

# BZKQ Část beton – 4. cvičení

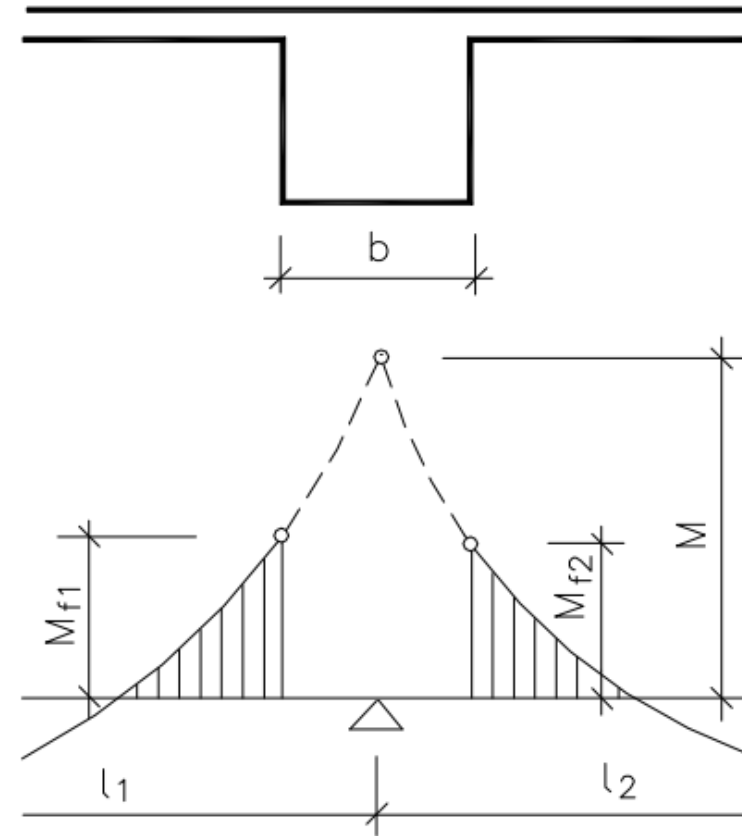
Výkresy výztuže

# Opakování 1 – Redukce

Redukujeme **nadpodporové** momenty. Moment v poli není ovlivněn.

Závisí na způsobu podepření:

- **Dokonalé vetknutí** – zmenšit na líc podpory
- Prosté podepření

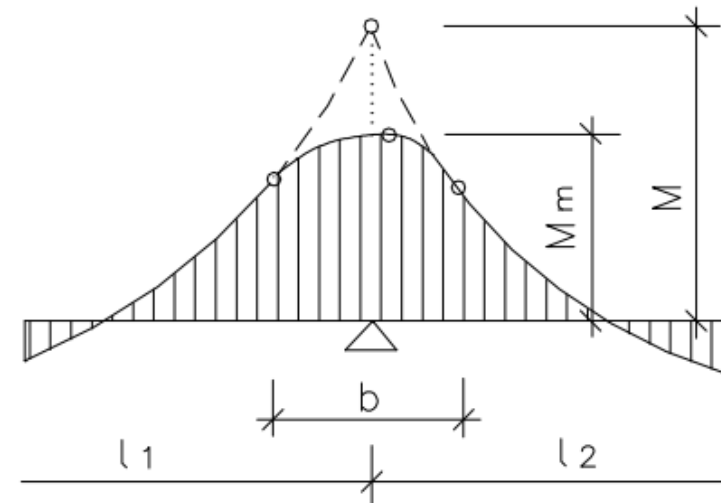
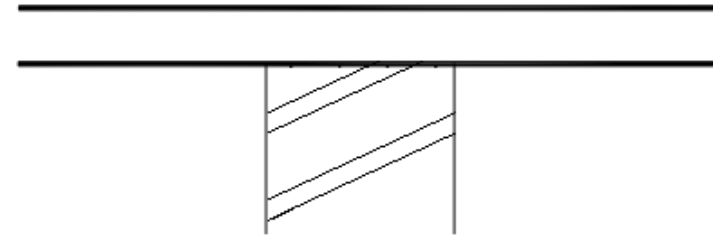


# Opakování 1 – Redukce

Redukujeme **nadpodporové** momenty. Moment v poli není ovlivněn.

Závisí na způsobu podepření:

- Dokonalé vetknutí
- **Prosté podepření** – zmenšit o  $\Delta M$  a spojit obloučkem

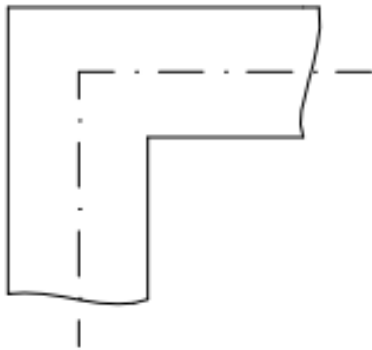


# Opakování 1 – Redukce

Pokud si nejsme **stoprocentně jisti o dokonalém vetknutí** prvku v podpoře, je správné uvažovat **prosté podepření**.

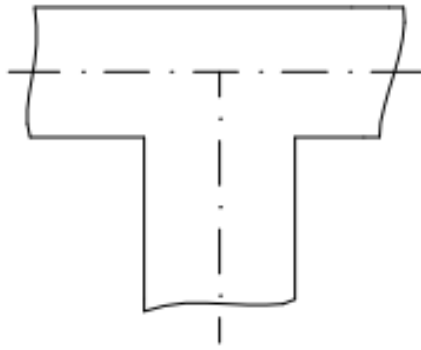
Styk a) a b) není přitížen ze shora → dokonalé vetknutí není zajištěno.

a)



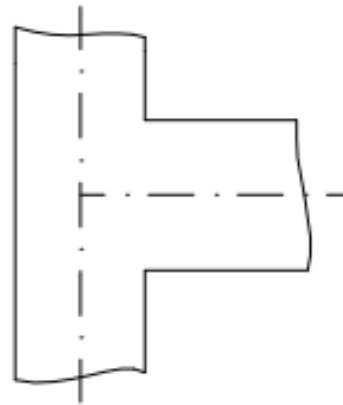
obloučkem  
(vůbec?)

b)



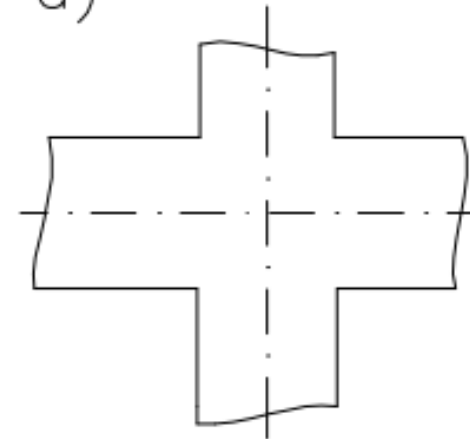
obloučkem

c)



na líc

d)

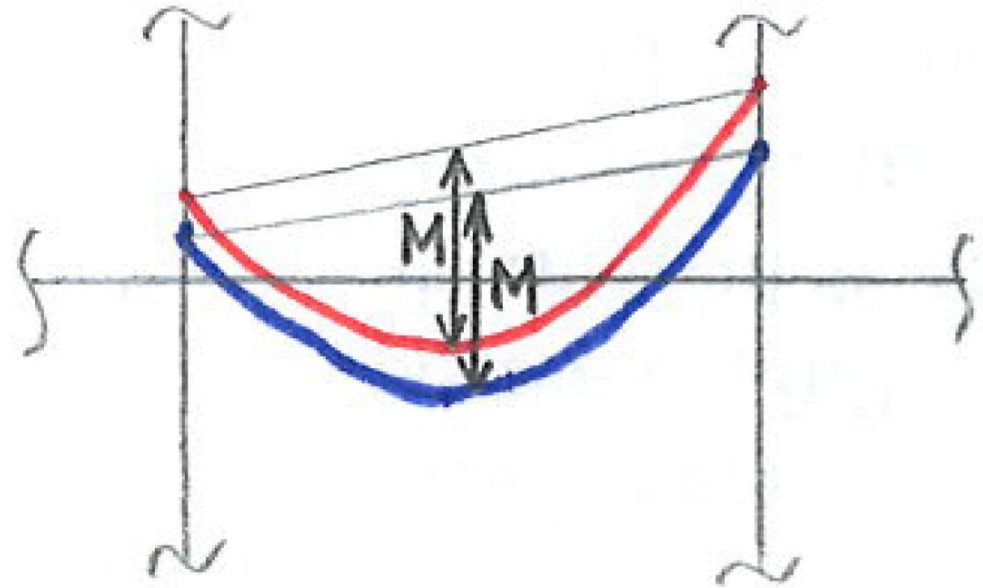


na líc

# Opakování 2 – Redistribuce

Redistribuce je povolena jen u **staticky neurčitých konstrukcí**.

Redistribuuujeme nadpodporové momenty, ale moment v poli je také ovlivněn.



