

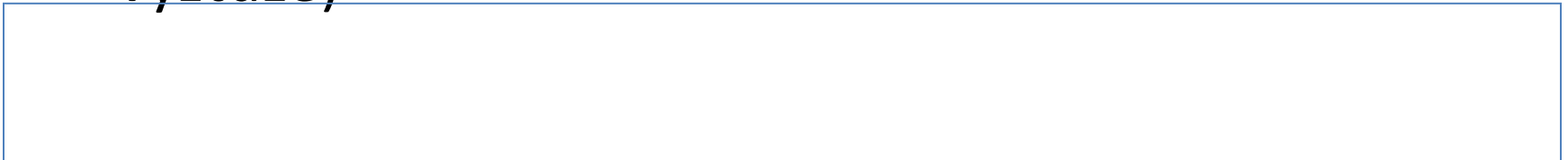
Prvky betonových konstrukcí

BL01 – 7 přednáška

- Zásady vyztužování - podélná výztuž
 - smyková výztuž
- Vyztužování bet. prvků
 - desky - obecné zásady
 - pásové a lokální zatížení
 - úpravy kolem otvorů
 - trémové prvky, překlady

Zásady vyztužování ohýbaných prvků

- Vhodné uspořádání výztuže **podélné** (ohybové), **příčné** (smykové), **ostatní** výztuže.
 - Brát zřetel na
 - množství výztuže stanovené výpočtem (v průřezu či úseku prutu)
 - dodržení konstrukčních zásad – krytí, mezery, max. vzdálenosti
 - rozmístění výztuže s ohledem na průběhy statických veličin
 - podmínky pro zakotvení – v poli, podpoře, tažené či tlačené zóně
 - možnosti provedení včetně používání montážní výztuže
 - uplatnění přídatné (konstrukční) výztuže, tam kde nebyla staticky uvažována – neuvažované částečné vetknutí, volné okraje desek, povrchová výztuž
- **rozdělení (vykrytí) materiálu** (podélné i příčné výztuže)



1. Rozdělení podélné (tahové) výztuže

- síla ve výztuži

$$F_{td} = F_{sd} + \Delta F_{td} \leq F_{td,max}$$

kde

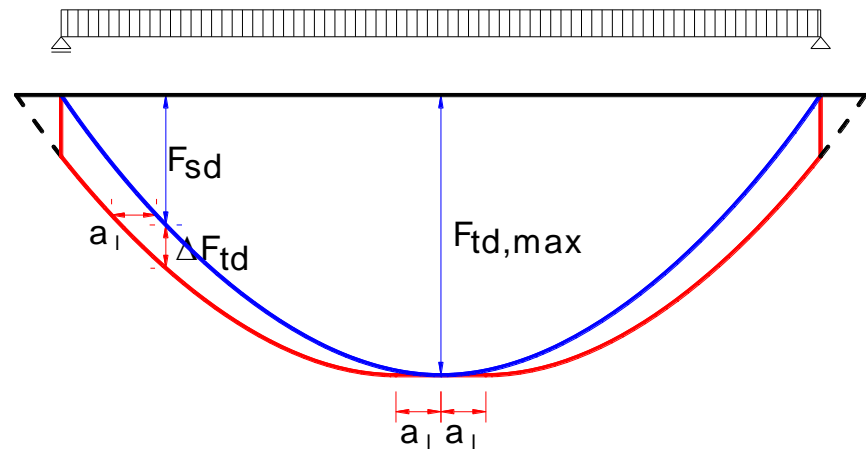
$$F_{sd} = \frac{|M_{Ed}|}{z} (+ N_{Ed})$$

$$\Delta F_{td} = |V_{Ed}| \frac{a_l}{z}$$

$$F_{td,max} = \frac{|M_{Ed,max}|}{z}$$

$a_l = d$ pro prvky bez smykové výztuže

$a_l = 0,5z(\cot g \theta - \cot g \alpha)$ pro prvky se smykovou výztuží

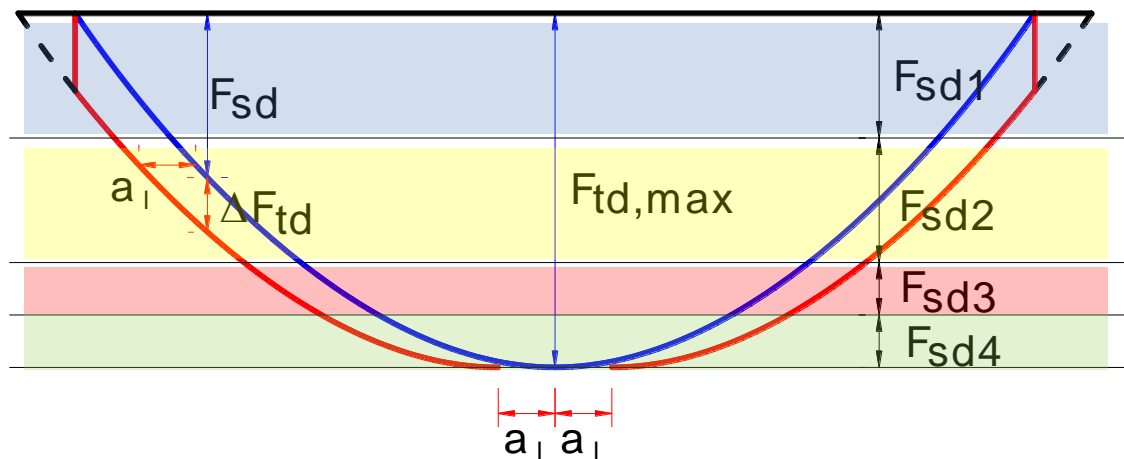


- Únosnost jednoho prutu (v místě $F_{td,max}$)

– $F_{sdi} = F_{tdi} \doteq F_{td,max} \frac{A_{sdi}}{A_s}$ = uvažovaný prut

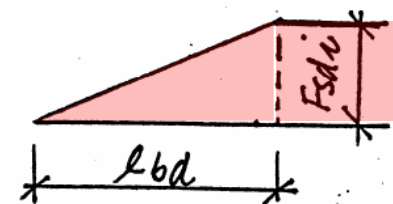
– přesněji z podmínky $\sum M_{Edi} = M_{Ed}$ **ne z M_{Rd} !!!**

– odsud kotevní délka l_{bd} odpovídá $F_{tdi} \rightarrow \sigma_{sdi} = \sigma_{sd} = \frac{M_{Ed} / z}{A_s}$



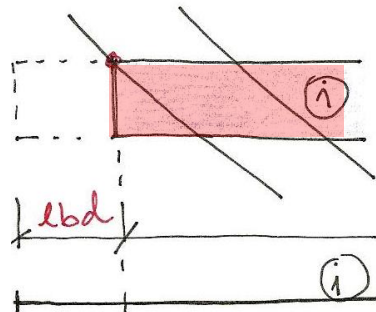
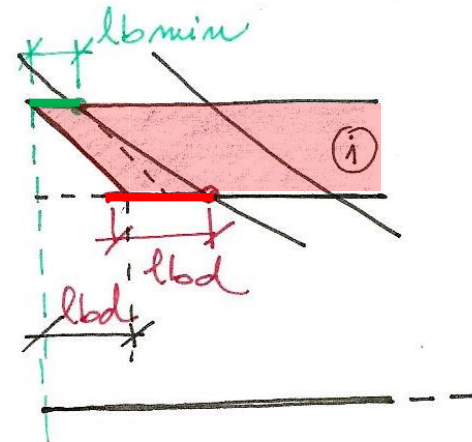
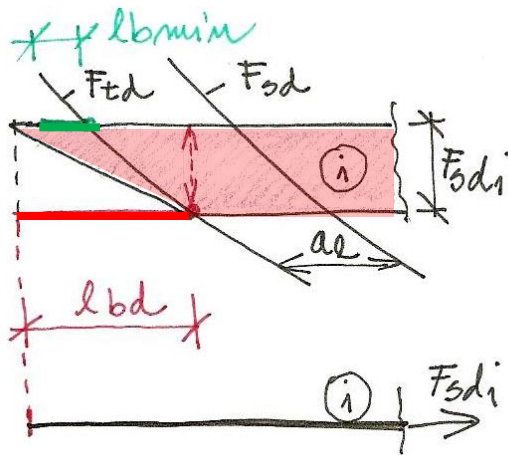
- Únosnost prutu na kotevní délce

- síla se mění lineárně (obecně nelineárně),
- na straně bezpečné lze zanedbat \Rightarrow v rozsahu l_{bd} je $F_{sdi} = 0$



1.1 Rozdělení (ukončení) podélné výztuže v poli (mimo podpory)

- teoretický počátek využití vložky – $l_{bd, min}$
- počátek plného využití výztuže (F_{tdi}) – l_{bd}

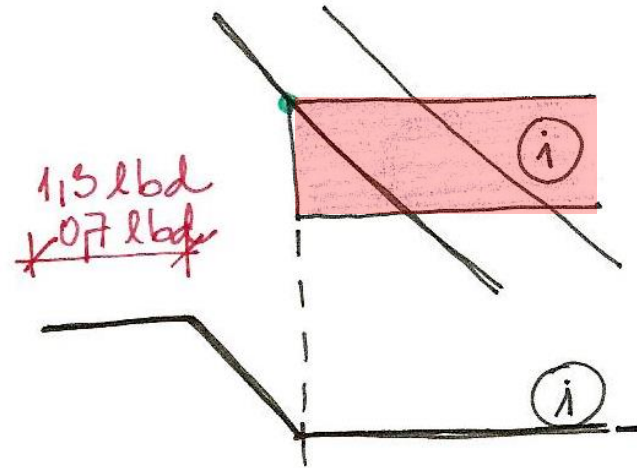


← konzervativní způsob kotvení

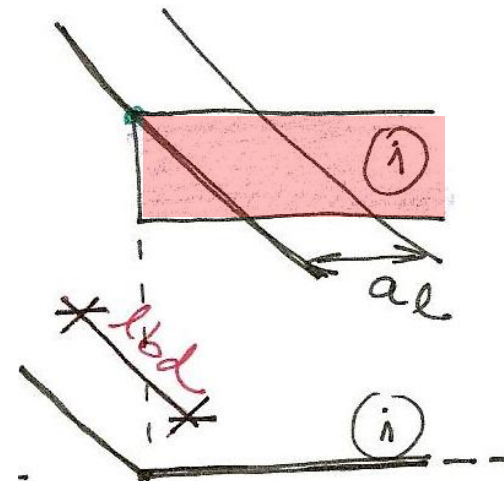
- Prut s ohybem

- přenáší smyk

- v tažené zóně $1,3 l_{bd}$
 - v tlačené zóně $0,7 l_{bd}$

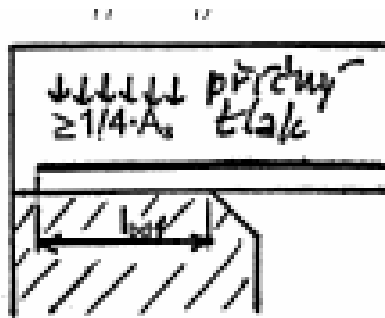


- nepřenáší smyk $-l_{bd}$

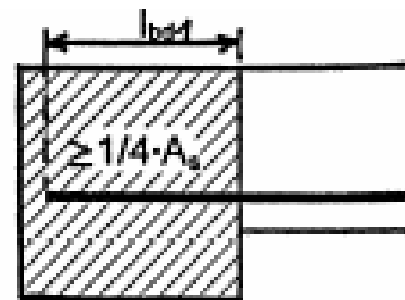


1.2 Kotvení spodní výztuže v krajní podpoře – prosté uložení (částečné vetknutí)

- $F_E = |V_{Ed}| \frac{a_l}{z} (+ N_{Ed}) = \Delta N_{td} l_{bd1}$
- l_{bd1} – od líce uložení (u přímého uložení lze uvažovat při výpočtu kotevní délky příčný tlak – součinitel α_5)
- do podpory je nutno zavést výztuž o ploše min 25% (u desek 50%) plochy výztuže v poli



