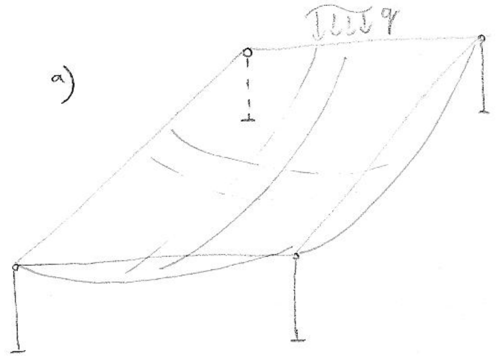
pro $l_x < l_y$

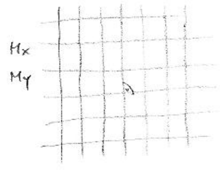
zanedbali jsme M_{xy} (kroucení)

ZVLÁŠTNÍ PŘÍPADY PODEPŘENÍ

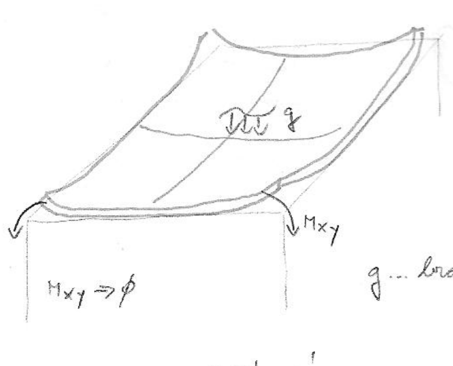
($M_{xy} \Rightarrow d$) ; M_x, M_{y} ⊥

a)



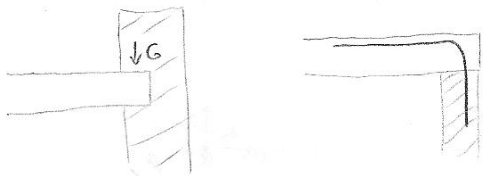


b) nehmotná deska



g ... brání nadzvedávání

konstrukční úpravy



zabráním nadzvedávání → vznikají M_{xy}, zmenší se M_x, M_y

redukčním souč. H

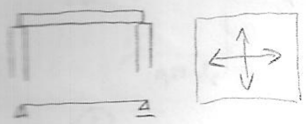
⇓

$$\mathcal{H} = \frac{5}{6} \cdot \frac{l_x^2 + l_y^2}{l_x^4 + l_y^4} \quad \text{nebo} \quad \mathcal{H} = \frac{5}{6} \cdot \frac{l_x^2 \cdot m'_x}{l_y^2 \cdot m_{0x}}$$

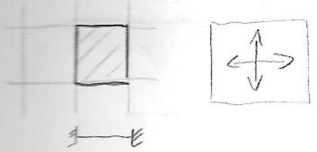
m'_x ... max $\{M_x, M_y\}$ v poli

m_{0x} ... $1/8 \cdot q_x \cdot l_x^2$

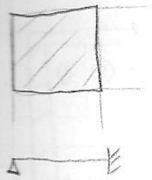
REDUKCE M_x, M_y pomocí $\mathcal{H}$



$M_{x,y} = M'_{x,y} (1 - \mathcal{H})$



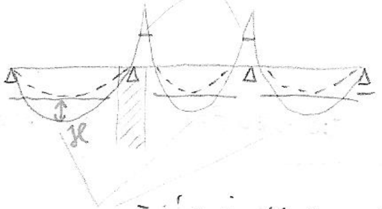
$M_{x,y} = M'_{x,y} (1 - 1/3 \cdot \mathcal{H})$