# Opakování 2 – Redistribuce

Redistribuci **nesmíme** použít:

- pokud **poruší rovnováhu** na styčnÍku

Redistribuce **nemá smysl**:

- u **malých hodnot momentů** – v průřezu stejně musí být alespoň konstrukční výztuž a ta ten malý moment pokryje
- nad podporou, kde **z druhé strany je větší moment** – stejně musí navrhnout na ten větší

Redistribuci je **výhodné** použít:

- na **větším nadpodporovém** momentu

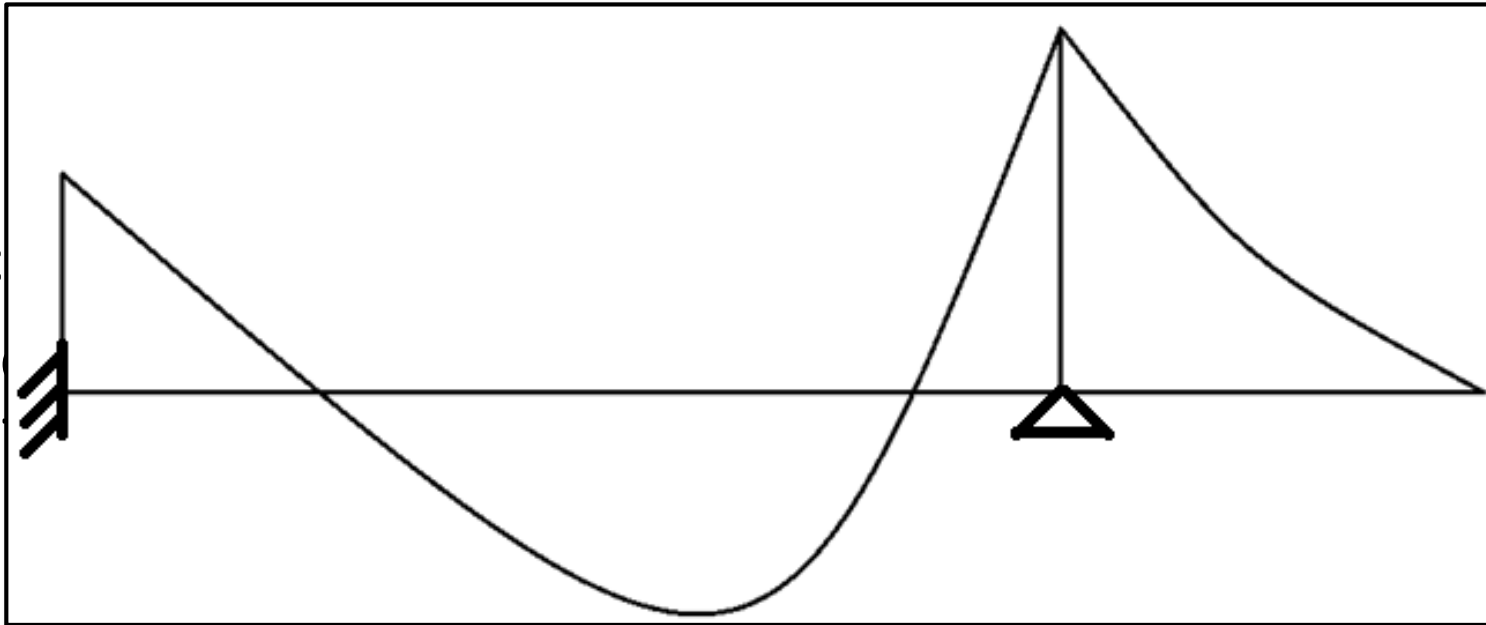
# Opakování 2 – Redistribuce

Redistribuci **nesmíme** použít:

- pokud **poruší rovnováhu** na styčnku

Redistribuc

- u **malých** konstrukč
- nad podp navrhnu



spoň

musí

Redistribuc je **vyhodně** použít.

- na **větším nadpodporovém** momentu

# Opakování 2 – Redistribuce

Redistribuci **nesmíme** použít:

- pokud **poruší rovnováhu** na styčnÍku

Redistribuce **nemá smysl**:

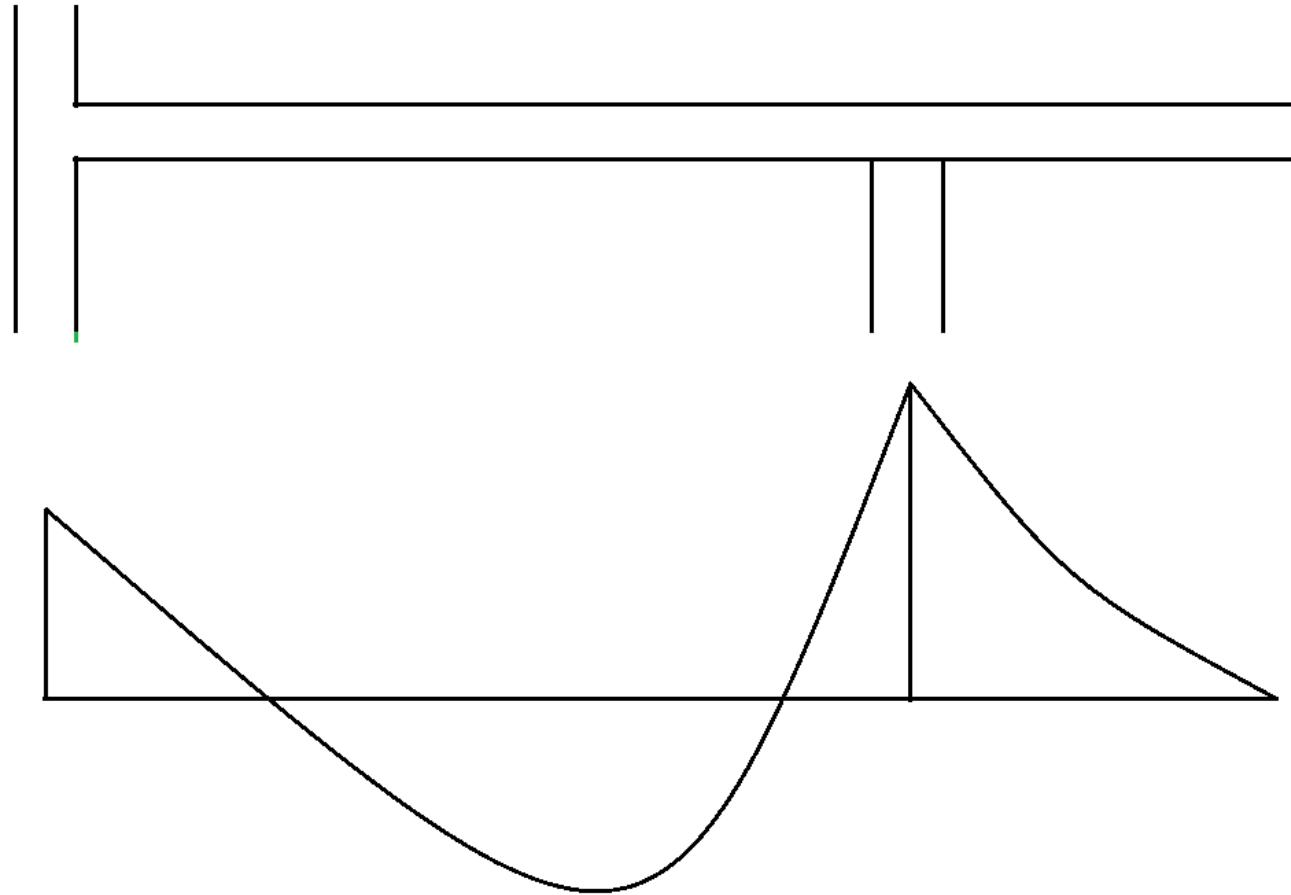
- u **malých hodnot momentů** – v průřezu stejně musí být alespoň konstrukční výztuž a ta ten malý moment pokryje
- nad podporou, kde **z druhé strany je větší moment** – stejně musí navrhnout na ten větší

Redistribuci je **výhodné** použít:

