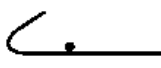
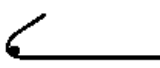
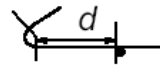
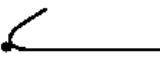


KONSTRUKČNÍ ZÁSADY, kotvení výztuže

Minimální vnitřní průměr zakřivení prutu

Průměr prutu	Minimální průměr pro ohyby, háky a smyčky (pro pruty a dráty)
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	4ϕ
$\phi > 16 \text{ mm}$	7ϕ
<i>Minimální vnitřní průměr zakřivení pro ohýbanou svařovanou výztuž a sítě ohýbané po svařování</i>	
 nebo 	 nebo 
5ϕ	$d \geq 3 \phi: 5 \phi$ $d < 3 \phi$ nebo svary v oblasti zakřivení: 20ϕ

Vnitřní průměr zakřivení výztuže není třeba kontrolovat z hlediska porušení betonu, pokud jsou splněny následující:

- kotvení prutu nevyžaduje od konce ohybu délku větší než 5ϕ ,
- prut není umístěn u okraje prvku (rovinu ohybu není blízko povrchu betonu) a uvnitř ohybu je umístěn příčný prut o průměru $\geq \phi$
- vnitřní průměr zakřivení výztuže je rovný popř. větší než hodnoty doporučené v tabulce

V ostatních případech má být vnitřní průměr zakřivení výztuže $\phi_{m,min}$ zvětšen

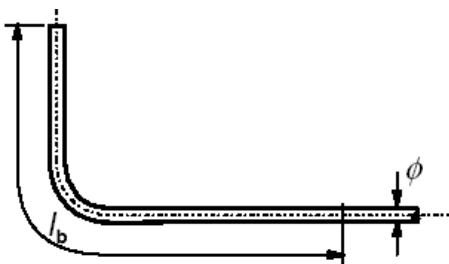
$$\phi_{m,min} \geq \frac{F_{bt} \cdot \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2\phi} \right)}{f_{cd}}$$

F_{bt} tahová síla mezního namáhání prutu na začátku ohybu

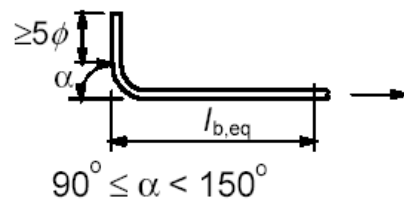
a_b polovina osové vzdálenosti prutů kolmo k rovině ohybu. Pro prut v líci prvku je to tloušťka krycí vrstvy + $\phi/2$.

f_{cd} nemá být uvažována větší než pro beton C55/67

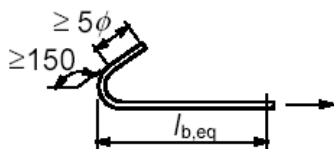
Kotvení podélné výztuže



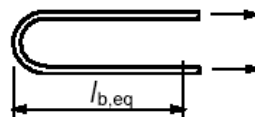
a) Základní kotevní délka l_b – měřeno po střednici



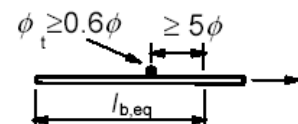
b) Ekvivalentní kotevní délka pro pravoúhlý ohyb



c) Ekvivalentní kotevní délka pro polokruhový hák



d) Ekvivalentní kotevní délka pro smyčku



e) Přivařený příčný prut

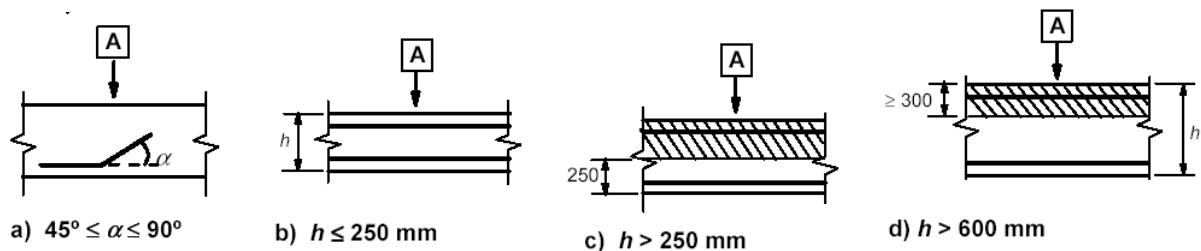
Způsoby kotvení jiné než přímou koncovou úpravou

Uvedené koncové úpravy se nepoužívají u tlačných prutů.