$M_{x,y} = M'_{x,y} (1 - 2/3 \cdot \mathcal{H})$

náhradní nosník spojité desky

lze provést redukci podle EC

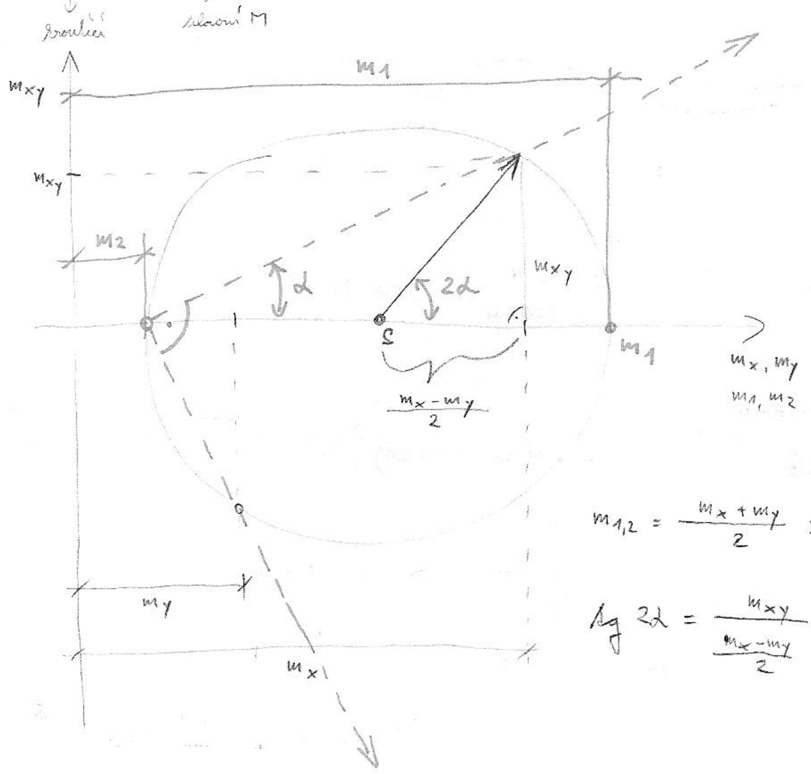


zmenšují se jen M_x, M_y v poli

nápad provedu zmenšení o redukci, pak počítám výztuž

MOHROVA KRUŽNICE MOMENTŮ

M_x, M_y (ohybové) ; M_{xy} (kroutící) ; $M_1\ M_2$ (hlavní M) $(M_{xy} = 0)$

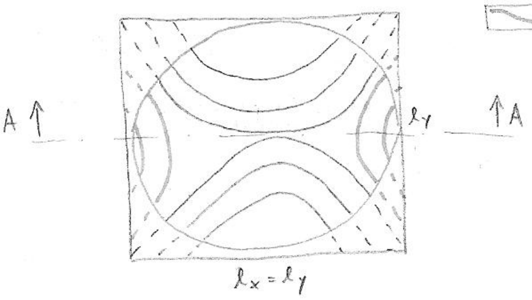


$$m_{1,2} = \frac{m_x + m_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{m_{xy}}{\frac{m_x - m_y}{2}} = \frac{2 m_{xy}}{m_x - m_y}$$

—— spodní vlákna, tažená

- - - horní –"–



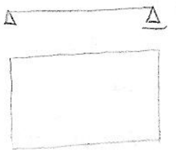
dá se spočítat podle NEXIS, ANSYS

$M_{x\,dim}$

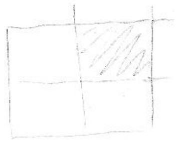
$M_{y\,dim}$

$$M_{x\,dim},\ M_{y\,dim} = sign\left(M_{x/y}\right) \cdot \left|M_{x/y}\right| + sign\left(M_{x/y}\right) \cdot \left|M_{xy}\right|$$

KONSTRUKČNÍ DOPORUČENÍ – PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH TLOUŠŤKY h_s



$$h_s = \left(\frac{1}{55} \sim \frac{1}{75}\right) \cdot (l_x + l_y)$$

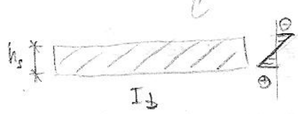


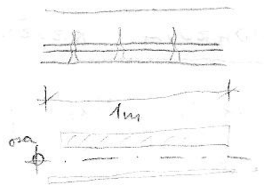
$$h_s = \left(\frac{1}{75} \sim \frac{1}{105}\right) \cdot (l_x + l_y)$$