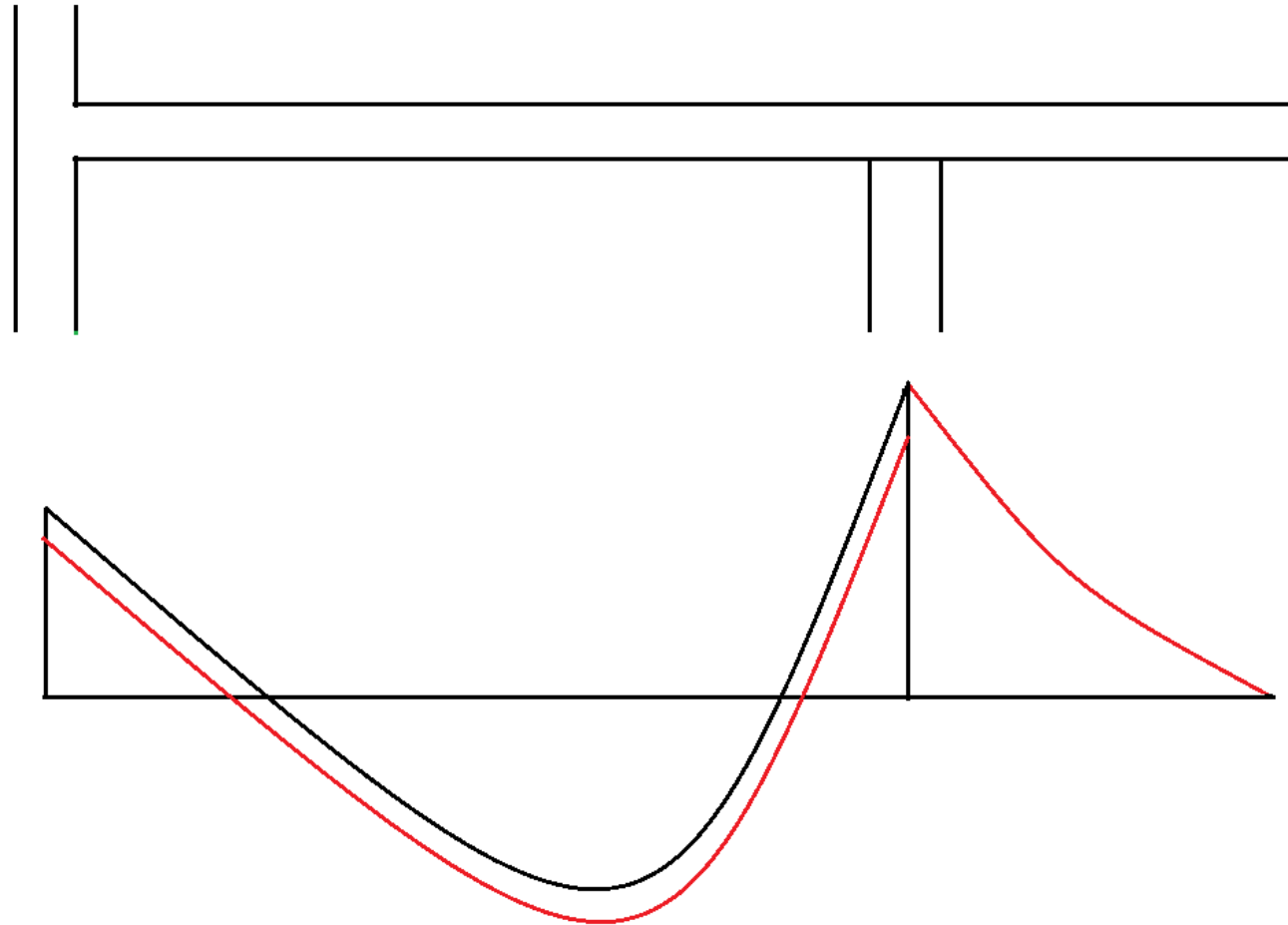
- na **větším nadpodporovém** momentu



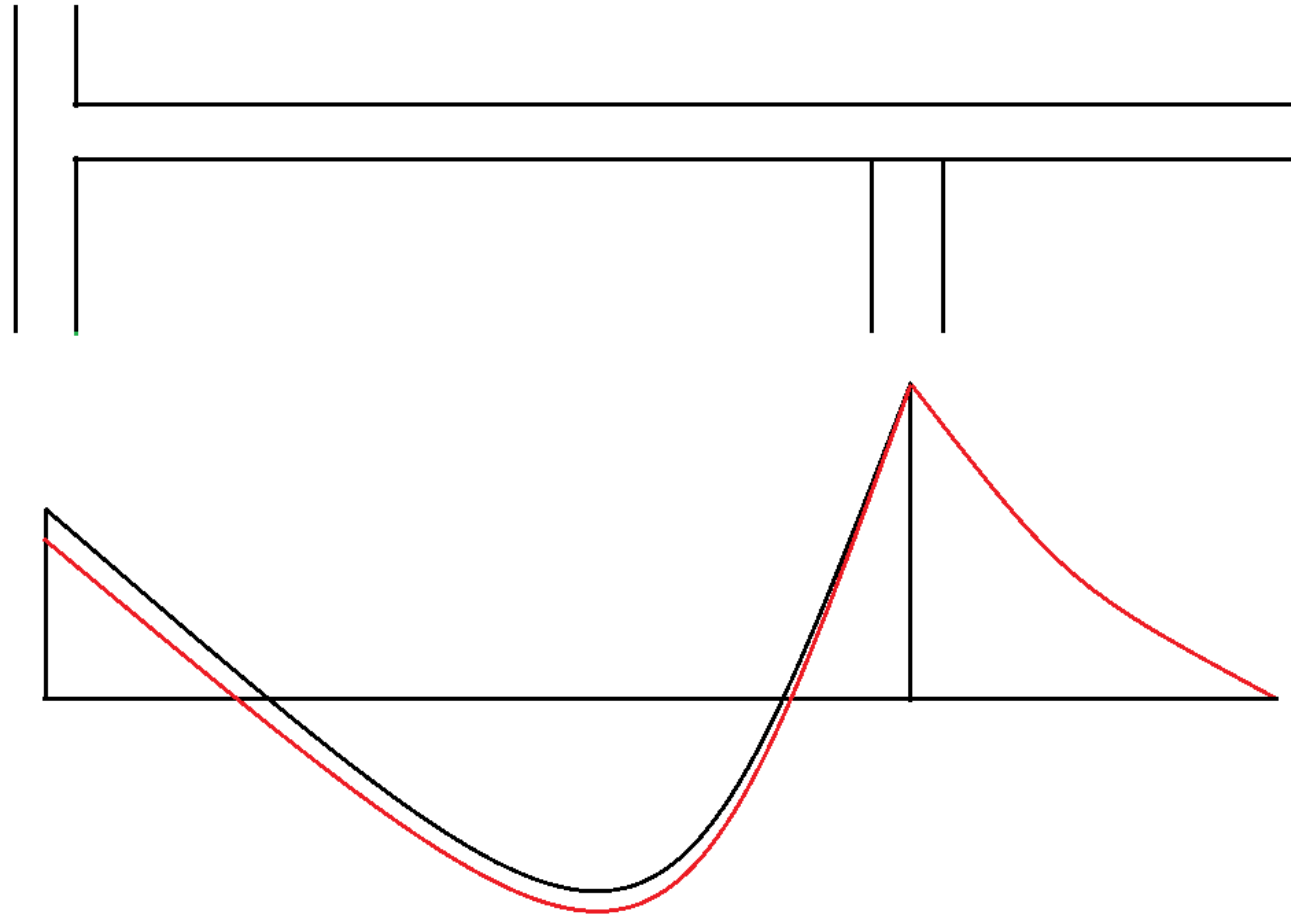
# Opakování 3 – příklad



# Opakování 3 – příklad



# Opakování 3 – příklad



# Opakování 3 – příklad



# Testík

- 1) Proč je u ohýbaných prvků nutné dodržet podmínku pro plochu tažené výztuže  $A_s \geq A_{s,min}$ ? Vysvětlete podrobněji.
- 2) Výška tlačené oblasti průřezu namáhaného ohybovým momentem (resp. poměrná hodnota  $x/d$ )? – obdélníkový jednostranně vyztužený průřez
  - a) Proč je v MSÚ omezena? Podrobně vysvětlete.
  - b) Jak je v MSÚ omezena? Uveďte, na čem omezení závisí.
- 3) Ohybová štíhlost železobetonového prvku (např. trámu) – uveďte:
  - a) jak je definována (jak se vypočte – použité symboly slovně vysvětlete)
  - b) jak ji využijete při posouzení konstrukce
- 4) Vymezující ohybová štíhlost železobetonového prvku (např. trámu) – uveďte:
  - a) jak je definována (jak se vypočte, na čem závisí – použité symboly slovně vysvětlete)
  - b) jak ji využijete při posouzení konstrukce
- 5) Je shora omezena hodnota plochy tažené výztuže u ohýbaných prvků (obdélníkový jednostranně vyztužený průřez)? Vysvětlete podrobněji svoji odpověď.
- 6) Kotevní délka ocelové prutové výztuže železobetonových prvků – uveďte parametry (slovně s vysvětlením), na kterých závisí požadovaná hodnota.

# Ohýbané prvky – podmínka pro plochu tažené výztuže $A_s \geq A_{s,\min}$

Kvůli **křehkému lomu** a kvůli trhlinám.

Když je plocha výztuže menší než  $A_{s,\min}$ , tak platí:

$$f_{yd} * A_s < f_{ctm} * A_c / 2,$$

což znamená, že maximální síla ve výztuži je menší než síla v tažené části betonu před porušením první trhlinou. Když tedy při přetížení dojde ke vzniku trhliny, tak výztuž nezvládne převzít tahovou sílu a hned se přetrhne a konstrukce spadne – konstrukce tedy NEVARUJE!

Pozn.: Při správném návrhu má po vzniku trhliny začít přenášet tahovou sílu výztuž. Se zvětšujícím namáháním se výztuž protahuje až překročí mez kluzu a výrazně se protáhne (konstrukce se prohne a tím varuje). S dalším zvětšujícím namáháním má dojít k drcení betonu a porušení průřezu.

# Výška tlačené oblasti – omezení

**Proč?** Protože chceme, aby při MSÚ **výztuž byla za mezí kluzu** (a to chceme, protože konstrukce pak varuje před kolapsem)

**Jak?** Výška tlačené oblasti  **$x$  musí být menší než  $x_{bal,1}$** , což je hodnota balanční výšky tlačené oblasti, tj. výšky, při které je výztuž právě na mezi kluzu. Pro každé  $x < x_{bal,1}$  platí, že výztuž je za mezí kluzu. Velikost  $x_{bal,1}$  se určí z podobnosti trojúhelníků průběhu přetvoření. Pro mezní přetvoření betonu 0,0035 a ocel B500B je  $x_{bal,1} = 0,617 * x$ .

# Ohybová štíhlost

## **Jak je definována?**

$$\lambda = L/d$$

$\lambda$  – ohybová štíhlost posuzovaného prvku

$L$  – osové rozpětí prvku

$d$  – výška staticky účinné části průřezu

## **Jak ji využijete při posouzení konstrukce?**

Porovnáám ji s vymežující ohybovou štíhlostí  $\lambda_d$ , a pokud bude platit

$\lambda < \lambda_d$ , pak nemusím posuzovat konstrukci na průhyb.



# Vymezující ohybová štíhlost

## Jak je definována?

$$\lambda_d = K_{c1} K_{c2} K_{c3} \lambda_{d,tab}$$

$\lambda_d$  – vymezující ohybová štíhlost posuzovaného prvku

$K_{c1}$  – součinitel tvaru průřezu

$K_{c2}$  – součinitel rozpětí

$K_{c3}$  – součinitel napětí tahové výztuže

$\lambda_{d,tab}$  – tabulková hodnota vymezující ohybové štíhlosti

## Jak ji využijete při posouzení konstrukce?

Porovnáám ji s ohybovou štíhlostí  $\lambda$ , a pokud bude platit  $\lambda < \lambda_{lim}$ , pak nemusím posuzovat konstrukci na průhyb.