Mezní napětí v soudržnosti

Mezní napětí v soudržnosti (pro žebírkovou výztuž): $f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$

kde $\eta_1 = 1,0$ pro dobré
 $= 0,7$ pro špatné podmínky soudržnosti a při použití posuvného bednění
 $\eta_2 = 1,0$ pro $\phi \leq 32$ mm
 $= \frac{(132 - \phi)}{100}$ pro $\phi > 32$ mm



Definice podmínek soudržnosti: šrafovaní – špatné podmínky, bez šrafovaní – dobré podmínky

Základní kotevní délka

Je délka přímé části prutu potřebná k zachycení síly $A_s \cdot f_{yd}$, za předpokladu, že napětí v soudržnosti podél této délky je konstantní a je rovno f_{bd} .

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

kde σ_{sd} je návrhové napětí v prutu v místě, od kterého se měří kotevní délka

$$\left(\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{\text{potřebná}}{\text{skutečná}} \text{plocha výztuže} \cdot \text{návrhová mez kluzu} \right)$$

Návrhová kotevní délka

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

- α_1 součinitel zohledňující vliv tvaru prut za předpokladu přiměřené tloušťky krytí,
- α_2 vliv tloušťky krycí vrstvy a velikosti mezer mezi jednotlivými pruty výztuže,
- α_3 vliv ohraničení příčnou výztuží,
- α_4 vliv jednoho nebo více přivařených příčných prutů ($\phi > 0,6\phi$) v oblasti návrhové kotevní délky l_{bd} ,
- α_5 vliv příčného tlaku kolmého k rovině trhlin podél návrhové kotevní délky

musí platit $(\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$

Minimální kotevní délka:

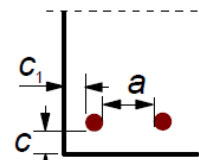
$l_{b,min} > \max. (0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \phi; 100 \text{ mm})$ pro kotvení v tahu

$l_{b,min} > \max. (0,6 \cdot l_{b,rqd}; 10 \phi; 100 \text{ mm})$ pro kotvení v tlaku

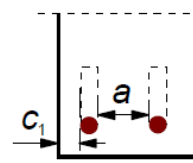
Jako zjednodušenou alternativu lze u některých tvarů kotvení v tahu uvažovat ekvivalentní kotevní délku $l_{b,eq}$.

$l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}$ (pro úpravy b, c, d),

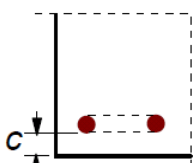
$l_{b,eq} = \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$ (pro úpravu e).



a) přímé pruty
 $c_d = \min(a/2, c_1, c)$



b) pruty s ohyby nebo háky
 $c_d = \min(a/2, c_1)$



c) pruty se smyčkou
 $c_d = c$

Hodnoty c_d pro trámy a desky

Působící vliv	Typ zakončení prutu	Ocelová výztuž	
		V tahu	V tlaku
Tvar prutů	Přímý	$\alpha_1=1,0$	$\alpha_1=1,0$
	Jiná koncová úprava viz obr. (b), (c) a (d)	$\alpha_1=0,7$ když $c_d > 3\phi$ jinak $\alpha_1=1,0$ (viz obr. pro hodnoty c_d)	$\alpha_1=1,0$
Krycí vrstva	Přímý	$\alpha_2=1-0,15(c_d-\phi)/\phi$ $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$	$\alpha_2=1,0$
	Jiná koncová úprava viz obr. (b), (c) a (d)	$\alpha_2=1-0,15(c_d-3\phi)/\phi$ $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$ (viz obr. pro hodnoty c_d)	$\alpha_2=1,0$
Ovinutí příčnou výztuží nepřivařenou k hlavní výztuží	všechny způsoby kotvení	$\alpha_3=1-K\lambda$ $0,7 \leq \alpha_3 \leq 1,0$	$\alpha_3=1,0$
Ovinutí přivařenou příčnou výztuží*	Všechny typy, poloha a rozměr podle obr. (e)	$\alpha_4=0,7$	$\alpha_4=0,7$
Účinek ovinutí příčným tlakem	všechny způsoby kotvení	$\alpha_5=1-0,04p$ $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$	—