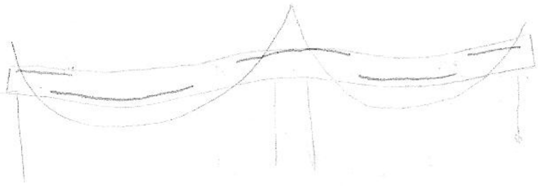
(do $l \doteq 6{,}5\,m$)

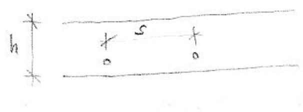
1. MS ... únosnosti

2. MS ... přetvoření ⇒ (softwarové řešení)





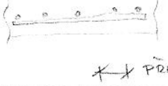




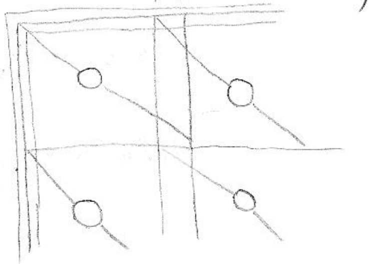
$S \leq 2 \cdot h$

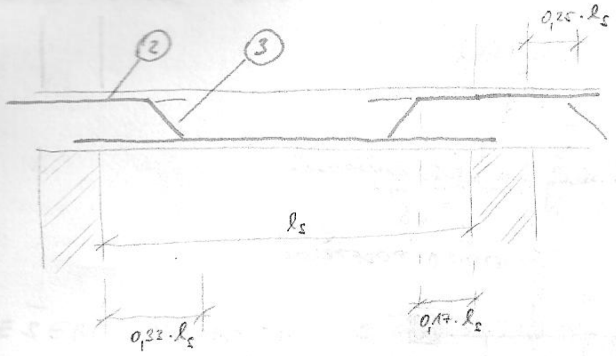
$S \leq 250\,mm$; $\phi\, 8 - 14$

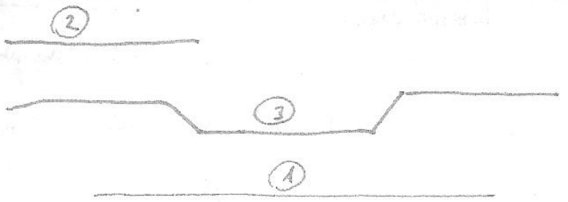
výztuž: vázaná



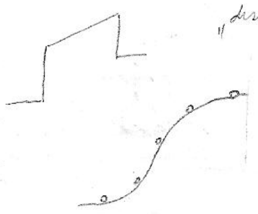
sítě



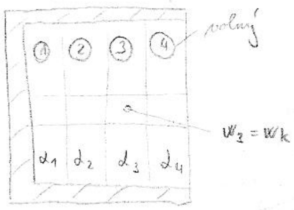




konstrukční

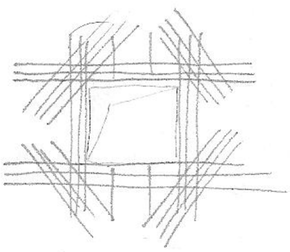


VOLNÉ OKRAJE



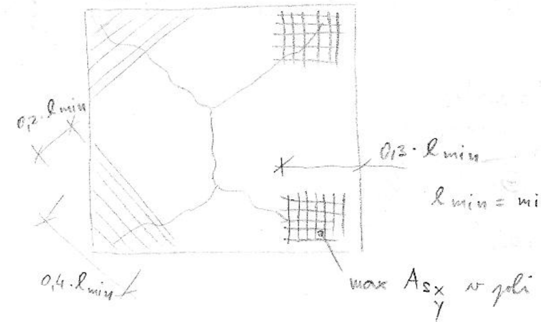
OTVORY

$l_o \leq \frac{1}{5} l$ … neovlivňuje ; přerušenou výztuž nakládáme ke krajům + šikmé 4 ϕ 12 do rohů