# Horní omezení hodnoty plochy tažené výztuže u ohýbaných prvků

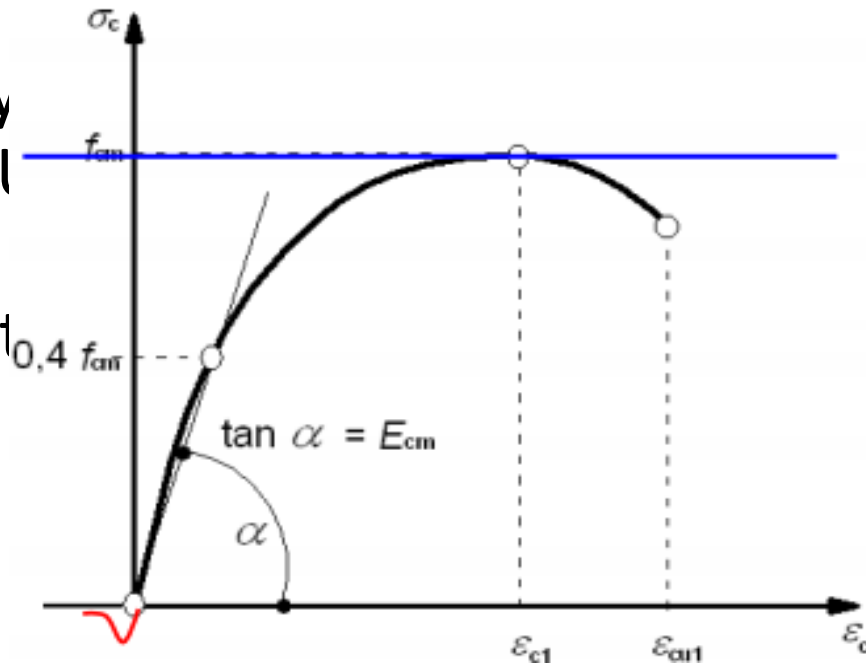
Ano, hodnotou  $A_{s,max}$  ( $= 0,04 b * h$ ).

Kdyby byla plocha výztuže větší než  $A_{s,max}$ , průřez by byl „převyztužen“. V MSÚ by pak došlo k drcení betonu dřív než by výztuž dosáhla meze kluzu – ke kolapsu prvku by tedy došlo dřív než by se výztuž protáhla (konstrukce by nevarovala).

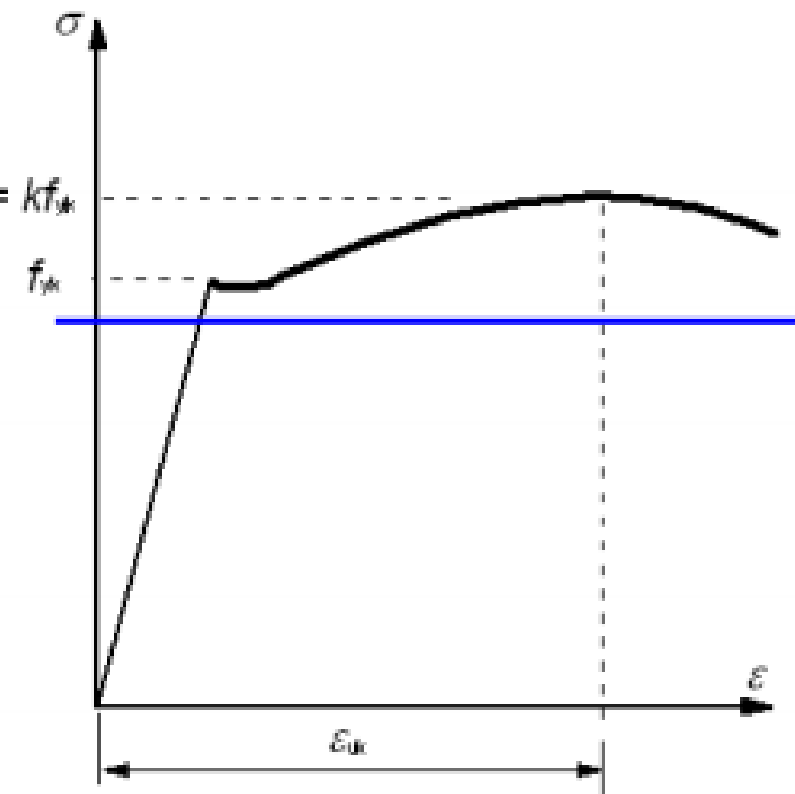
# Horní omezení hodnoty plochy tažené výztuže u ohýbaných prvků

Ano, hodnotou  $A_{s,max}$ .

Kdyby  
V MSI  
kluzu  
(konst



ž  $A_f = k f_{yk}$   
u c  
ošl



žen“.  
eze  
hla

# Návrh a posouzení výztuže

- I. Schéma hlavní nosné výztuže
- II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
  - 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
  - 3) Výkres ohybové a smykové výztuže
- III. Výkres výztuže sloupu – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka
  - 2) Třmínky
  - 3) Výkres podélné a příčné výztuže

# Návrh a posouzení výztuže

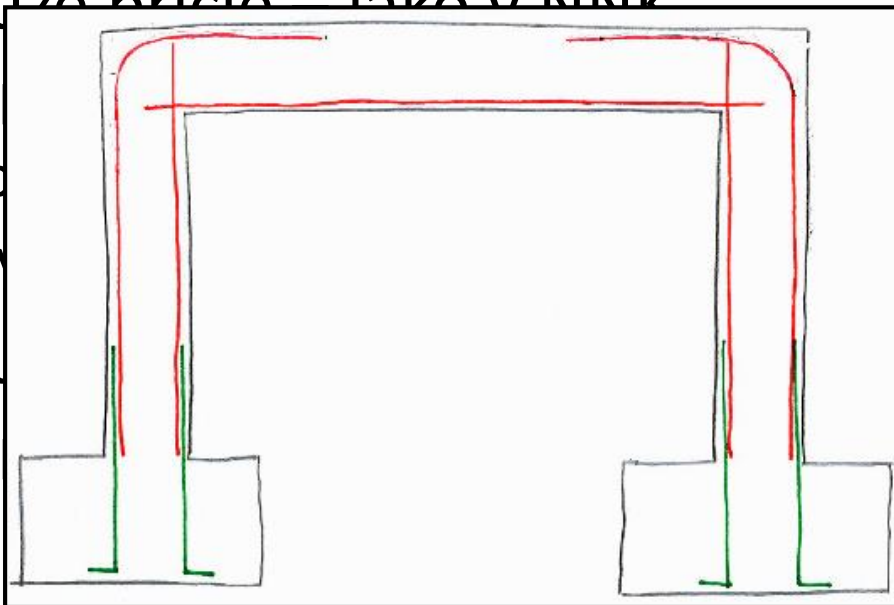
I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle jako v NNK

- 1) Kotevní a
- 2) Rozšířit ob
- 3) Výkres ohy

III. Výkres výztu

- 1) Kotevní a
- 2) Třmínky
- 3) Výkres podeme a příčné výztuže



výztuže zvlášť)  
í materiálů

# Návrh a posouzení výztuže

I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK

1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)

2)  $l_{b,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$  dělení materiálů

3)