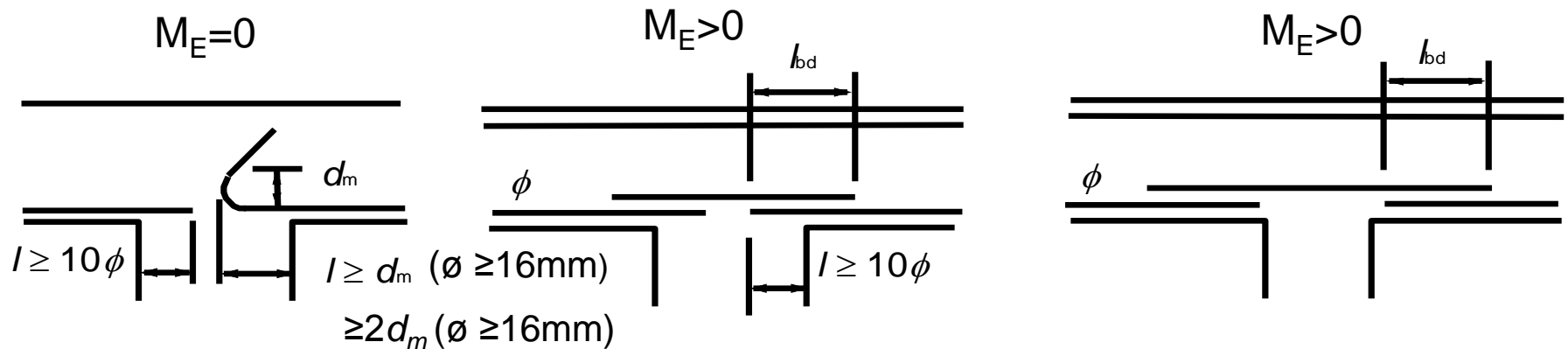
přímé uložení



nepřímé uložení

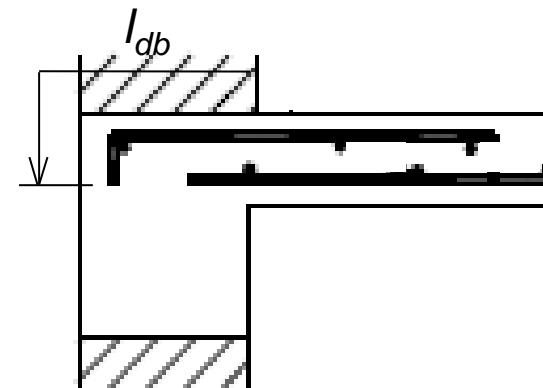
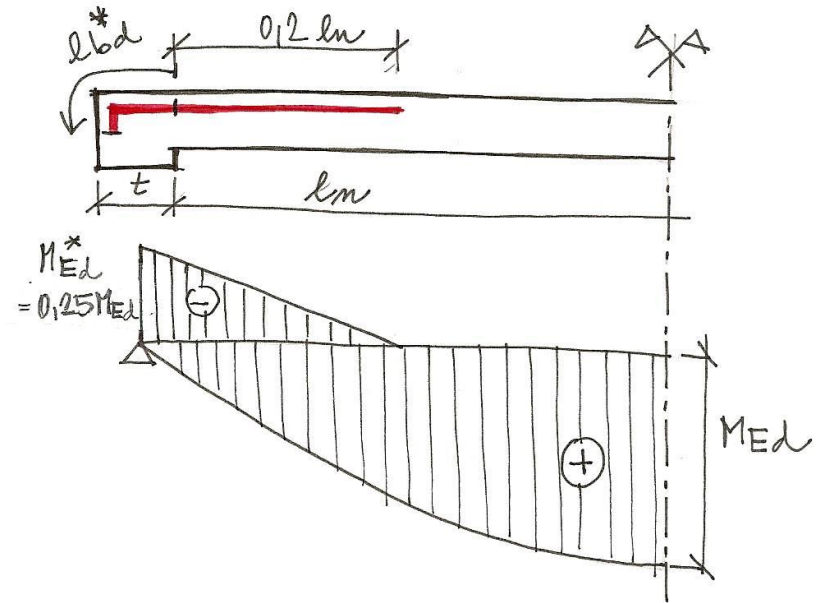
1.3 Kotvení spodní výztuže ve vnitřní podpoře (v krajní podpoře při vetknutí)

- úprava výztuže závisí na tom, zda výztuž může být či nemůže být namáhána od ohybového momentu
- do podpory je nutno zavést výztuž o ploše min 25% plochy v přilehlém poli (i když není nutná, protože u podpory již nevznikají tahové síly)

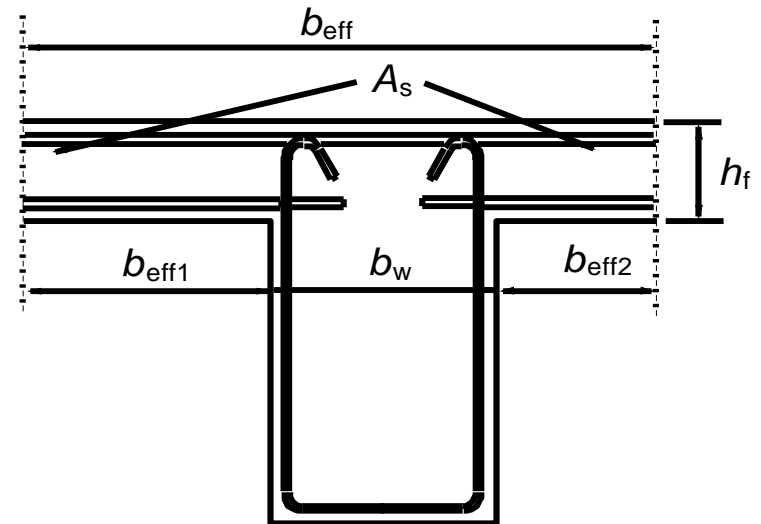


1.4 Rozdělení a kotvení horní podélné výztuže

- pro ukončení v poli platí **stejné principy** jako spodní výztuž
- **částečné vetknutí** - ohybový moment o velikosti 25% max. momentu v přilehlém poli (s přesahem výztuže $0,2 l_n$ od líce do o pole)
 - dodržet podmínky min. plochy výztuže
- **výztuž kotvená** v podpoře má být zakotvena minimálně na kotevní délku l_{bd} za místo plného využití (tj. za líc nebo teoretickou podporu směrem do podpory)



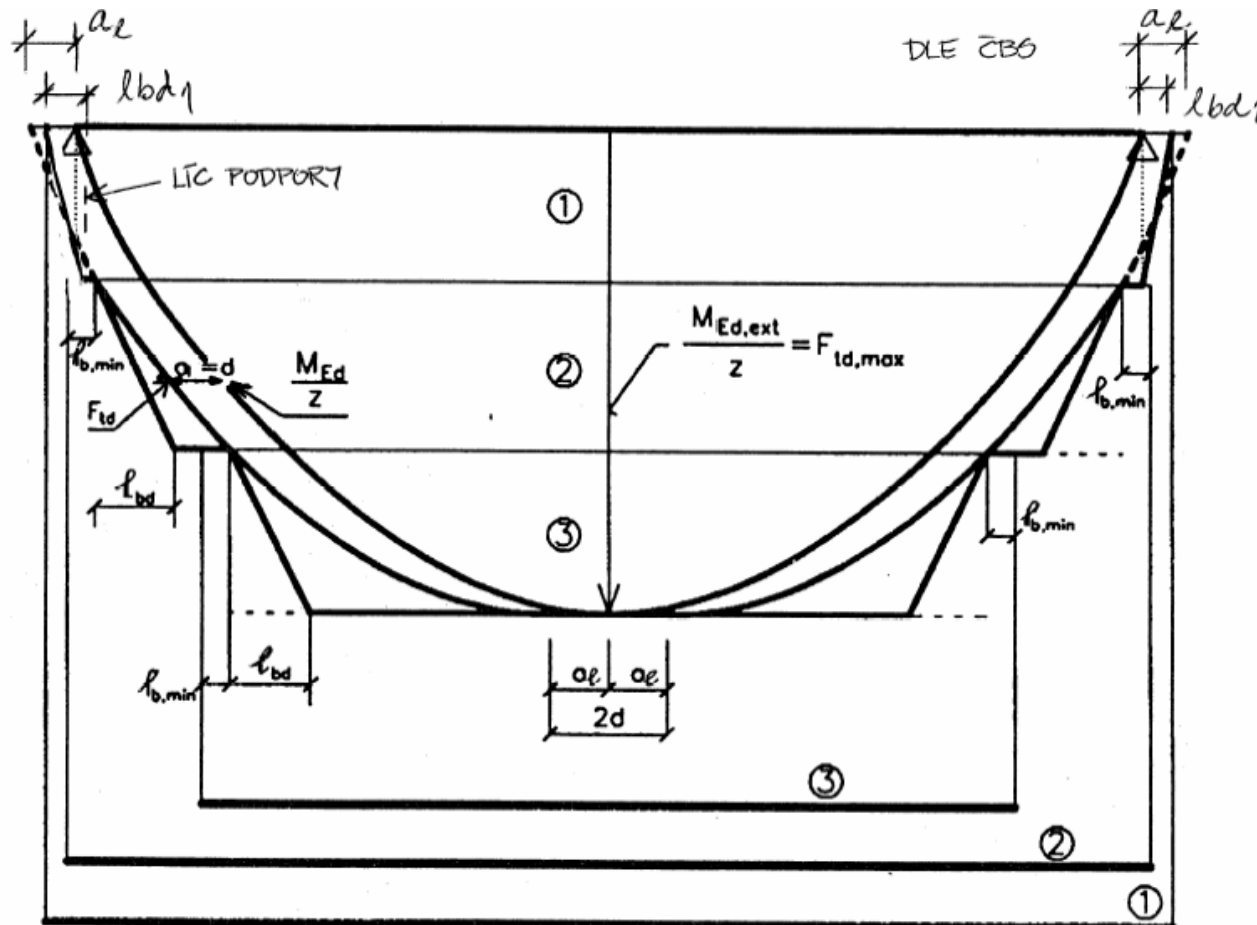
- u vnitřních podpor se má celková plocha výztuže umístit v desce o šířce b_{eff} ; v přírubách je nutno dodržet minimální vyztužení
- tlakovou výztuž je nutno zajistit proti vybočení příčnou výztuží ve vzdálenosti max. $15 \varnothing$ (kde \varnothing je profil tlakové výztuže), toto platí obecně i pro spodní výztuž.