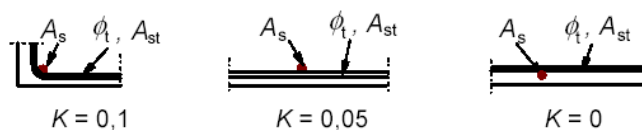
$$\lambda = (\sum A_{st} - \sum A_{st,min}) / A_s$$

$\sum A_{st}$ plocha průřezu příčného prutu v oblasti návrhu kotevní délky l_{bd}

$\sum A_{st,min}$ plocha průřezu nejmenšího příčného prutu = $0,25 \cdot A_s$ pro trámy
= 0 pro desky

A_s plocha průřezu jednoho podélného prutu s největším průměrem

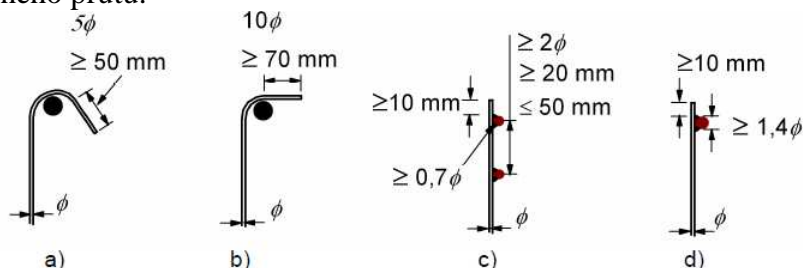
p příčný tlak [MPa] v mezním stavu únosnosti v oblasti l_{bd}



Hodnoty K pro trámy a desky

Kotvení třmíneků a smykové výztuže

Kotvení třmíneků a smykové výztuže je realizováno pomocí ohybů a háků, nebo pomocí přivařeného příčného prutu.



POZNÁMKA U případů c) a d) nemá být krycí vrstva menší než 3ϕ nebo 50 mm.

Kotvení třmíneků

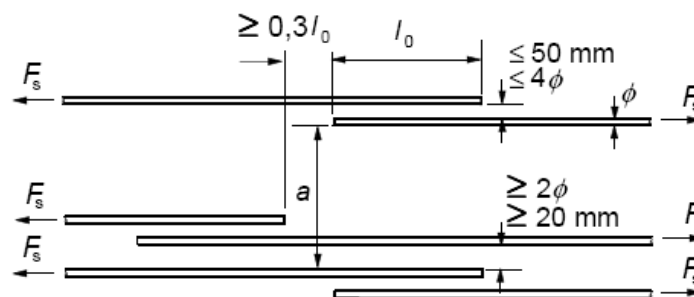
Stykování výztuže přesahem

Přesahy prutů

- mají být navzájem prostřídané a neměly by se umísťovat do velmi namáhaných oblastí,
- v každém řezu by měly být uspořádány symetricky.

Rozmístění přesahů:

- světlá vzdálenost mezi dvěma pruty stykovanými přesahem by neměla být větší než 4ϕ a nebo 50 mm; jinak se přesahová délka zvýší o hodnotu, o kterou světlá vzdálenost překročí povolenou mez,
- podélná vzdálenost mezi začátkem přesahu jednoho prutu a koncem přesahu sousedního prutu nemá být menší než 0,3 násobek přesahové délky l_0 , podélná vzdálenost os přesahů by měla být alespoň $1,3 l_0$,
- v případě přesahů sousedních prutů nemá být světlá příčná vzdálenost mezi nejbližšími pruty menší než 2ϕ , resp. 20 mm



Zásady pro stykování přesahem sousedních prutů

Jestliže jsou všechny tyto zásady dodrženy, je dovoleno stykovat veškerou tahovou výztuž (100%), jestliže leží v jedné vrstvě, jestliže leží ve více vrstvách pak 50%.

Veškerá tlakem namáhaná a příčná (rozdělovací výztuž) smí být stykována v jednom řezu.