III. Výkres výzt

1) Kotevní a

$$l_{0,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

2) Třmínky

3) Výkres podélné a příčné výztuže

# Návrh a posouzení výztuže

I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK

1) Kot

2) Roz

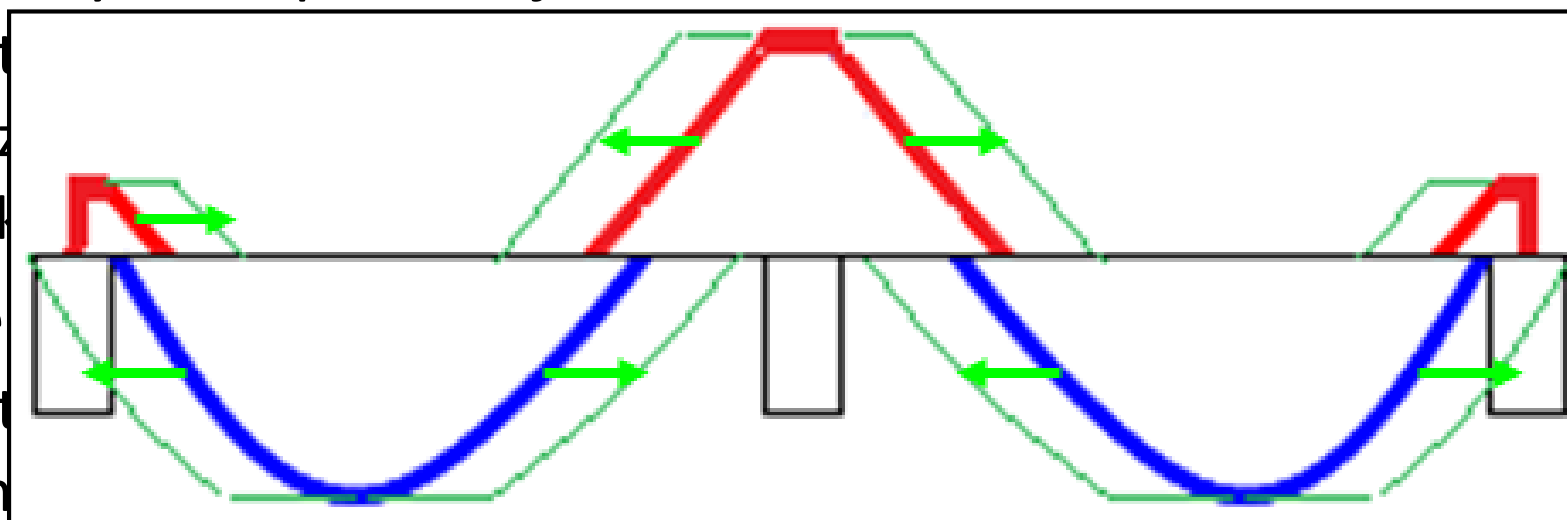
3) Výk

III. Výkre

1) Kot

2) Třn

3) Výkres podélné a příčné výztuže

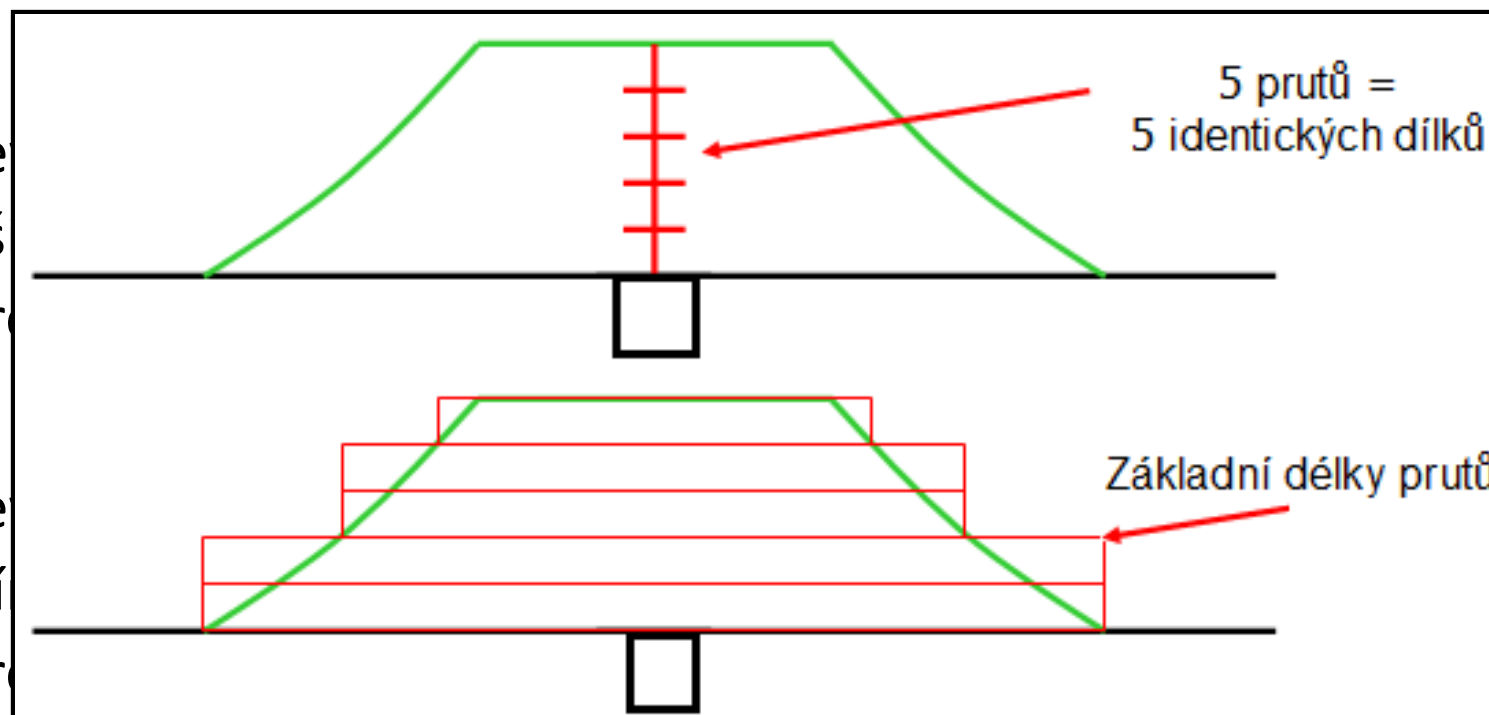


# Návrh a posouzení výztuže

## I. Schéma hlavní nosné výztuže

### II. Výkres

- 1) Kote
- 2) Rozš
- 3) Výkr



### III. Výkres

- 1) Kote
- 2) Třmí
- 3) Výkr



# Návrh a posouzení výztuže

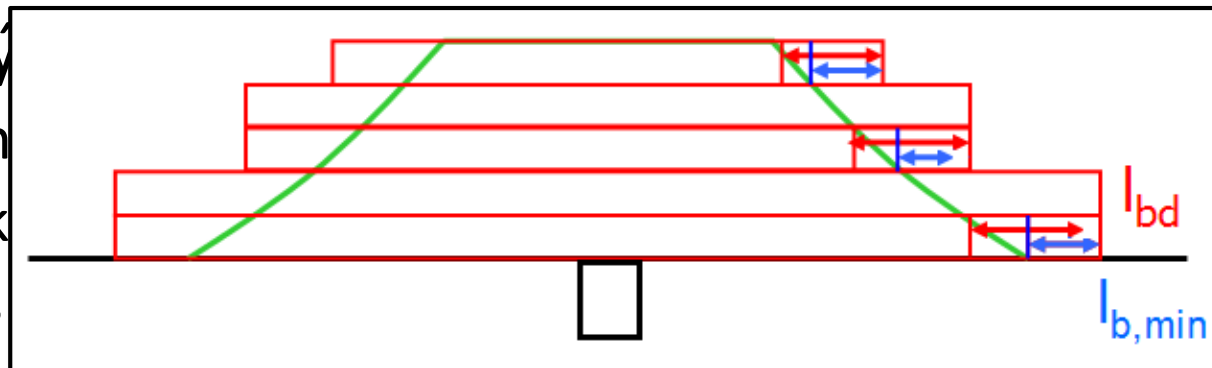
I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK

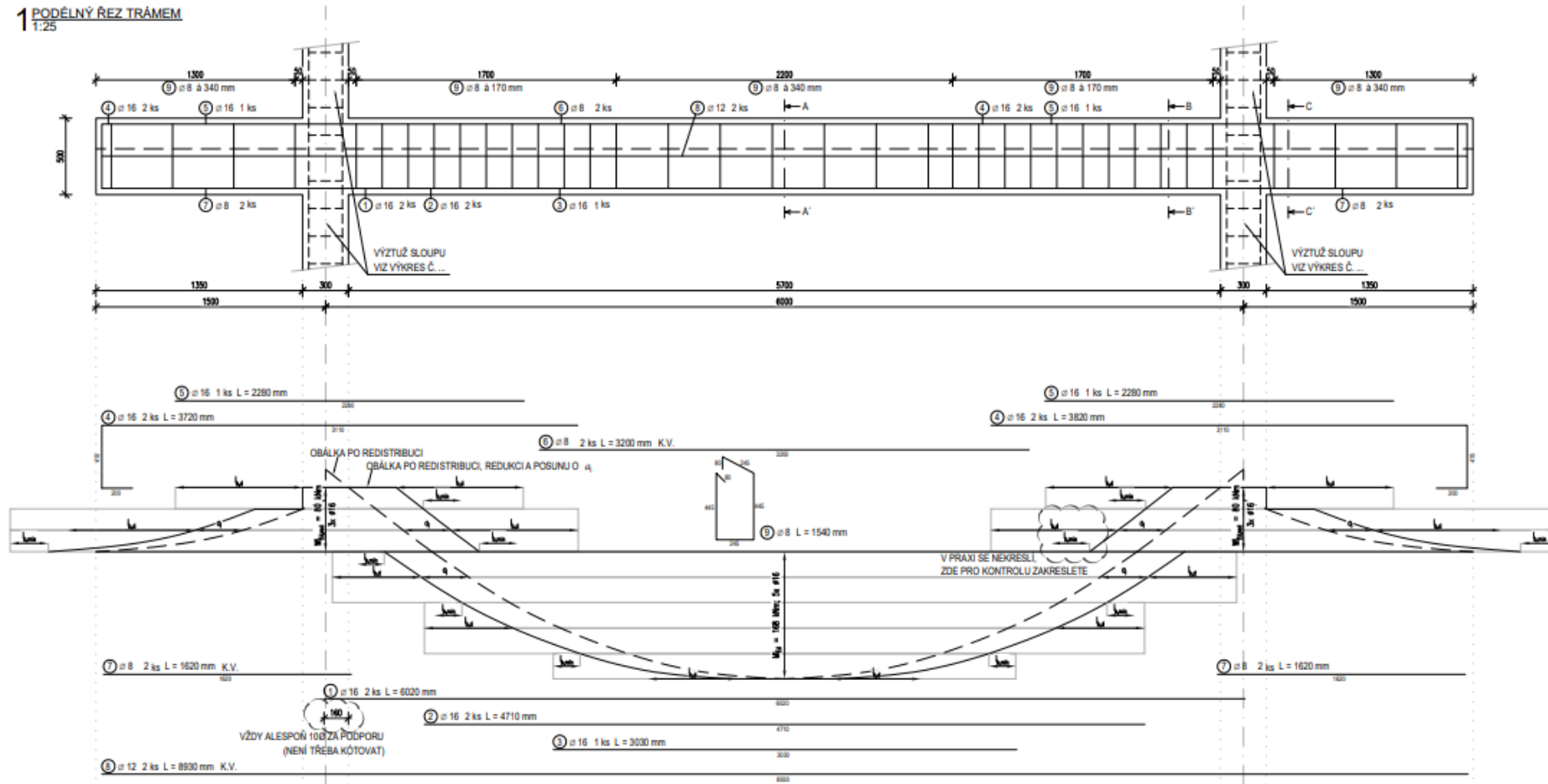
- 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
- 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
- 3) Výkres ohybové a smykové výztuže

III. Výkres vý

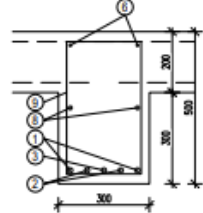
- 1) Kotevn
- 2) Třmínk
- 3) Výkres



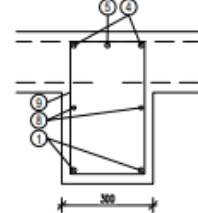
**1** PODÉLNÝ REZ TRÁMEM  
1:25



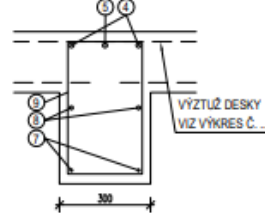
**2** PRÍČNÝ REZ AA'  
1:15



**3** PRÍČNÝ REZ BB'  
1:15



**4** PRÍČNÝ REZ CC'  
1:15



PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU  
BETON C30/37-XC2-Dmax22-C10,2-S3  
OCEL B500B  
KRYTÍ VÝZTUŽE min. 25 mm

PROFIL [mm]	KÓTEVNÍ DÉLKY (STANOVĚNÍ viz STATICKÝ VÝPOČET)			
	DOBŘE PODMÍNKY	OSTATNÍ PŘÍPADY		
8	290	100	420	145
12	435	130	625	190
16	580	175	835	250