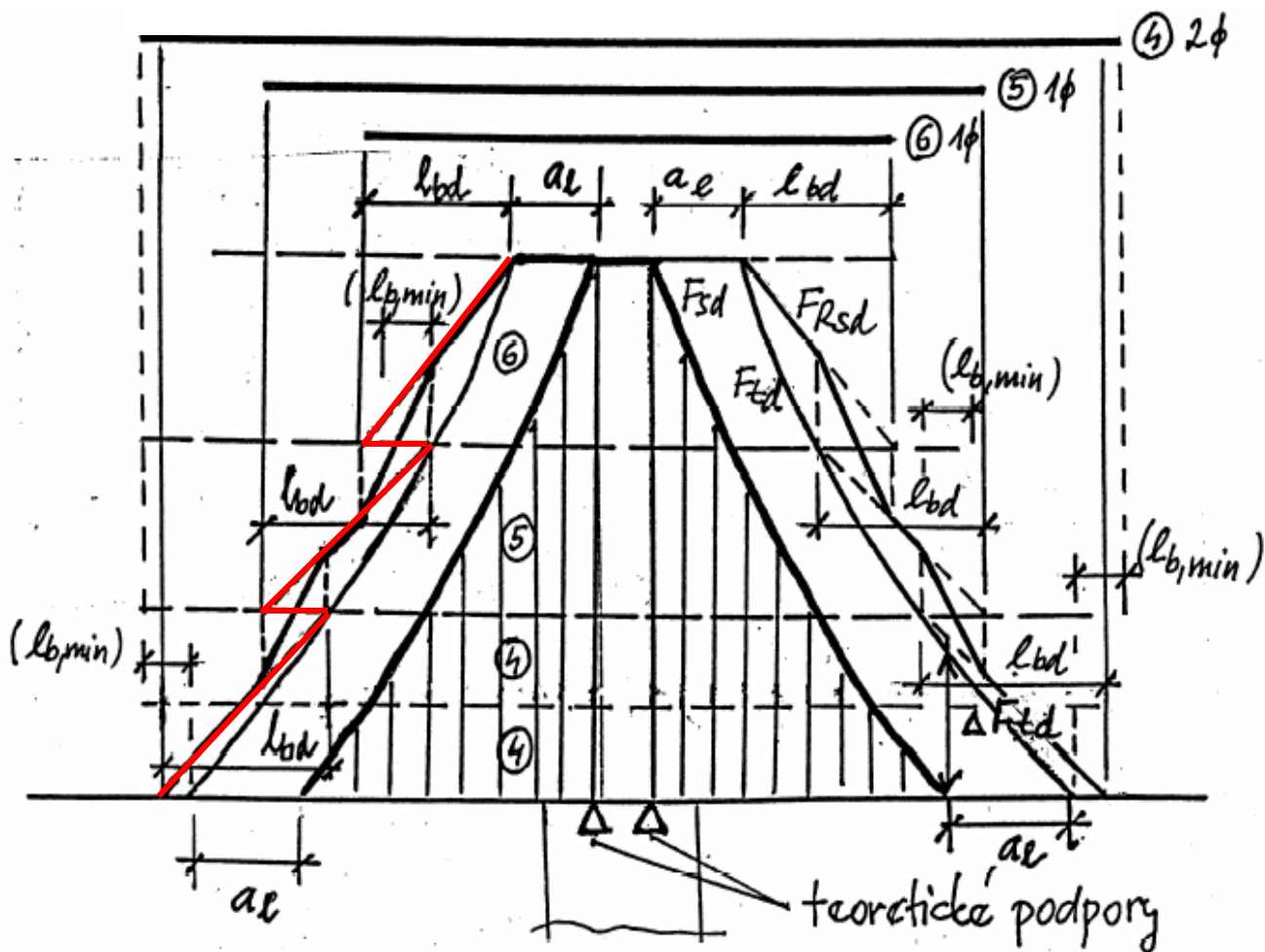
1.5 Další konstrukční zásady

- plocha výztuže (viz podklady do cvičení)
 - minimální (tažená)
 - maximální (veškerá)
- vzdálenosti výztuže
 - maximální (osová)
 - hlavní výztuž $s \leq \min \{ 2h; 300mm \}$ (podle NP ČR)
 - rozdělovací výztuž $s \leq \min \{ 3h; 400mm \}$
 - Minimální (světlá)
 - $s \geq \max \{ 1,2\phi; d_g + 5mm; 20mm \}$

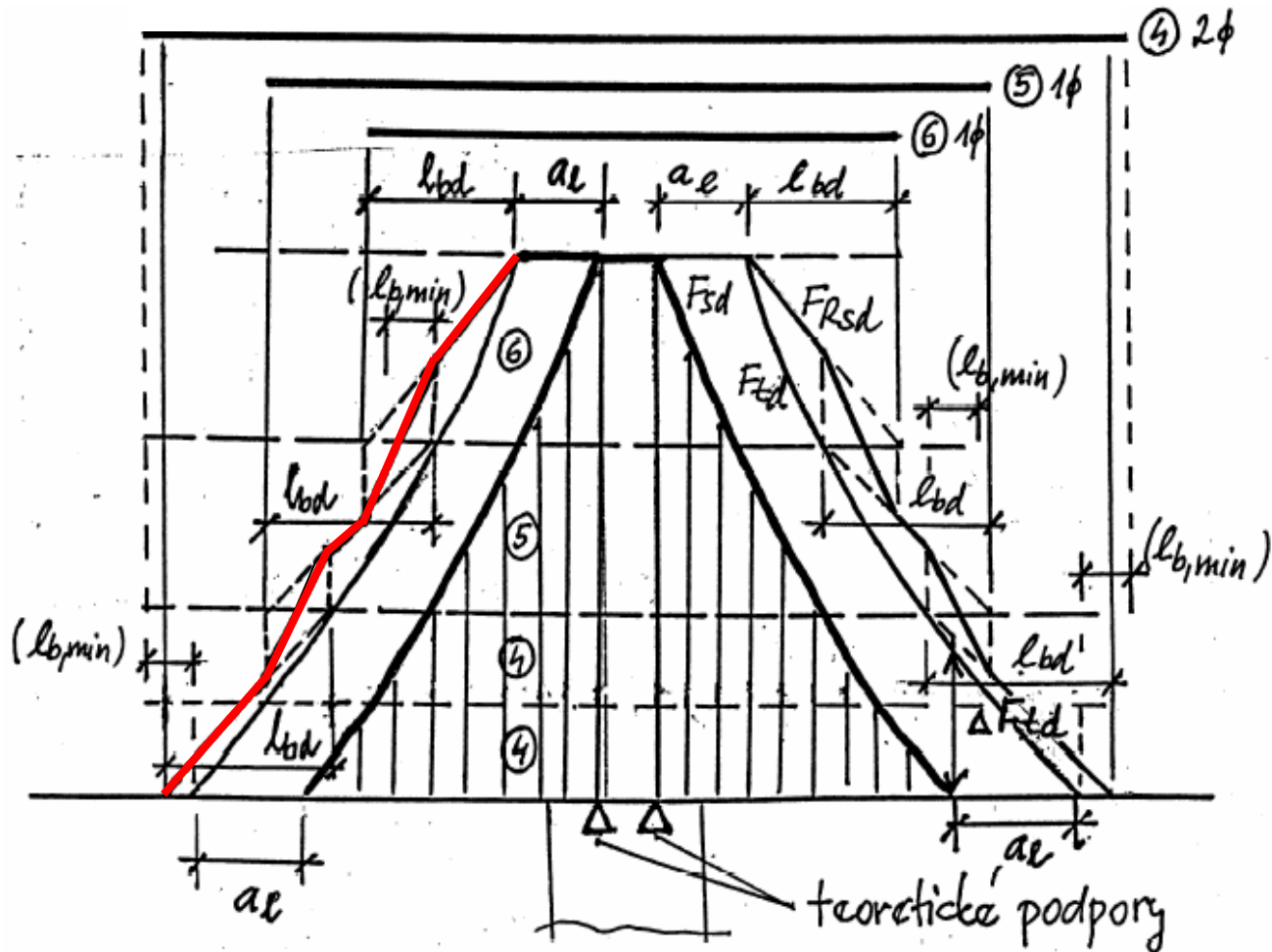
Příklad rozdělení materiálu (podélné výztuže) prvku bez smykové výztuže



Příklad rozdělení materiálu (podélné výztuže) prvku se smykovou výztuží - detail



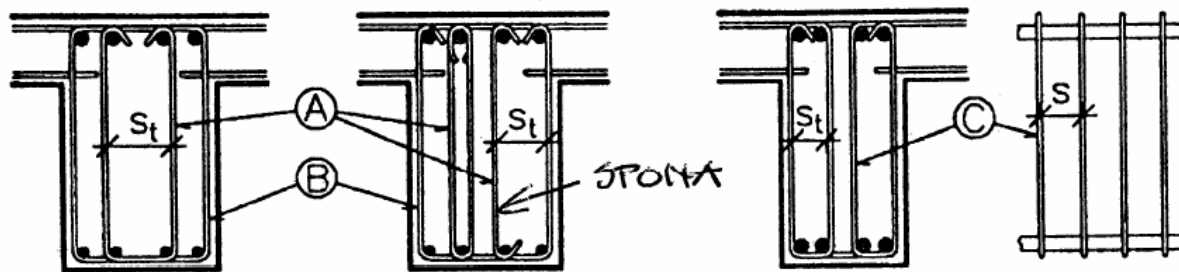
Příklad rozdělení materiálu (podélné výztuže) prvku se smykovou výztuží - detail