Přesahová délka

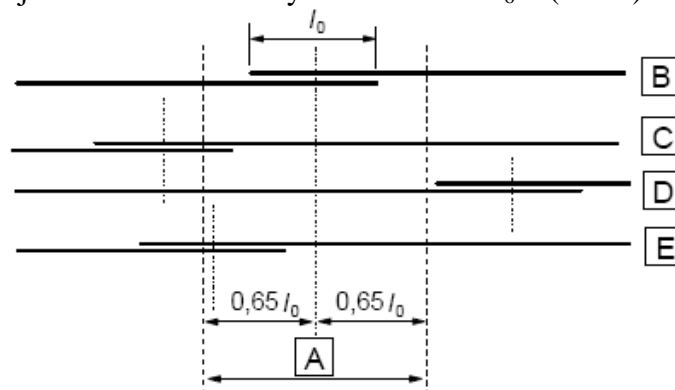
Návrhová přesahová délka: $l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,reqd} \geq l_{0,min}$

Minimální přesahová délka: $l_{0,min} > \max\{0,3 \alpha_6 l_{b,reqd}; 15\phi; 200 \text{ mm}\}$.

- pro α_3 je $\sum A_{st,min} = 1,0 A_s$; ve vzorci se uplatní $A_{s,reg}/A_{s,prov}$, pokud nebylo použito u kotevni délky,

- $\alpha_6 = (\rho_1/25)^{0,5} \leq 1,5$; ρ_1 je procento stykované výztuže v oblasti **A** (rozhodují osy styků)

Příklad– pruty II a III jsou mimo uvažovaný úsek $\rho_1 = 50\%$ a $\alpha_6 = (50/25)^{0,5} = 1,4$



Procento stykovaných prutů v jednom řezu

Příčná výztuž v oblasti stykování přesahem

Příčná výztuž pro pruty namáhané tahem

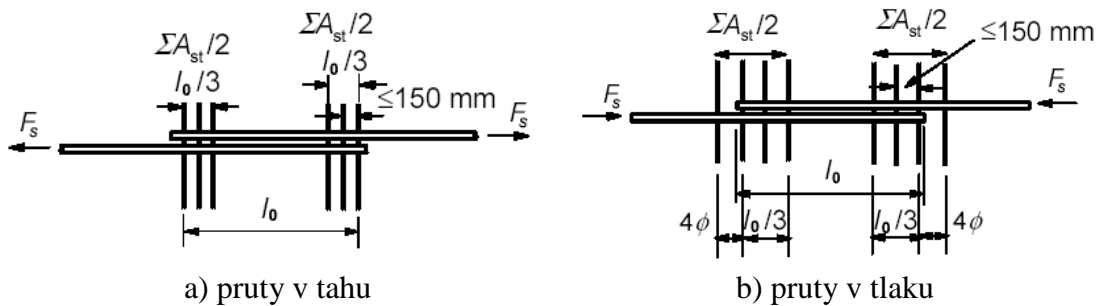
Je-li průměr stykované výztuže menší než 20 mm a nebo podíl stykované výztuže v kterémkoli řezu menší než 25%, potom každou příčnou výztuž nebo třmínek, navrhnutý z jiných důvodů, lze považovat za postačující na přenesení příčných tahových sil bez dalšího ověření.

Jeli průměr stykované výztuže větší anebo roven 20 mm, příčná výztuž by měla mít celkovou průřezovou plochu $A_{st} \geq 1,0 A_s$ průřezové plochy jednoho stykovaného prutu. Měla by být kolmá na stykovanou výztuž a umístěná mezi ní a povrchem betonu.

Je-li v jednom příčném řezu víc než 50% prutů stykovaných přesahem a světlá vzdálenost v příčném směru mezi stykovanými pruty menší než 10ϕ , příčnou výztuž by měly tvořit třmínky nebo pruty tvaru U. Na konci stykovaných prutů by měla být zhuštěná.