Vypracoval <b>JÁRA CIMRMAN</b>	Kontroloval <b>prof. KLOKNER</b>	Akademický rok <b>1910-1911</b>	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: <b>BETONOVÉ A ZDĚNÉ KONSTRUKCE 1</b>			Datum <b>10/1910</b>
Uloha: <b>PATROVÝ ROVINNÝ RÁM</b>			Meřítko <b>1:25, 1:15</b>
Výkres: <b>VÝKRES VÝZTUŽE TRÁMU</b>			Číslo výkresu <b>01</b>

# Návrh a posouzení výztuže

- I. Schéma hlavní nosné výztuže
- II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
  - 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
  - 3) Výkres ohybové a smykové výztuže
- III. Výkres výztuže sloupu – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka
  - 2) Třmínky
  - 3) Výkres podélné a příčné výztuže

# Návrh a posouzení výztuže

I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK

- 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
- 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
- 3) Výkres ohybové a smykové výztuže

III. Výkres výztuže sloupu – jako v NNK

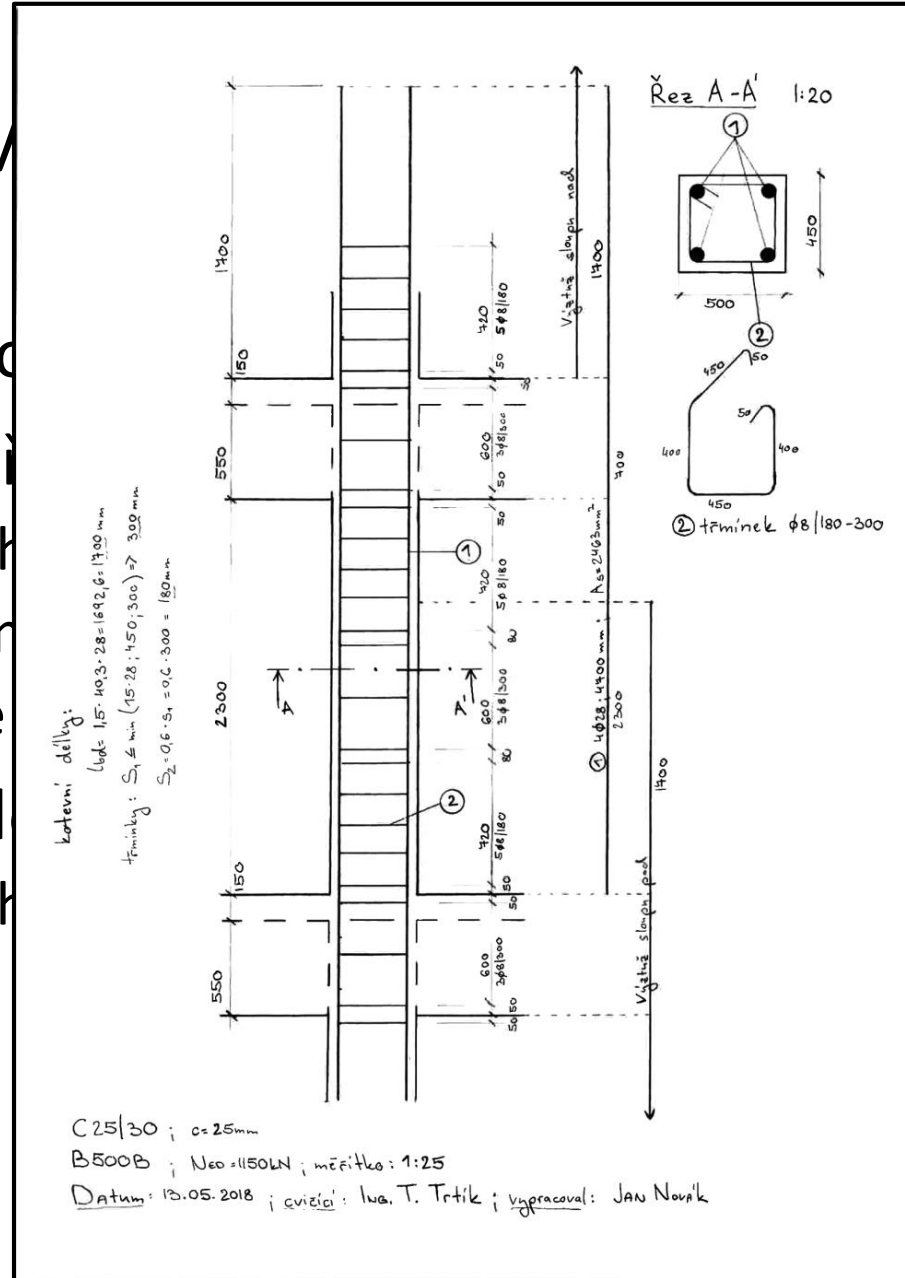
- 1) Kotevní  $s_1 \leq \min(15\varnothing_s; \min(b; h); 300 \text{ mm})$
- 2) Třmínky
- 3) Výkres p  $s_2 = 0,6s_1$  výztuže

# Návrh a posouzení výztuže

- I. Schéma hlavní nosné výztuže
- II. Výkres výztuže příčle – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
  - 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
  - 3) Výkres ohybové a smykové výztuže
- III. Výkres výztuže sloupu – jako v NNK
  - 1) Kotevní a přesahová délka
  - 2) Třmínky
  - 3) Výkres podélné a příčné výztuže

# Návrh

- I. Schéma hlavní nosiče
- II. Výkres výztuže přímé části
  - 1) Kotevní a přesahové výztuže
  - 2) Rozšířit obálku nosiče
  - 3) Výkres ohybové výztuže
- III. Výkres výztuže sloupce
  - 1) Kotevní a přesahové výztuže
  - 2) Třmínky
  - 3) Výkres podélné výztuže



# už

že zvlášť)  
riálů

# Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$\sigma_{sd}$  – návrhové namáhání ve výztuži v místě, odkud se měří kotvení (zjednodušeně a bezpečně uvažovat  $f_{yd}$ )

$f_{bd}$  – mezní napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$\eta_1$  – součinitel, zohledňující kvalitu podmínek soudržnosti

$\eta_2$  – součinitel zohledňující průměr prutu

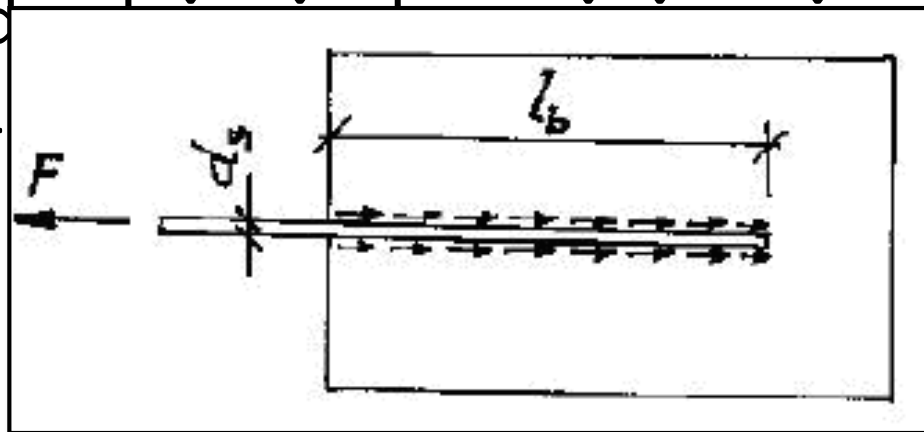
$f_{ctd}$  – je návrhová pevnost betonu v tahu

# Základní kotevní délka

$$l_{b,reqd} = \frac{\varnothing \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

$\sigma_{sd}$  – návrhové namáhání ve výztuži v místě,  
(zjednotěná hodnota  $\sigma_{sd}$  v místě  $f_{yd}$ )

$f_{bd}$  –



řující kval

$\eta_2$  – součinitel zohledňující prům

$f_{ctd}$  – je návrhová pevnost beton

$$F_s = A \sigma = \pi \frac{\varnothing^2}{4} \sigma_{sd}$$

$$F_c = A \sigma = \pi \varnothing l_b f_{ctd}$$

$$F_s = F_c$$

$$\pi \frac{\varnothing^2}{4} \sigma_{sd} = \pi \varnothing l_b f_{ctd}$$

$$\frac{\varnothing}{4} \sigma_{sd} = l_b f_{ctd}$$

$$\frac{\varnothing \sigma_{sd}}{4 f_{ctd}} = l_b$$



# Návrhová kotevní délka

$$l_{b,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{b,min} = \max(0, 3l_{b,rqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm})$$

- $\alpha_1$  vyjadřuje vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu (viz obrázek 8.1);
- $\alpha_2$  vyjadřuje vliv minimální betonové krycí vrstvy (viz obrázek 8.3);
- $\alpha_3$  vyjadřuje vliv ovinutí příčnou výztuží;
- $\alpha_4$  vyjadřuje vliv jednoho nebo více příčně přivařených prutů ( $\phi_t > 0,6\phi$ ) v návrhové kotevní délce  $l_{bd}$
- $\alpha_5$  vyjadřuje vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v návrhové kotevní délce.

Všechny součinitele  $\alpha$  lze brát rovny 1,0.

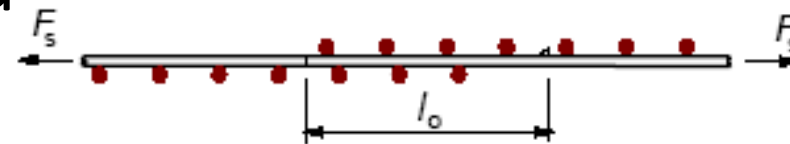
# Návrhová kotevní délka součinitele $\alpha$

$$l_{b,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

Přesněji dle tabulky.