2. Smyková výztuž – zásady vyztužení a návrhu

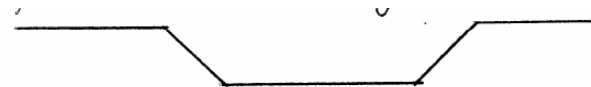
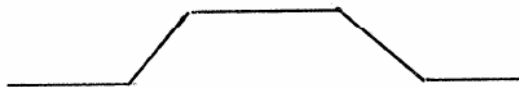
- Druhy

- nejčastěji obvodové třmínky, uzavírající tahovou výztuž i tlakovou oblast betonového průřezu, vnitřní třmínky a spony



A – Vnitřní třmínky B – Obvodové třmínky C – Smykový žebříček

- výztužné koše, mřížoviny (žebříčky) – nemusí uzavírat výztuž
- pruty s ohyby včetně smykových příložek (sedla, kozlíky)



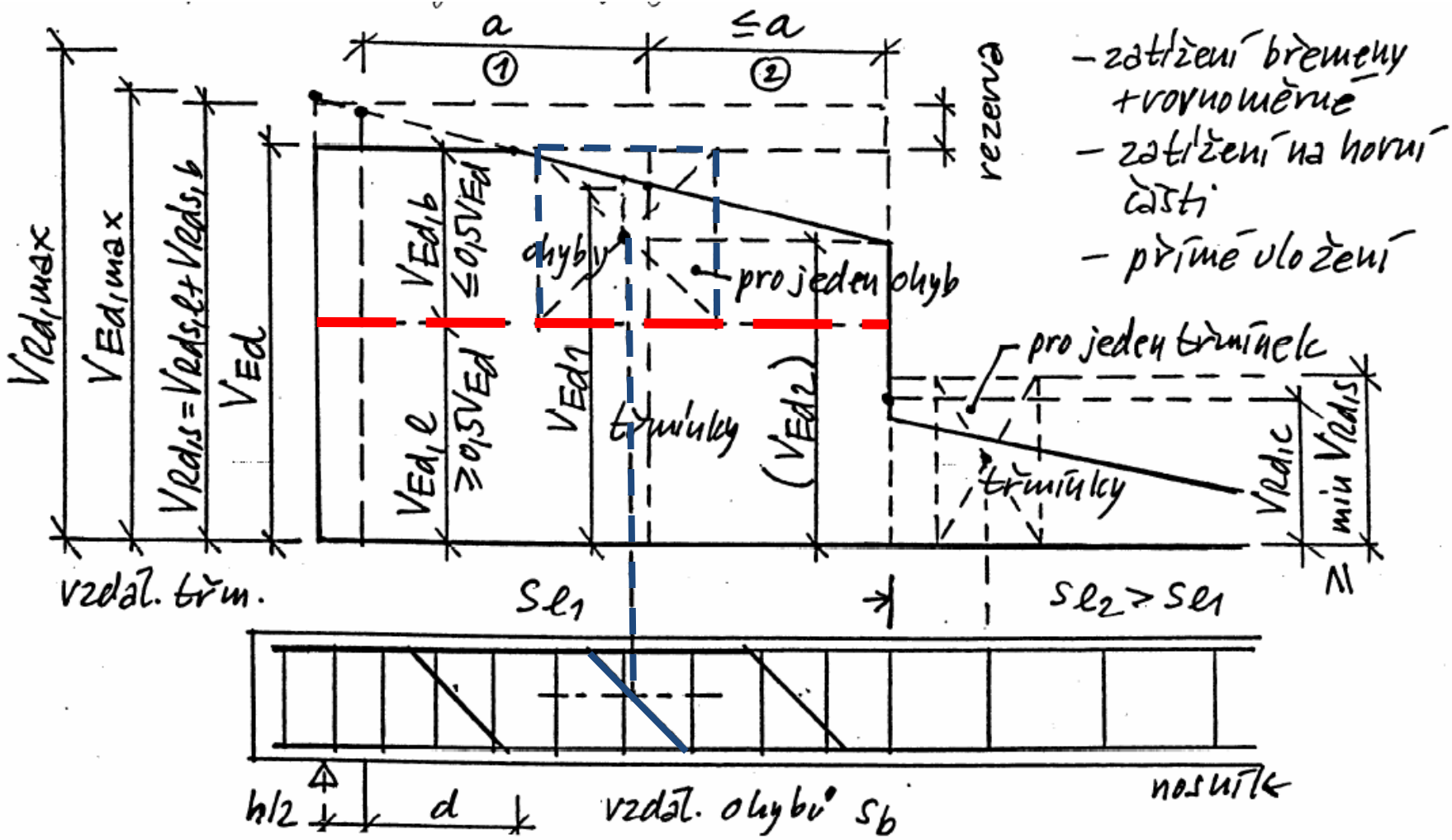
- Zásady:

- smykovou výztuž je třeba náležitě zakotvit
- nejméně 50% nutné výztuže mají tvořit třmínky
- smyková výztuž má svírat úhel $\alpha = 45 \approx 90^\circ$ s podélnou osou prvku
- u desek se smyková výztuž navrhuje při $h \geq 200 \text{ mm}$, při $|V_{Ed}| \leq \frac{1}{3} V_{Rd,max}$ se volí pouze ohyby nebo pouze třmínky spony)

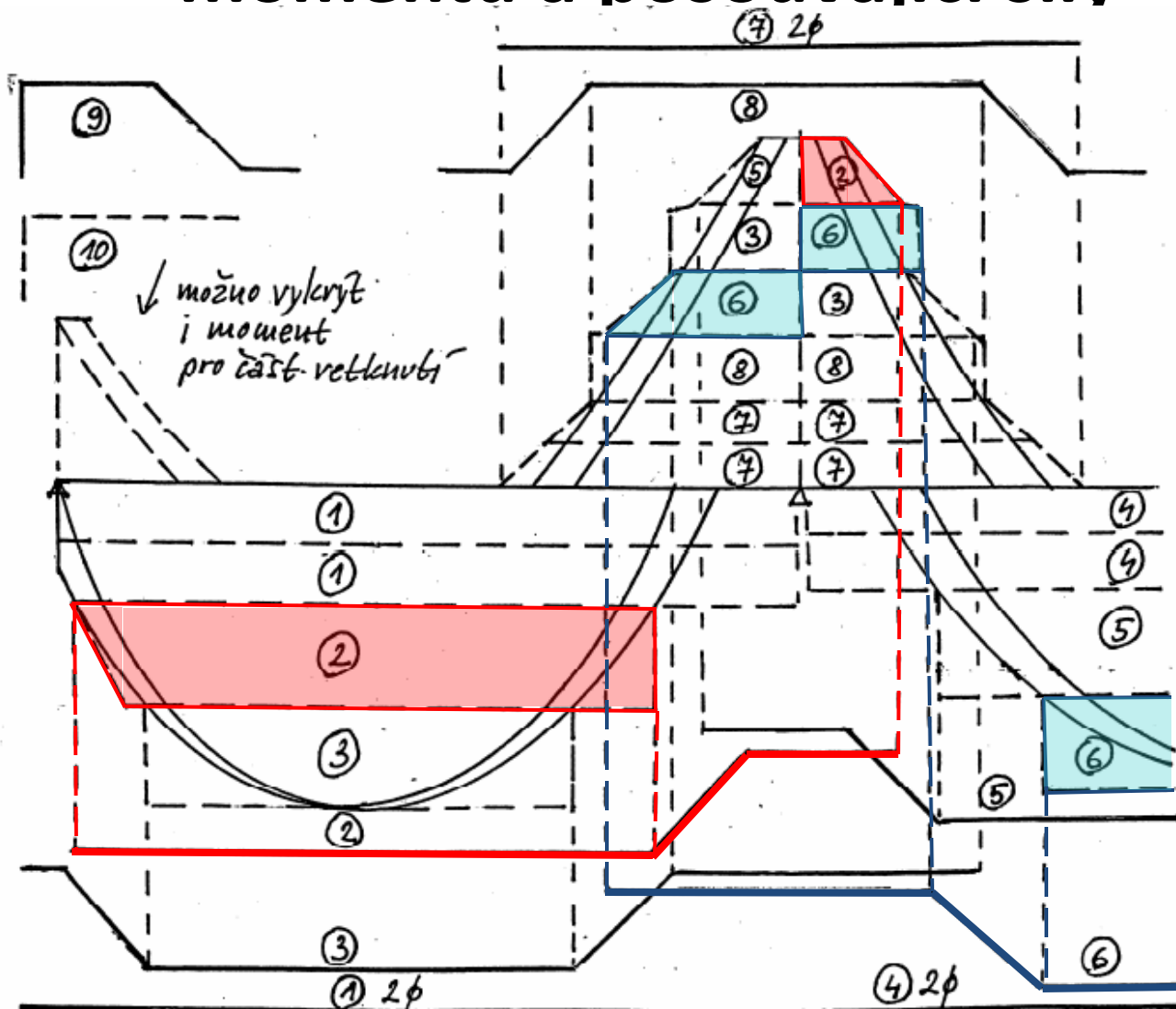
- max. vzdálenosti:

- vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot g \alpha) \leq 400 \text{ mm}$
- vzdálenost ohybů $s_{b,max} = 0,6 d (1 + \cot g \alpha)$, u desek $s_{b,max} = d$
- vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 0,75 d \leq 600 \text{ mm}$, u desek $1,5d$