Příčná výztuž pro trvale tlačené pruty

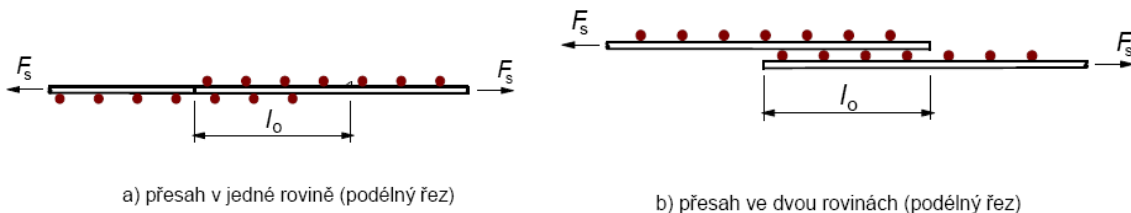
Oproti zásadám pro tažené pruty, se při stykování prutů tlačných umístí jedem říčný prut za oblast styku, maximálně do vzdálenosti 4ϕ za konec délky přesahu.



Příčná výztuž při stykování přesahem

Přesah rozdělovací výztuže a sítí

$\phi \leq 6$	≥ 150 ; nejméně 1 oko sítě v rozsahu délky přesahu
$6 < \phi \leq 8,5$	≥ 250 ; nejméně 2 oka sítě
$8,5 < \phi \leq 12$	≥ 350 ; nejméně 2 oka sítě



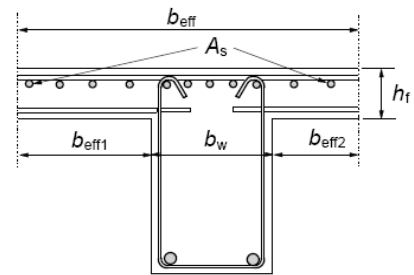
a) přesah v jedné rovině (podélný řez)

b) přesah ve dvou rovinách (podélný řez)

Další konstrukční uspořádání

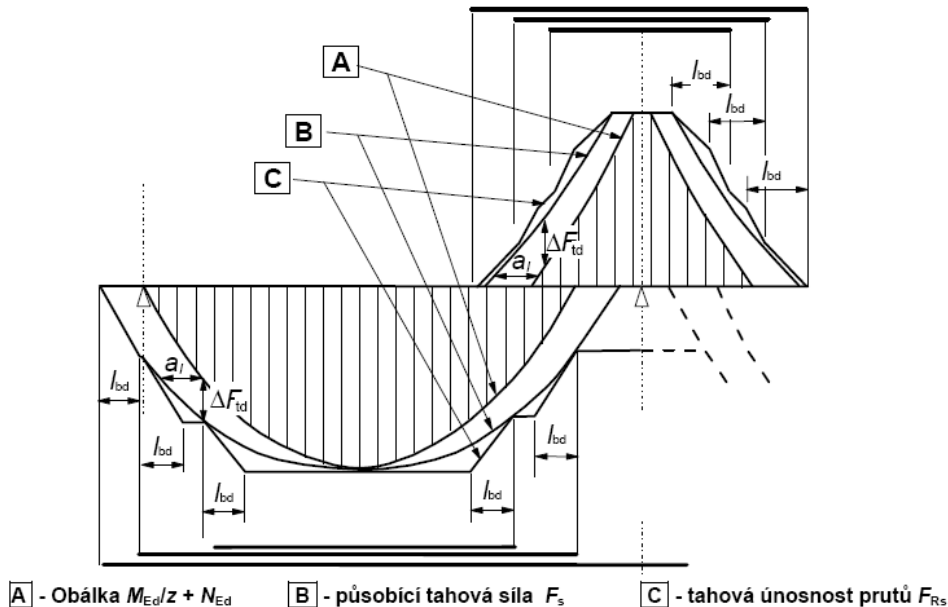
U monolitických konstrukcí, je-li v návrhu předpokládáno prosté podepření, má být průřez v podpoře navržen na ohybový moment pro částečné vetknutí, tj. nejméně na β_1 násobek maximálního momentu v poli. Doporučená hodnota β_1 je 0,15.

U vnitřních podpor spojitého trámu celková plocha tažené výztuže A_s nemá být koncentrována pouze na šířku žebra (trámu), ale má se rozložit do celé efektivní šířky desky šířky desky:



$$b_{\text{eff}} = b_{\text{eff1}} + b_w + b_{\text{eff2}}$$

Zkracování podélných nosných výztuží – rozdělení materiálů



V každém místě nosníku musí být navržena taková délka podélné výztuže, aby obálka vzdorujících tahových sil F_{Rs} (C) byla na vnější straně obálky působících tahových sil F_R (B).