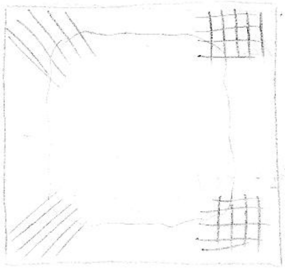
VYZTUŽENÍ ROHŮ

DOLNÍ POVRCH



$l_{min} = \min \begin{Bmatrix} l_x \\ l_y \end{Bmatrix}$

HORNÍ POVRCH



vzdálenost jako u dolního povrchu

P1 – stanovit ~~ideál.~~ ideál. I daného ŽB průřezu

T1 – redistr. [illegible] momentů

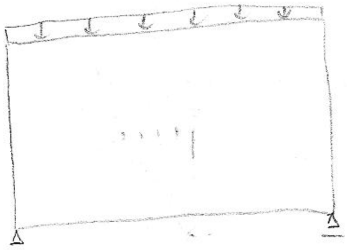
T2 – vyztužování [symbol] desek

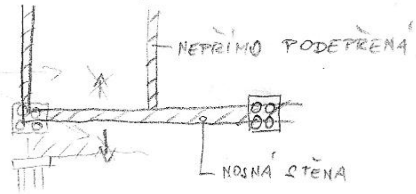
9.4.

NOSNÉ STĚNY

– nezabýváme se vybočením (stabilitou) stěny do stran

použití – nosné stěny na pilot. základech

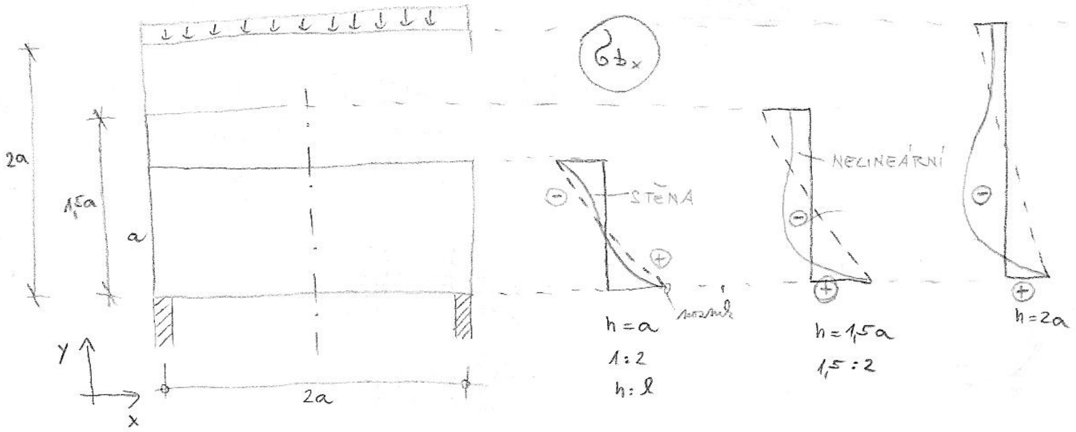


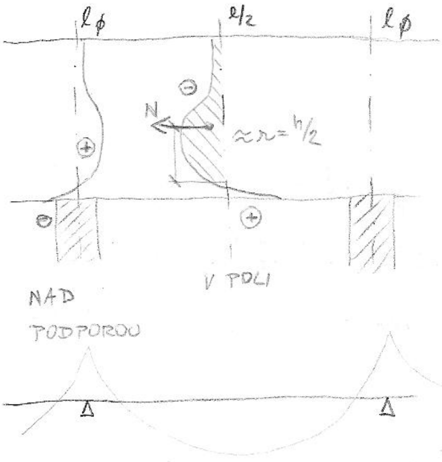


$h = \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{20}\right) \cdot l$

NOSNÍKY $\frac{l}{h} \geq 4$

POMĚR: $\leq 2:1 \Rightarrow$ stěna





pruty výztuže budou po celé výšce stěny

Podstata zjednodušeného řešení $A_{s\oplus}$

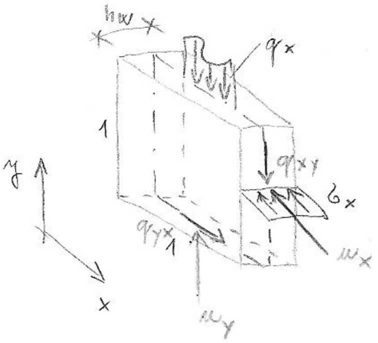
1.) Ⓜ na prutové teorii

2.) $M_D \doteq r \cdot F_s$

$M_D \doteq \frac{h}{2} \cdot A_s \cdot f_{sd}$

$\Rightarrow A_s = \ldots$

VNITŘNÍ SÍLY



$\sigma_x \cdot h_w = n_x$

$\sigma_y \cdot h_w = n_y$

$q_{xy} = q_{yx}$

$q_{xy} = \tau_{xy} \cdot h_w$

ROVNICE ROVNOVÁHY

$$\frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial T_{xy}}{\partial y} = \emptyset$$