Příklad vykrytí posouvající síly smykovou výztuží – pro třmínky a ohyby

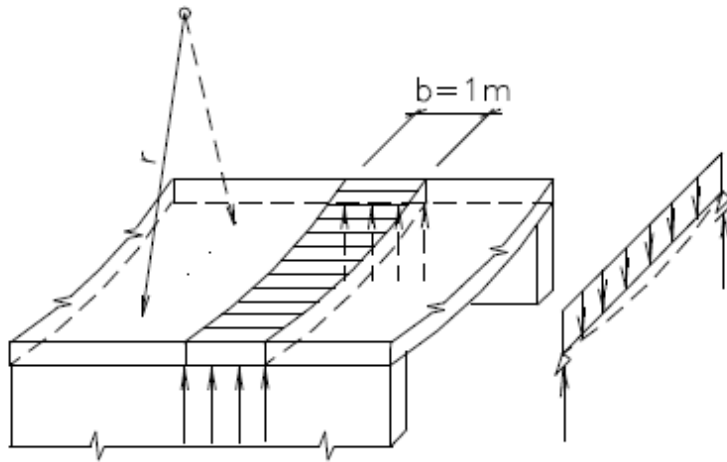


Využití prvků s ohybem pro vykrytí ohybových momentů a posouvající síly

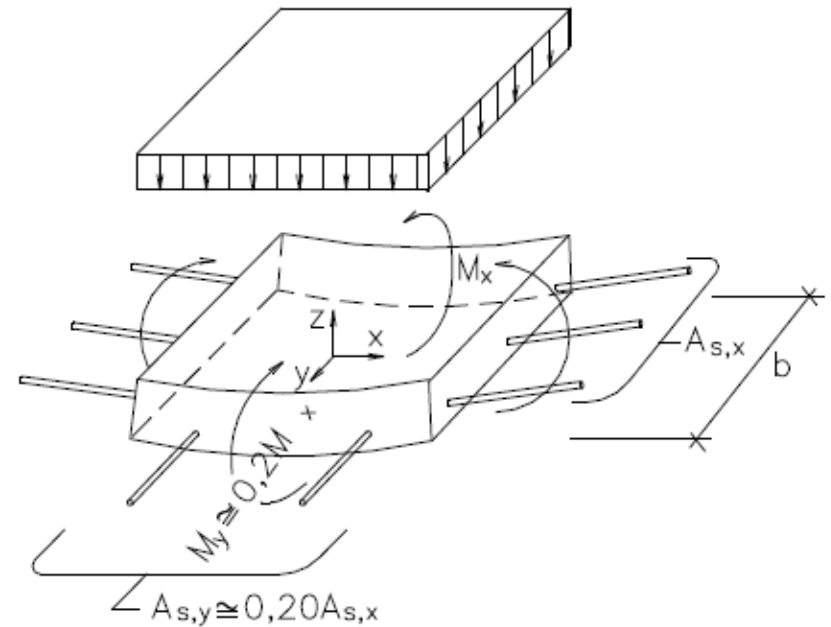


Desky

- Deska působící v jednom směru



Obr. 3.1: Deska působící v jednom směru - nosníková deska

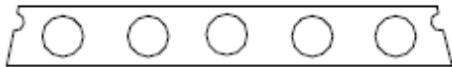


Obr. 3.9: Hlavní výztuž ($A_{s,x}$) a výztuž rozdělovací ($A_{s,y}$) desek pnutých v jednom směru

Desky

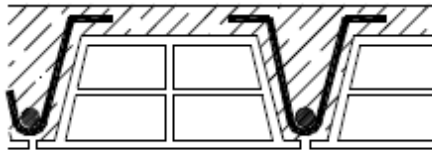
- Plné
- Vvlečené desky

a)



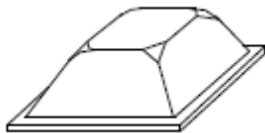
kruhovými otvory

b)

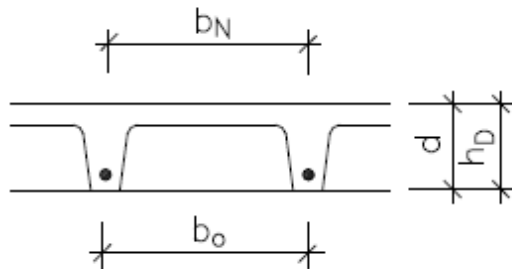


keramickými vložkami

c)



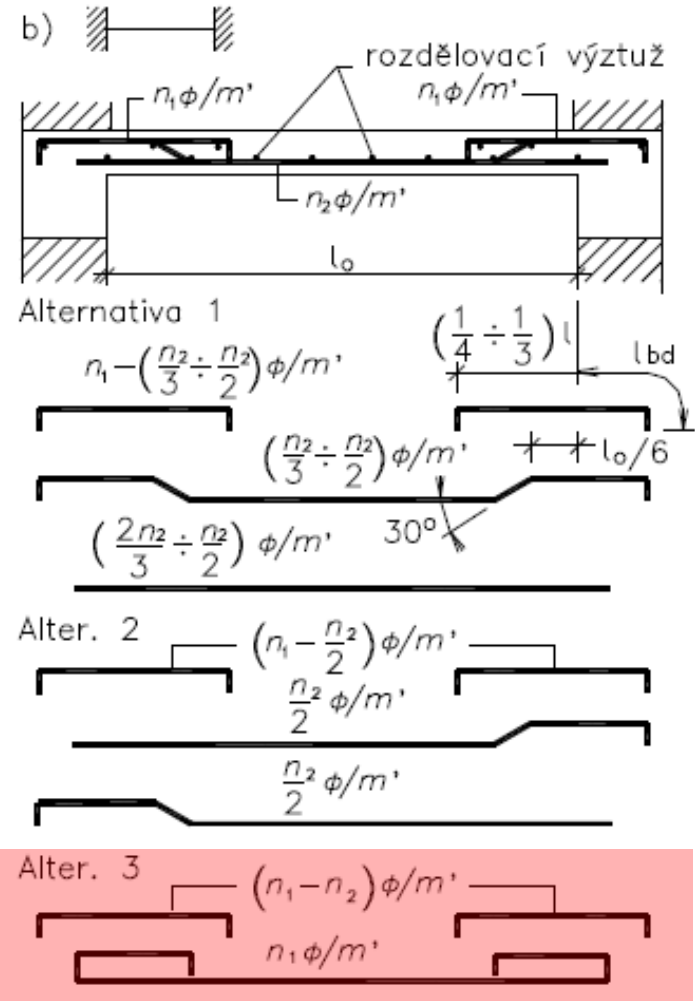
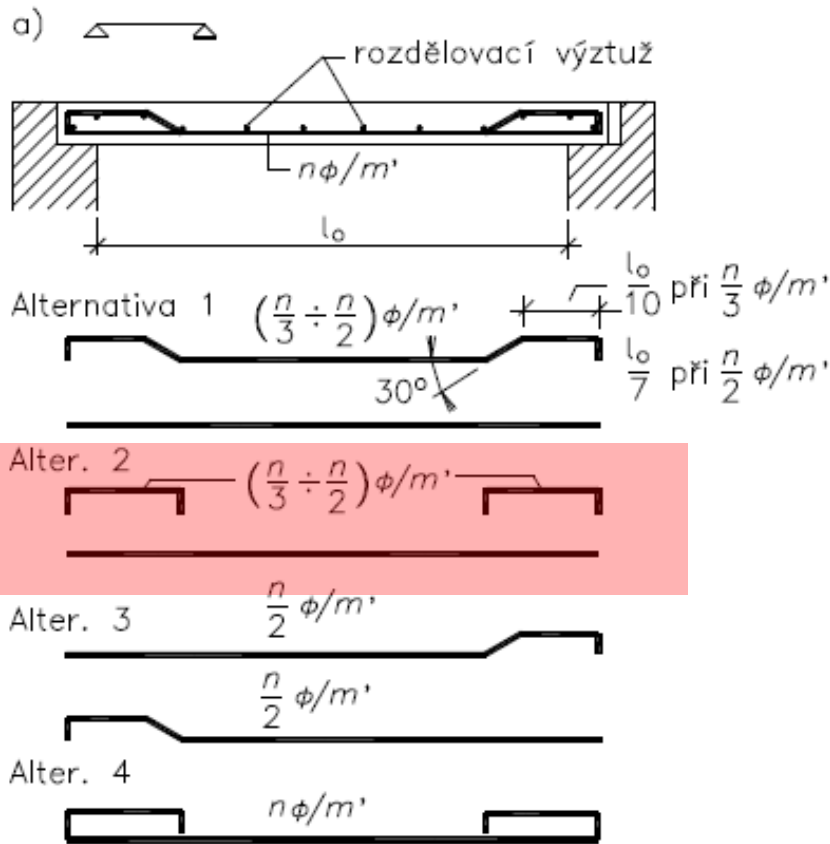
bednicími vyjímatelnými dílci