Ta se získá posunem obálky tahových sil $\frac{V_{Ed} \cdot a_1}{z} + N_{Ed}$ o hodnotu a_1 ve směru osy prvku,

resp. posunem o hodnotu ΔF_{td} ve svislém směru. U prvků bez smykové výztuže $a_1 = d$. U prvků se smykovou výztuží se jeho hodnota uvažuje podle vztahu $a_1 = \frac{1}{2} z (\cot \theta - \cot \alpha)$

kde z – se zpravidla uvažuje jako $0,9d$,

θ - je úhel mezi tlačnou diagonálou a střednicí nosníku,

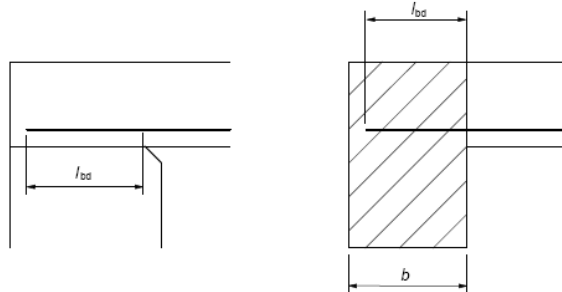
α - je úhel, který svírá smyková výztuž se střednicí prvku.

Pokud se při vyztužování prvku smykovou výztuží použijí ohyby, mají být od začátku šikmého úseku zakotvené na délku $1,3 l_{bd}$ (v případě kotvení v tahové oblasti), resp na délku $0,7 l_{bd}$ (při kotvení v tlačené oblasti).

Kotvení spodní výztuže v krajní podpoře

Za líc krajní podpory prostě podepřené nebo jen částečně vetknuté má být zavedeno alespoň 25% průřezové plochy z pole (doporučená hodnota). Tahová síla, kterou je potřeba zakotvit za líc na délku l_{bd} je:

$$F_E = V_{Ed} \frac{a_1}{z} + N_{Ed}, \text{ kde } N_{Ed} \text{ je osová síla, tahová má znaménko +}$$



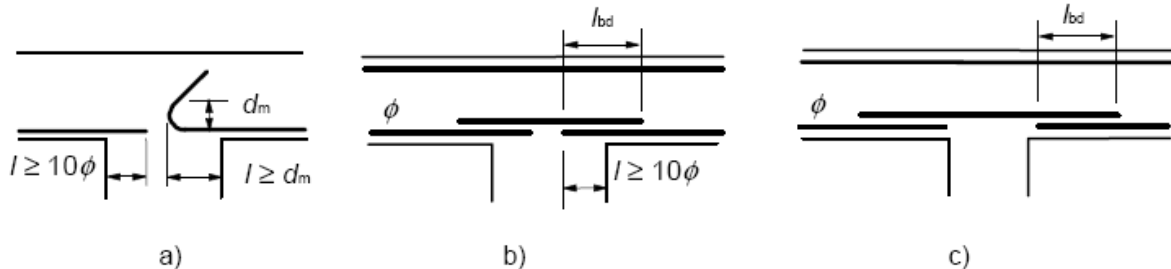
a) přímé uložení: Nosník podepřený stěnou nebo sloupem

b) nepřímé uložení: Nosník uložený do jiného podporujícího nosníku

Kotvení spodní výztuže ve vnitřní podpoře

Procento plochy, která musí být zavedena za líc podpory je stejné jako u krajní. Za líc vnitřní podpory musí být tato výztuž zakotvena u přímého prutu nejméně 10ϕ , u koncové úpravy háky nebo ohyby ne délku nejméně rovnu minimálnímu průměru zakřivení pro $\phi \geq 16$ mm a pro $\phi < 16$ mm na dvojnásobek tohoto průměru (a).

Pro případ vzniku kladného momentu v podpoře (pokles podpory, ...) by měla být použita průběžná výztuž, případně stykovaní výztuže přesahem (b, c).



a)

b)

c)