$$\frac{\partial N_y}{\partial y} + \frac{\partial T_{yx}}{\partial y} = \emptyset$$

AIRTHO FUNKCE NAPĚTÍ : $N_x = \dfrac{\partial^2 F}{\partial y^2}$; $T = -\dfrac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} - q$

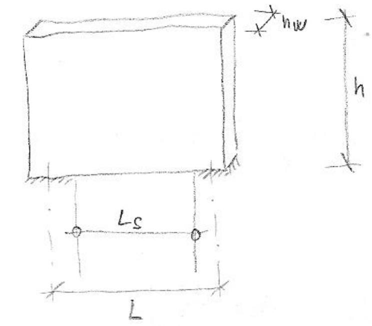
$N_y = \dfrac{\partial^2 F}{\partial x^2}$

$$\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0$$

ŘEŠENÍ NOSNÝCH STĚN PODLE DOPORUČENÍ CEB – FIP

organisace → FIB

Kdy jde o stěnu



L… teoretické rozpětí

$L = \min \begin{Bmatrix} 1{,}5 \cdot L_s \\ L\text{… osová vzdálenost} \end{Bmatrix}$

kdy je stěnou tedy, u prosté stěny $h \geq 0{,}5 \cdot L$

u spojité stěny $h \geq 0{,}4 \cdot L$

PODMÍNKA ÚNOSNOSTI

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$ ↙ na prutové kci

$M_{Rd} = z \cdot A_s \cdot f_{yd}$

rameno z

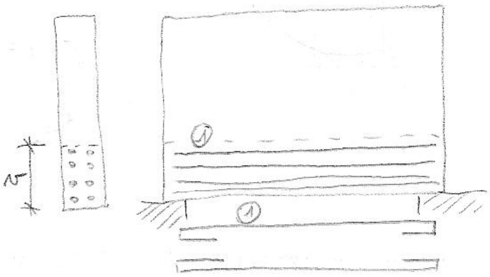
$z = 0{,}2 \cdot (L + 2 \cdot h)$; $\leq 0{,}6 \cdot L$

PRO $\frac{h}{L} \leq 0{,}5 \Rightarrow z = 0{,}7 \cdot h$

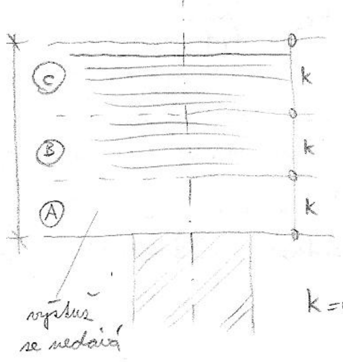
PRO $\frac{h}{L} > 0{,}5 \Rightarrow z = 0{,}2\,(L + 1{,}5 \cdot h)$; $\leq 0{,}5 \cdot L$

VÝZTUŽ V L/2 … do pruhu $v = 0{,}25 \cdot h - 0{,}05 \cdot L$

$\leq 0{,}25 \cdot L$



v podpoře



B, C … tažená zóna

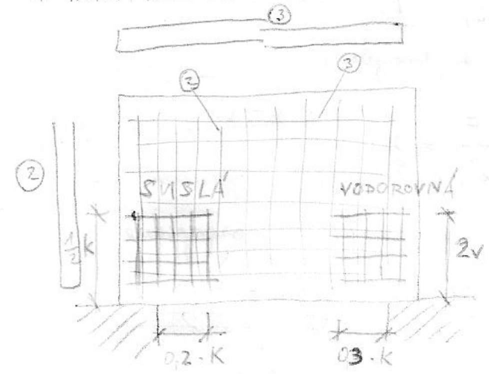
$A_{s(B)} = 0{,}5\left(3 - \frac{L}{k}\right) \cdot A_s$ ← co jsme spočítali