Desky

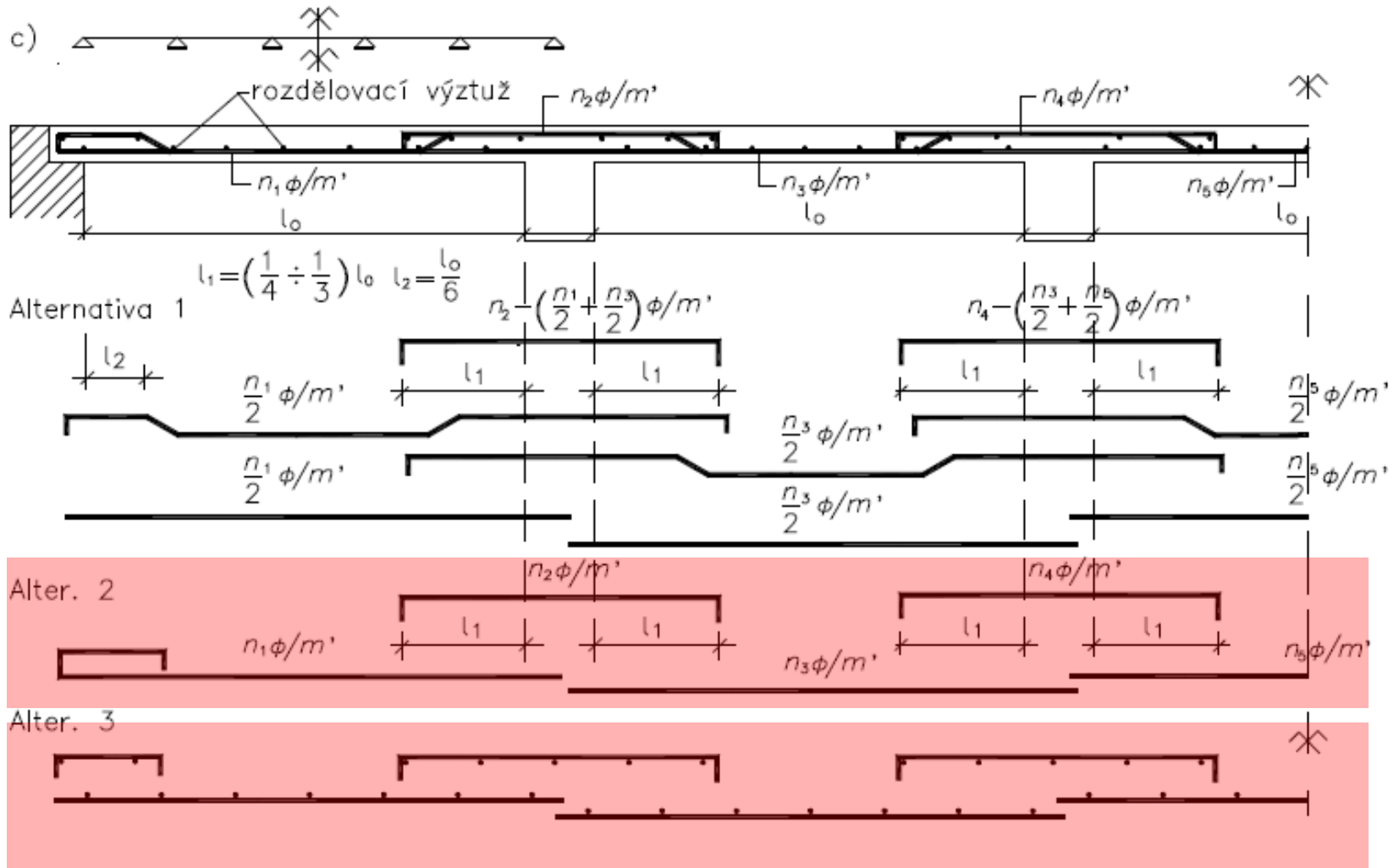
prostě uložená

vetknutá



Desky

spojitá deska

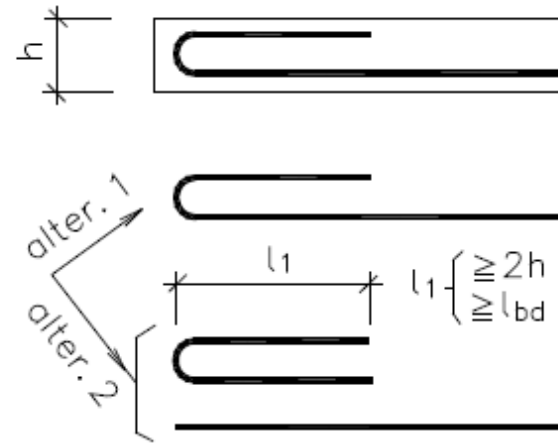
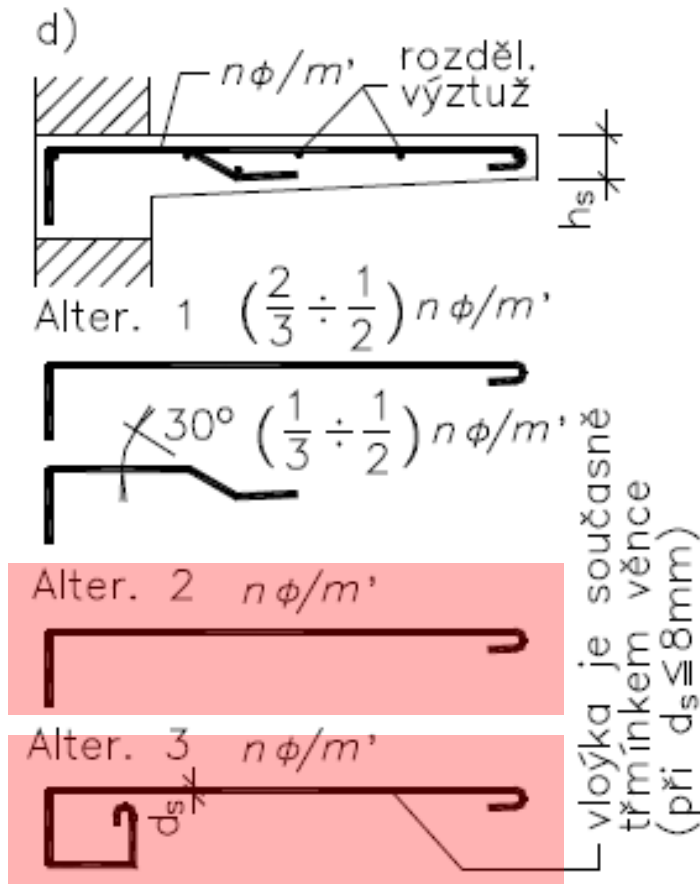


Desky

výztuž volného okraje

desky

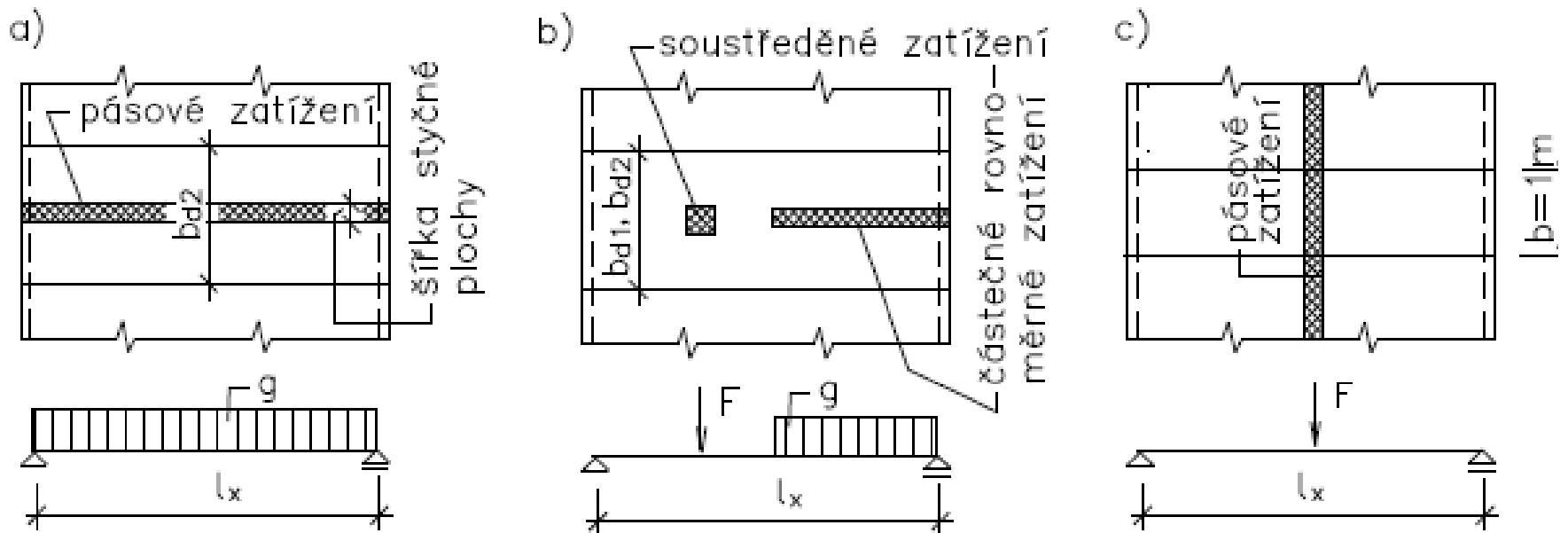
konzola



Desky – pásové a soustředěné zatížení

Vzdorující části desky

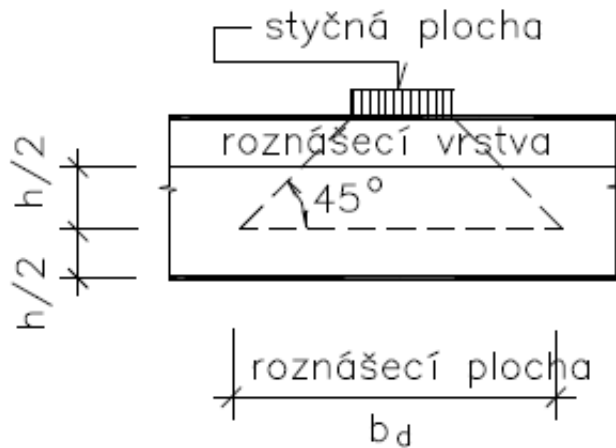
- b_{d1} pro V, M nad podporou
- b_{d2} pro M v poli



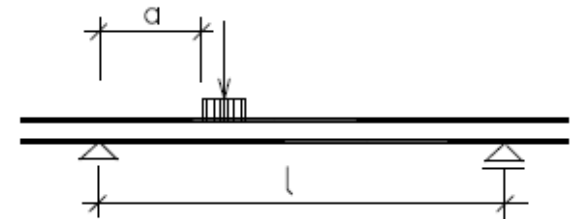
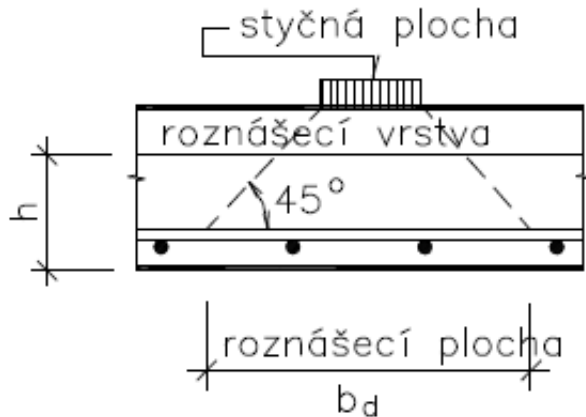
Desky – pásové a soustředěné zatížení roznášecí a spolupůsobící šířka