Ovlivňující činitel	Způsob kotvení	Pрут betonářské výztuže	
		tažený	tlačený
Tvar prutů	přímý prut	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	jiný než přímý prut (viz obrázek 8.1 (b), (c) a (d))	$\alpha_1 = 0,7$ pokud $c_d > 3\phi$ jinak $\alpha_1 = 1,0$ (viz obrázek 8.3 pro hodnoty $c_d$ )	$\alpha_1 = 1,0$
Betonová krycí vrstva	přímý prut	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - \phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	jiný než přímý prut (viz obrázek 8.1 (b), (c) a (d))	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ (viz obrázek 8.3 pro hodnoty $c_d$ )	$\alpha_2 = 1,0$
Ovinutí příčnou výztuží nepřivařenou k hlavní výztuží	všechny způsoby kotvení	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Ovinutí přivařenou příčnou výztuží*	všechny způsoby kotvení, poloha a rozměr podle obrázku 8.1 (e)	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Účinek ovinutí příčným tlakem	všechny způsoby kotvení	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

# Přesahová délka



Přesahová délka se uplatní v místech stykování výztuže přesahem.

$$l_{0,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$\alpha_6 = 1,5$  (stykujeme více než 50 % výztuže v jednom průřezu)

$$l_{0,min} = \max(0,3\alpha_6 l_{b,rqd}, 15\varnothing, 200 \text{ mm})$$

# Příčel – rozšíření obálky

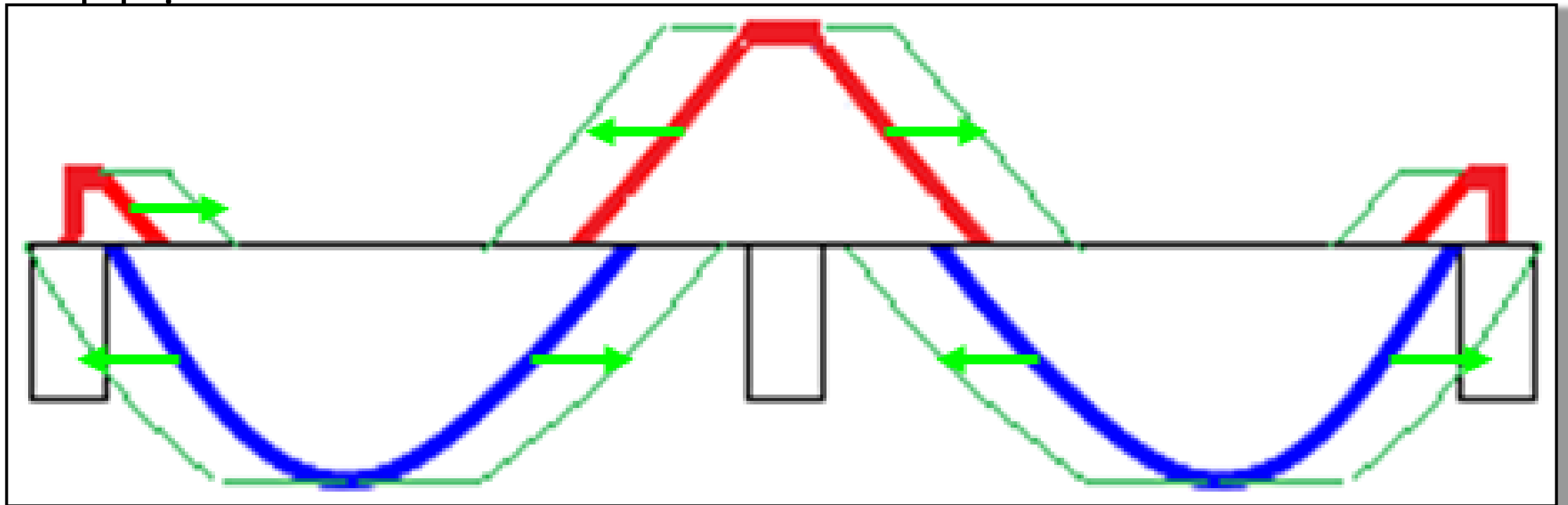
Vycházíme z obalové křivky ohybových momentů po redistribuci a redukci.

Kvůli vodorovné složce smykové síly musíme zvětšit obálku momentů o  $a_1$ .

$$a_1 = \frac{z}{2} \cot \theta$$

# Příčel – rozšíření obálky

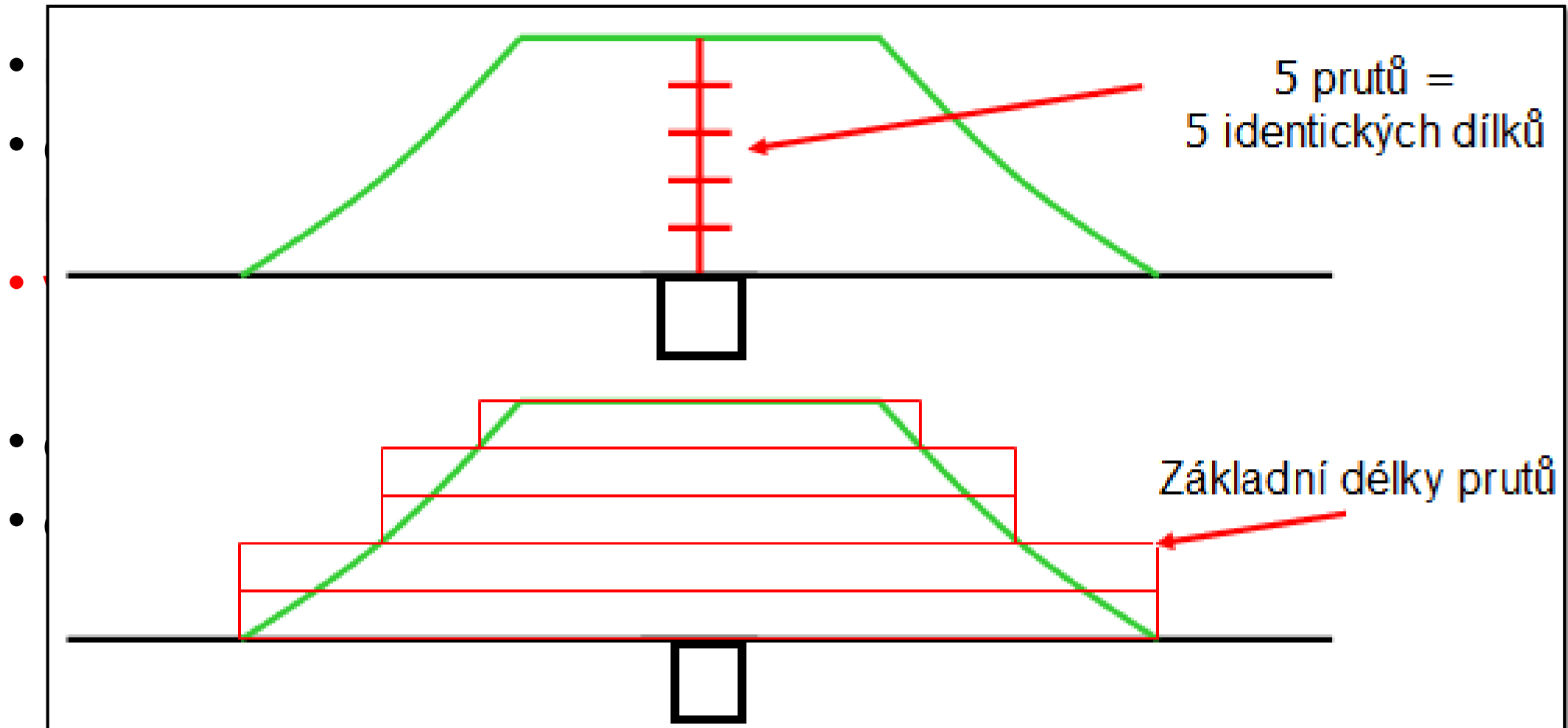
Vycházíme z obalové křivky ohybových momentů po redistribuci a



# Příčel – rozdělení materiálu

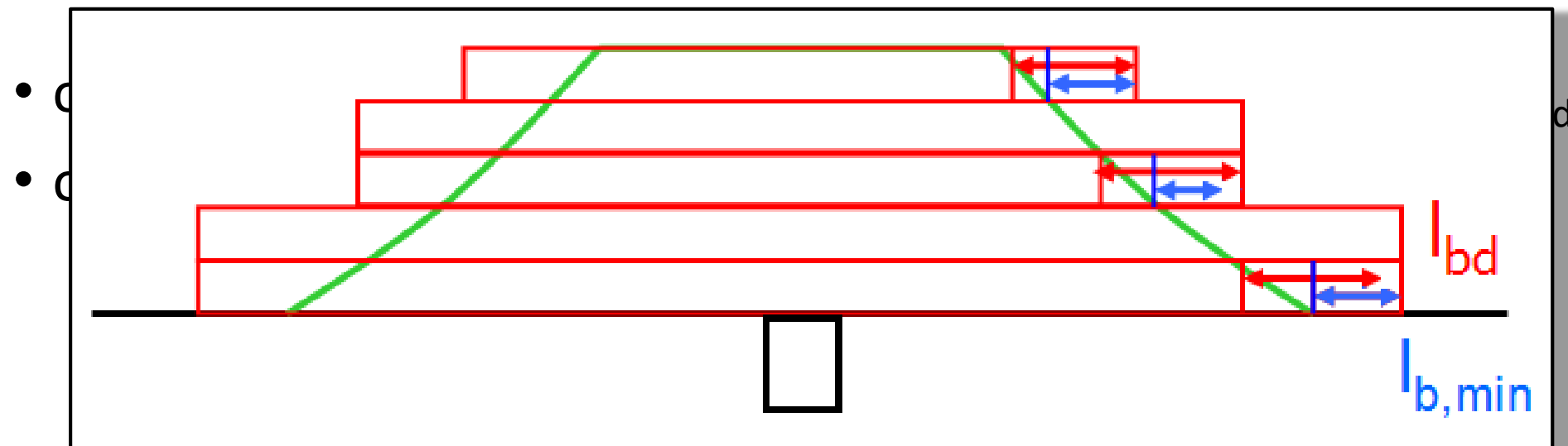
- rozdělujeme momenty podle počtu prutů
- dva pruty (v rozích třmínek) musí mít plnou délku; ostatní pruty mohou být kratší.
- **výztuž v průřezu musí být vždy symetrická!** (podle osy z)
- od místa plného využití musí být prut zakotven minimálně  $l_{bd}$
- od konce základní délky musí být zakotven minimálně  $l_{b,min}$