$A_{s(C)} = A_s - A_{s(B)}$

pro $h > L$; $A_s \Rightarrow A_{s(B)}$

$k = \min\{h; L\}$

+ KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ



$t \leq 150\,mm$

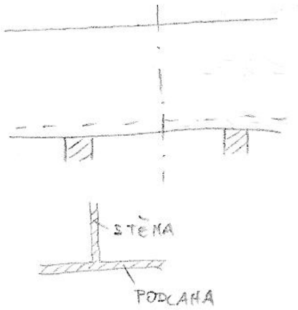
$A_s \geq 5 \cdot h(x)$ $[mm^2/m]$

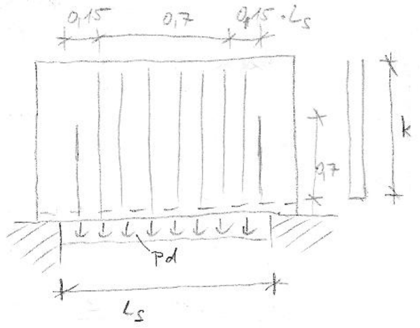
$\leq 600\,mm^2/m$

+ dvojnásobná v oblasti podpor

SPECIÁLNÍ PŘÍPADY VYZTUŽENÍ

– zatížený spodní okraj (např. zavěšená podlaha) – veškeré síly převést do taž. okraje

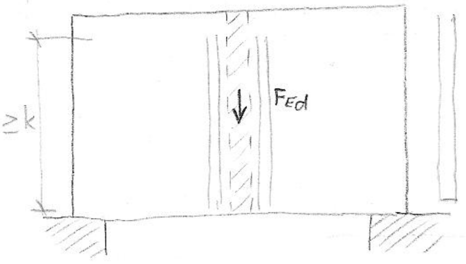




$$A_s = \frac{pd \cdot L_s}{f_{yd}}$$

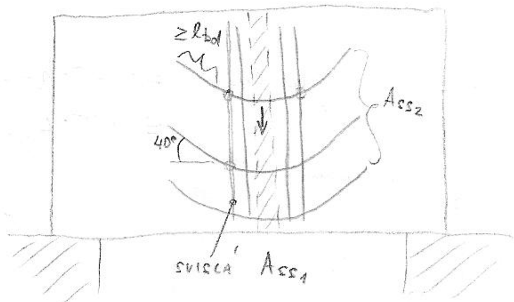
– zatížení vetknutou příčnou stěnou

MALÉ SÍLY



$$A_{ss} = \frac{F_{ed}}{f_{yd}}$$

VELKÉ SÍLY



$$A_{ss_1} = 0{,}5 \cdot \frac{F_{ed}}{f_{yd}}$$

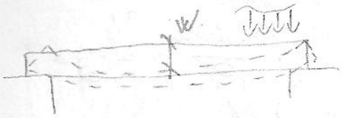
$$A_{ss_2} = 0{,}4 \cdot \frac{F_{ed}}{f_{yd}}$$

P1 – navrhněte hl. nosnou výztuž v poli / v podporu zadané nosné stěny

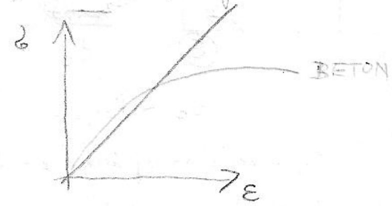
T1 – vnitřní síly na elementu stěny, průběh v poli / nad podporou; podstata přibližného stanovení plochy výztuže

T2 – řešení stěny metodou CEB – FIP (kdy jde o stěnu, rozpětí, rameno, vyztužování, přídavná výztuž

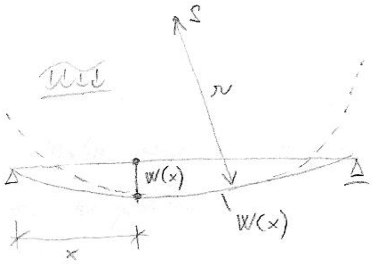
PŘETVOŘENÍ ŽB NOSNÍKŮ (KCÍ)