$$A_{s,r} \geq 0,25 A_s$$

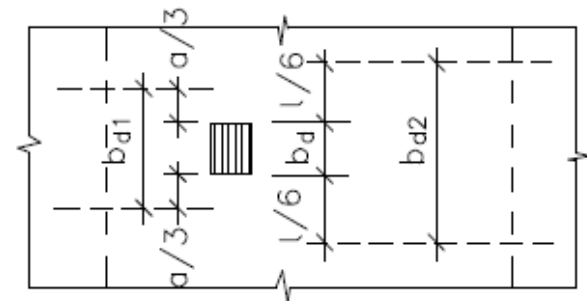
a) prostý beton



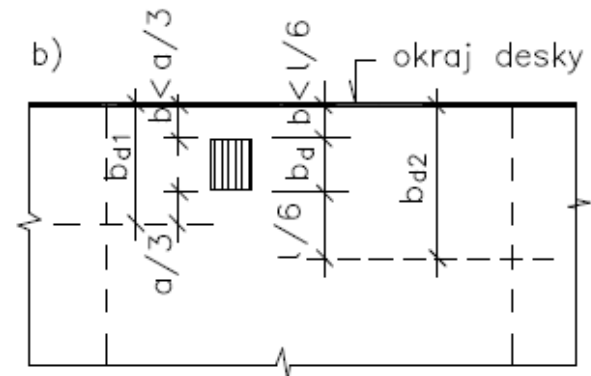
b) železobeton



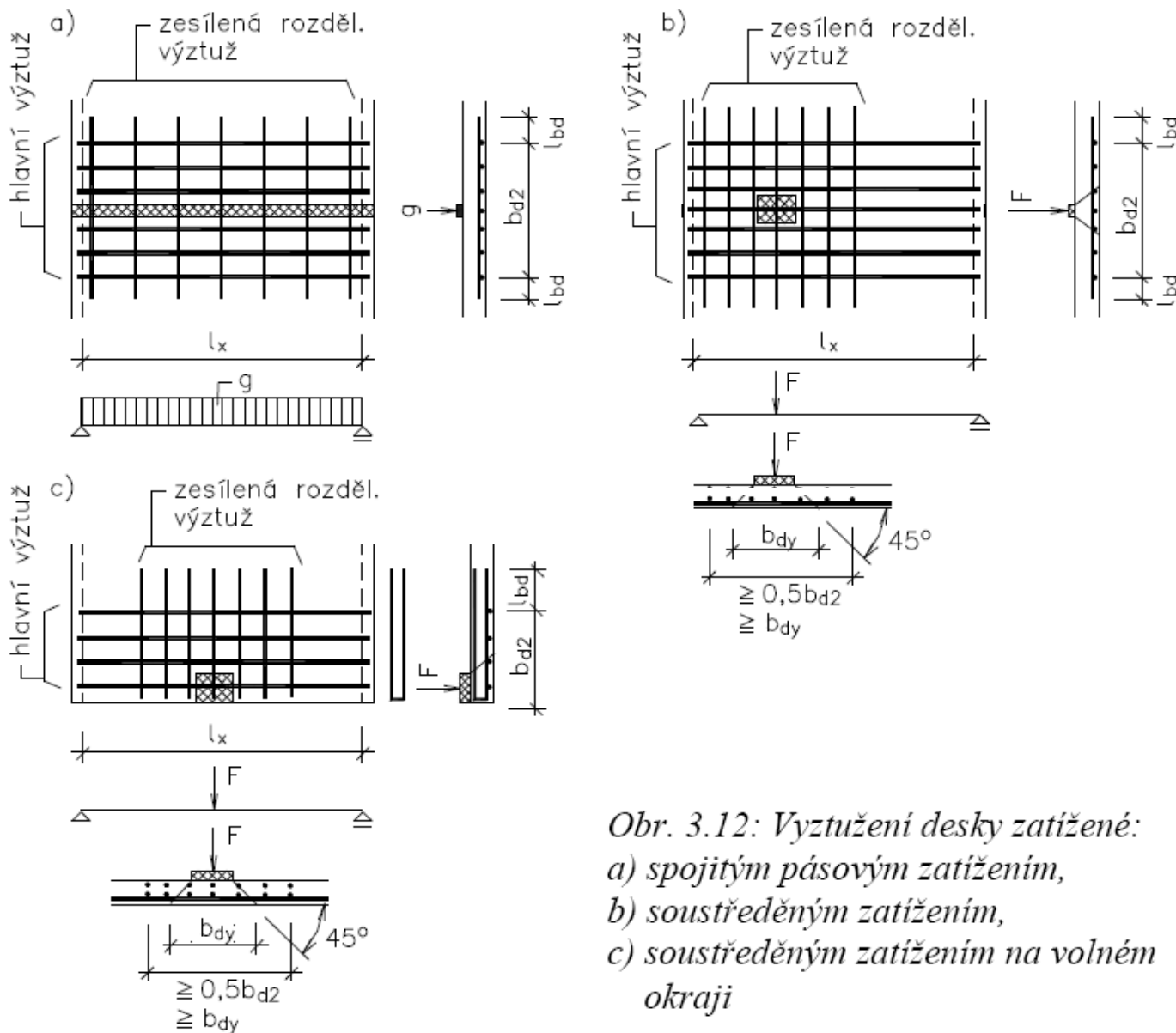
a)



b)



Desky – pásové a soustředěné

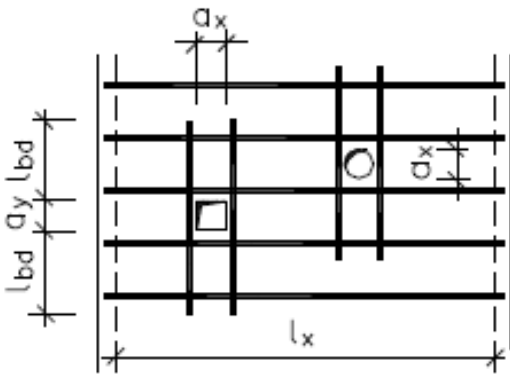


Obr. 3.12: Vyztužení desky zatížené:
 a) spojitém pásovým zatížením,
 b) soustředěným zatížením,
 c) soustředěným zatížením na volném okraji

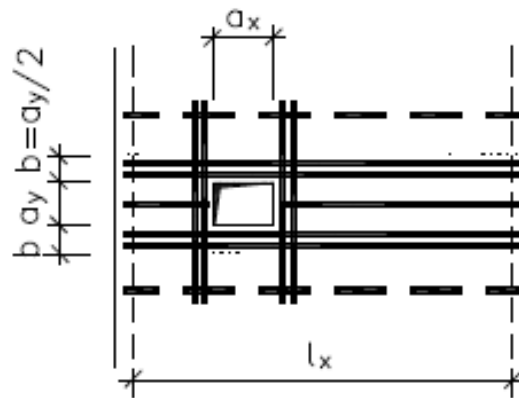
Desky – vyztužování otvorů

- Menší otvory

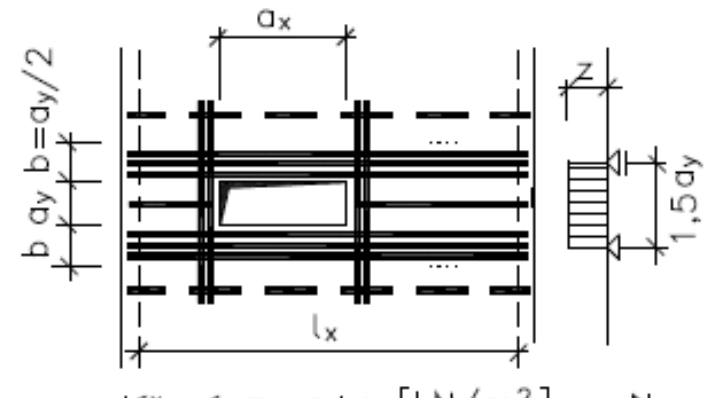
a) $a_x, a_y \leq 1/10 l_x$
 $\cong 200\text{mm}$




b) $a_x, a_y \leq 1/5 l_x$



c) $a_x \geq 1/5 l_x; a_y \leq 1/5 l_x$



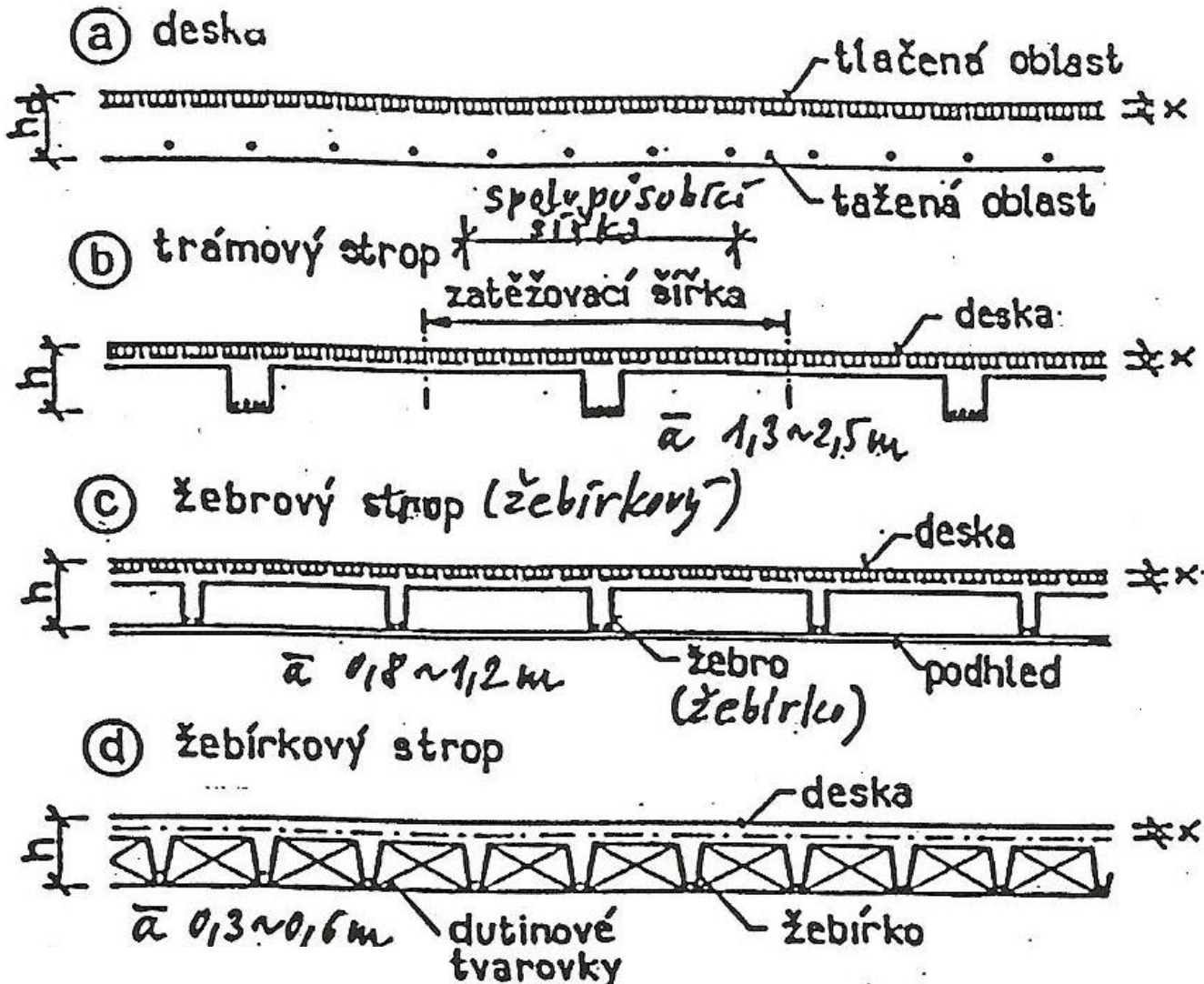
zatížení: $z = g + q$ [kN/m²]