# Příčel – rozdělení materiálu



# Příčel – rozdělení materiálu

- rozdělujeme momenty podle počtu prutů
- dva pruty (v rozích třmínků) musí mít plnou délku; ostatní pruty mohou být kratší.
- výztuž v průřezu musí být vždy symetrická! (podle osy z)



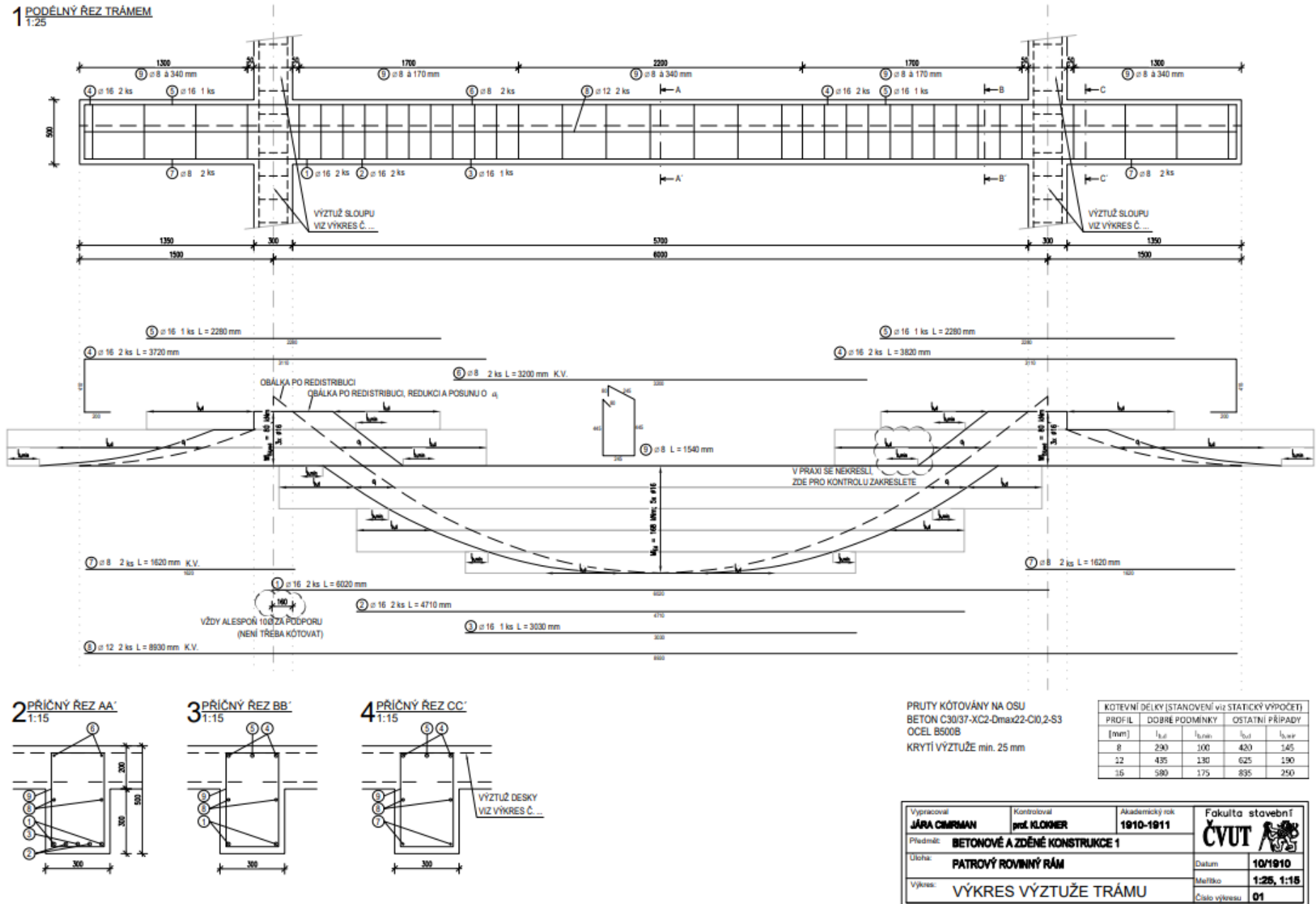


# Příčel – výkres ohybové a smykové výztuže

- 1x svislý podélný řez, 3x příčný řez
  - ohybová výztuž
  - smyková výztuž
  - schéma rozdělení výztuže (schody)
  - rozkreslená výztuž (tvary prutů)
- uvedení kotevních a přesahových délek
- poznámky a rozpiska

# Příčel –

- 1x svislý podélný
  - ohybová výztuž
  - smyková výztuž
  - schéma rozdělení
  - rozkreslená výztuž
  - příčné řezy
- uvedení kotevnic
- poznámky a rozp



# Sloup – kotevní a přesahová délka

Stejný postup jako u příčle.

# Sloup – třmínky

Ve střední oblasti:

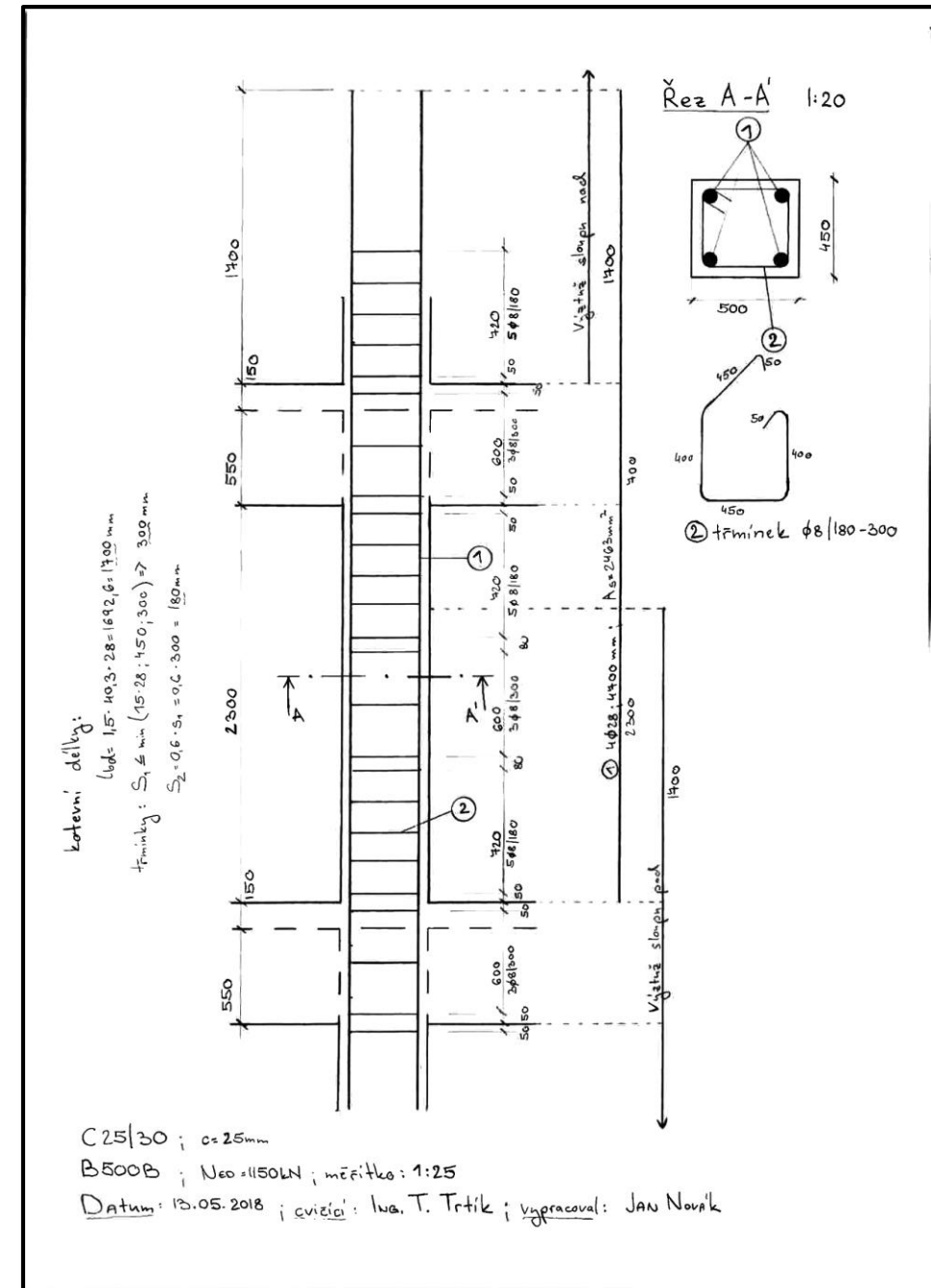
$$s_1 \leq \min(15\varnothing_s; \min(b; h); 300 \text{ mm})$$

V oblasti stykování výztuže a v oblasti nad a pod trámem:

$$s_2 = 0,6s_1$$

# Sloup – výkres výztuže

- 1x svislý podélný řez, 1x příčný řez
  - podélná výztuž
  - příčná výztuž
  - rozkreslená výztuž (tvary prutů)
- uvedení kotevních a přesahových délek
- poznámky a rozpiska



# Obsah čtvrtého úkolu

I. Schéma hlavní nosné výztuže

II. Výkres výztuže příčle

- 1) Kotevní a přesahová délka (pro každý průměr výztuže zvlášť)
- 2) Rozšířit obálku momentů a vyznačit rozdělení materiálů
- 3) Výkres ohybové a smykové výztuže

III. Výkres výztuže sloupu

- 1) Kotevní a přesahová délka
- 2) Třmínky
- 3) Výkres podélné a příčné výztuže