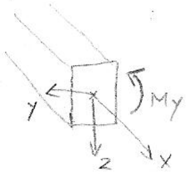


– z pružnosti ⇒ průhyb nosníků z ideálního materiálu na základě lin. pružnosti a z práce ohyb. momentů



$w = \frac{5}{385} \frac{q l^4}{EI}$





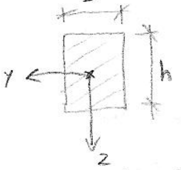
z geometrických $\frac{1}{r} = -w''(x)$

po dosazení $\frac{1}{r} = \frac{M_y}{E \cdot I_y}$

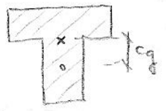
dif. rovnice ohybové čáry $w'' = -\frac{M_y}{E \cdot I_y}$

nebo podle Mohrovy analogie pro nosník v rovině xz

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$



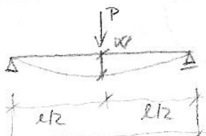
$I_y = \frac{1}{12} b h^3$

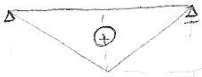


OPAKOVÁNÍ VÝPOČTU PRŮHYBU MOHROVOU METODOU

$w = \frac{\overline{M}}{EI}$ — moment na duálním nosníku, zatíženém mom. obrazcem původního nosníku

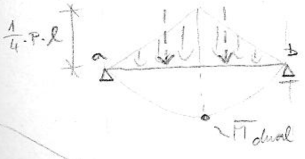
Př.)





skutečná kce

$M = \frac{1}{2} P \cdot \frac{l}{2} = \frac{1}{4} P l$

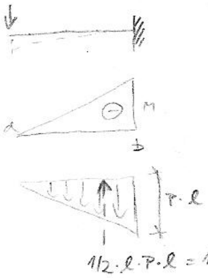


duální nosník

$R = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{P \cdot l}{4} = \frac{1}{16} P l^2$

$\overline{M} = \frac{1}{16} P l^2 \cdot \frac{l}{2} - \frac{1}{16} P l^2 \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{16} P l^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6}\right) = \frac{1}{16} P l^2 \cdot \frac{1}{3} l = \frac{1}{48} P l^3$

průhyb: $w_{l/2} = \frac{1}{48} \frac{P l^3}{E \cdot I}$



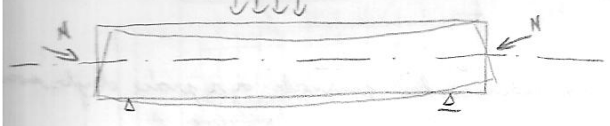
$1/2 \cdot l \cdot P \cdot l = 1/2\, P l^2$

$w_a = \frac{1}{EI}(\overline{M}) = \frac{1}{EI} \cdot \frac{1}{2} \cdot P \cdot l^2 \cdot \frac{2}{3} l = \frac{P l^3}{EI}$

OHYBOVÁ TUHOST ŽB NOSNÍKU – VLIV TRHLIN

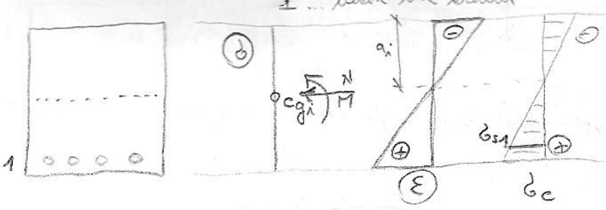
c_{gi} … těžiště průřezu

STADIUM I



STADIUM I – funguje celý průřez

I … beton bez trhlin

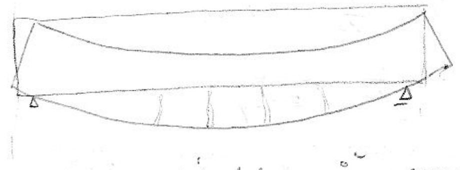


$σ_c < f_{ct,eff}$

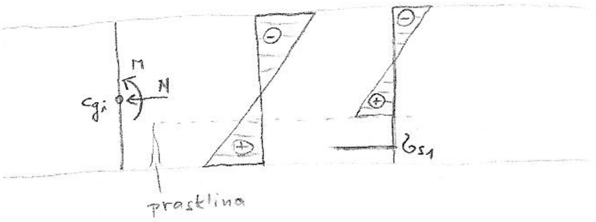
$σ_{s1}$ – napětí ve výztuži (s – steel)