pás šířky b :  $(b + \frac{a_y}{2})z$

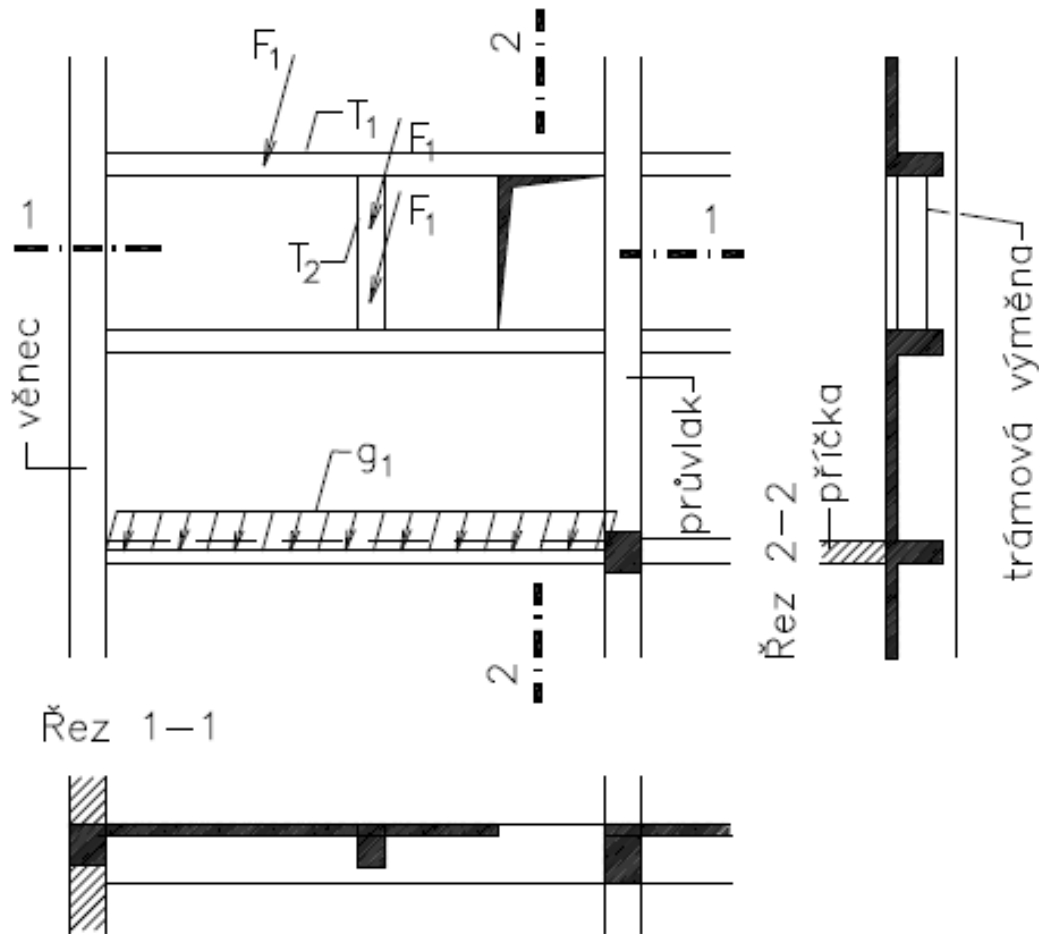
*Schéma hlavní výztuže
desek s menšími otvory*

- Větší otvory – jako desky uložené v obou směrech

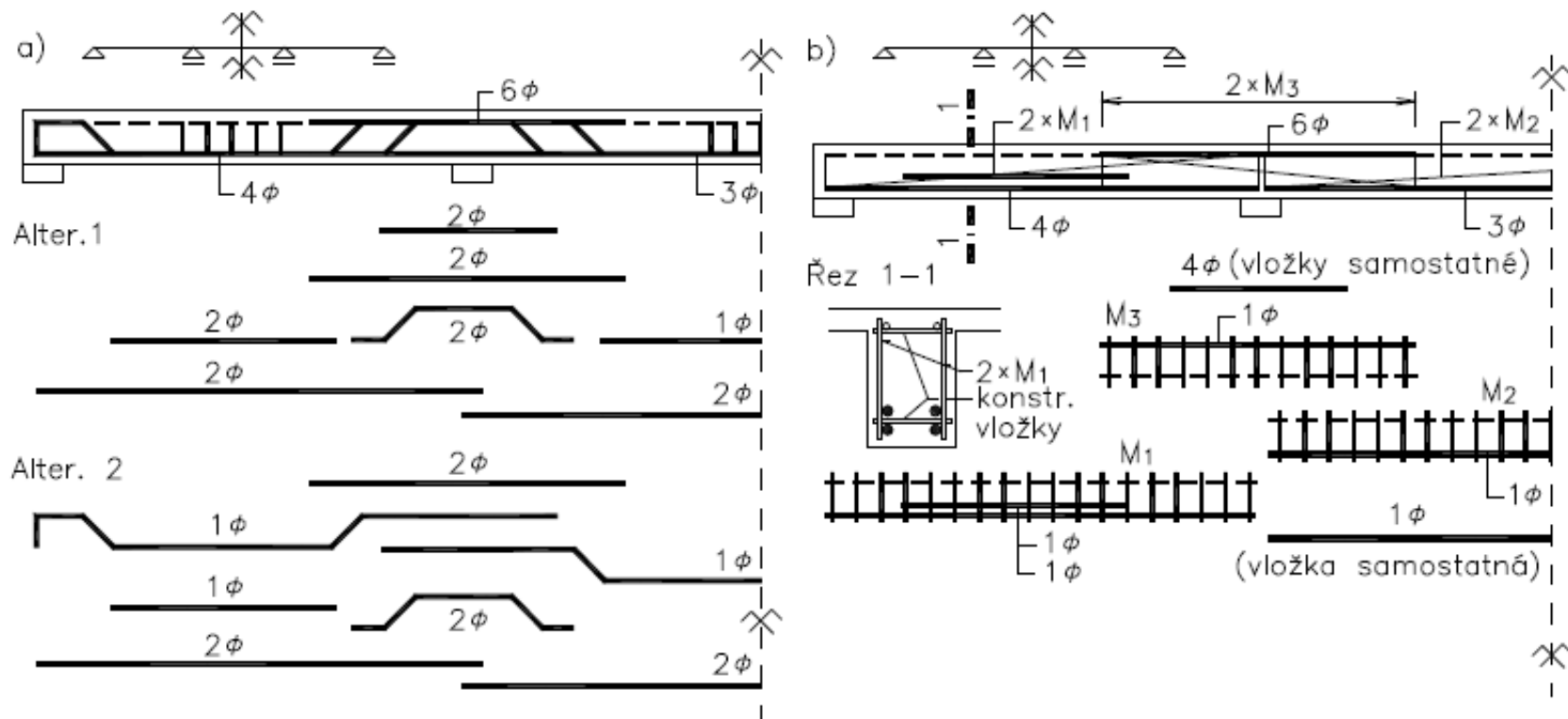
Trámový strop - druhy



Trámový strop



Trámový strop



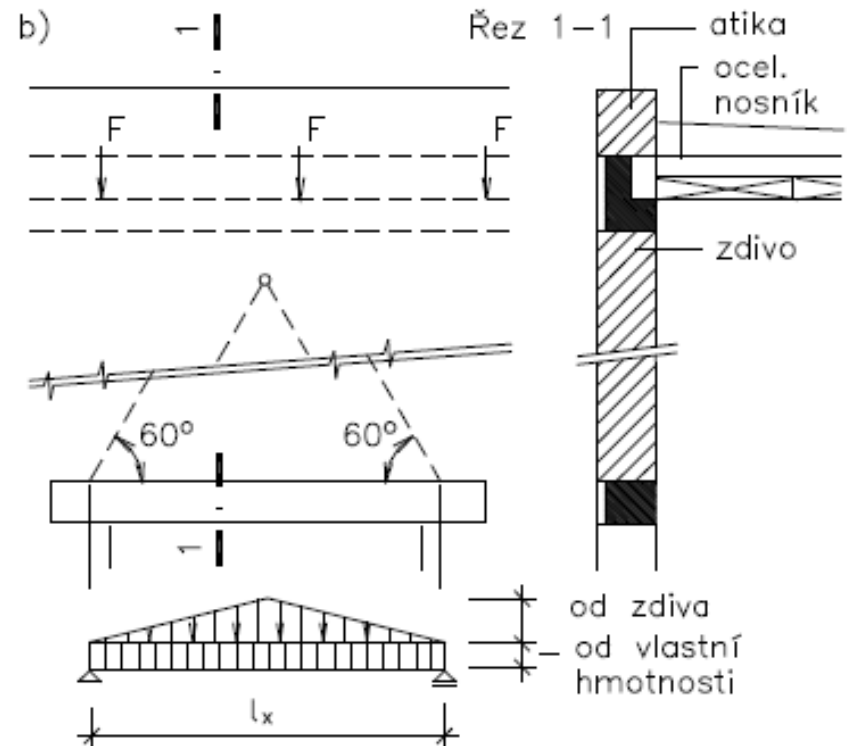
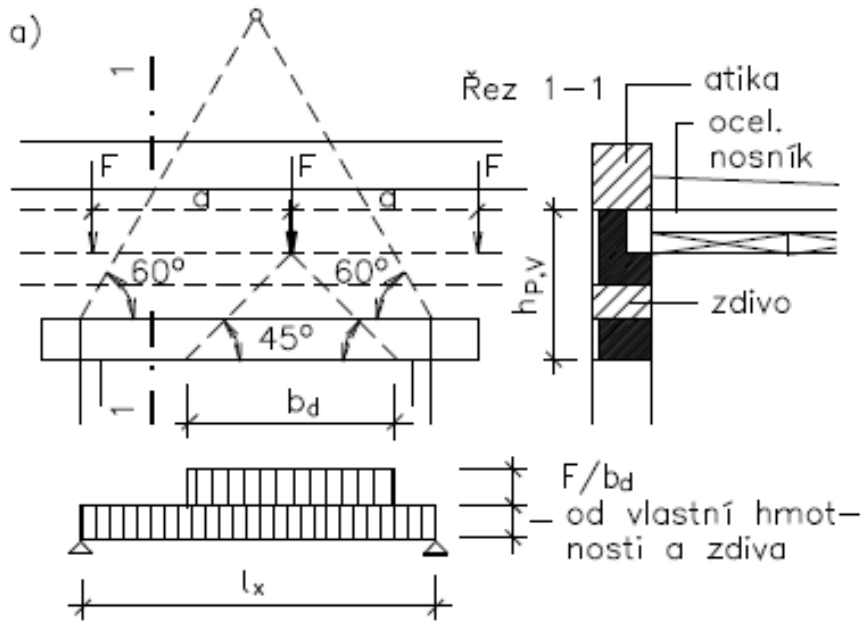
Obr. 3.17: Schéma výztuže trámu vyztuženého: a) vložkami, b) mřížovými

Překlady

- Zatížení předkladů

Bez klenbového účinku

s klenbovým účinkem



Překlady

- Příčné řezy