$σ_{s1} = ε_{s1} \cdot E_s$

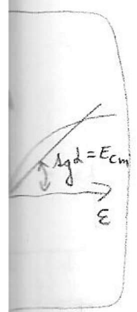
STADIUM II

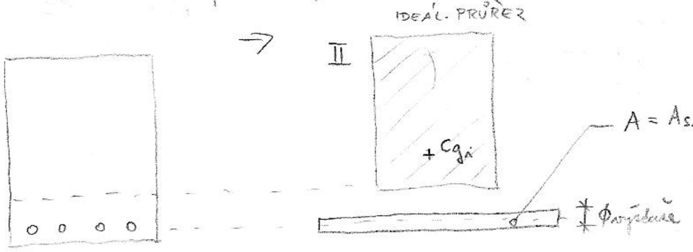


STADIUM II – rovinný průřez zůstává i po přetvoření rovinný



vliv trhlin – z plného beton. průřezu musíme přejít na ideální průřez (v trhlinách je vzduch)





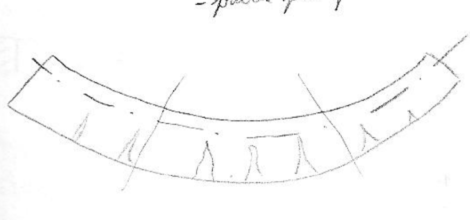
$$A = A_{s1} \cdot \frac{E_s}{E_{cm}} = α_E \cdot A_{s1}$$

$$α_E = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

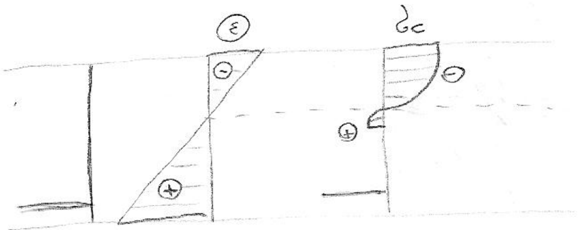
plocha ideál. průřezu: $A_i = A_{cc} + α_E \cdot A_{s1} + \ldots$

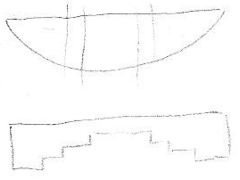
těžiště c_{gi}: $h_{cgi} = \frac{A_{cc} \cdot r_c + α_E \cdot A_{s1} \cdot r_{c1} + \ldots}{A_i}$

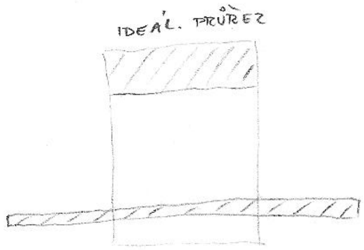
STADIUM III – před rozlomením
– průřez plně porušen



STADIUM III

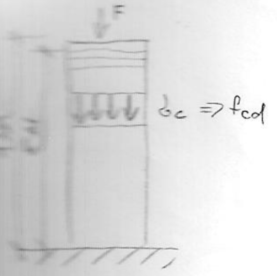






DOTVAROVÁNÍ BETONU

– [illegible] trvalá deformace betonu



efektivní modul pružnosti

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\varphi(t,t_0)}$$

P1 – vypočtěte průhyb konzoly nebo prost. nos. Mohr. metodou za předpokladu lin. pruž.

P2 – počtěte těžiště, plochu, I zadaného ideálního průřezu

T1 – stádia působení ŽB nosníku porušeného trhlinami – vypočtět stádia

T2 – výpočet průhybu podle lin. pružnosti Mohr. metodou (těžiště, I, plocha ideál. průřezu)