

ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ

Vzpěry, táhla i uzly musejí být navrženy tak, aby napětí od účinků návrhového zatížení nepřekročilo příslušná pevnostní kritéria a aby byly splněny příslušné konstrukční požadavky.

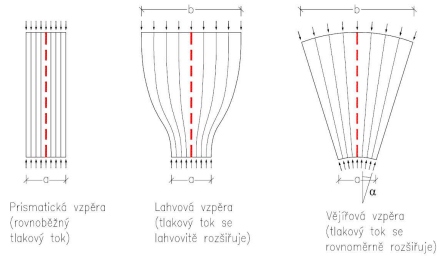
Obecně lze zapsat podmínky spolehlivosti v mezních stavech únosnosti: $E_d \leq R_d$ kde E_d je návrhová hodnota účinku zatížení uvažovaného v MSÚ R_d je návrhová únosnost

Předpoklady pro únosnost vzpěr a táhel modelů náhradní příhradoviny

- Síly ve vzpěrách a táhlech jsou jen jednoosé.
- V táhlech je dosaženo meze kluzu výztuže před vyčerpáním pevnosti betonových vzpěr.
- Tahové síly v betonu jsou zanedbány.
- Ve všech styčnicích musí být zajištěna rovnováha.
- K redistribuci vnitřních sil a aktivaci táhel dochází po vzniku trhlin v betonu.

VZPĚRY

Únosnost vzpěry je odvozována z hodnoty jednoosé pevnosti v tlaku f_{cd} , jejíž hodnota je upravena v závislosti na typu vzpěry, příčném napětí a výskytu trhlin. Při posouzení se napětí ve vzpěře předpokládá po celém průřezu konstantní.



Obr. 1 – Typy vzpěr

Rozměry vzpěry by měli být takové, aby nebyla překročena návrhová pevnost betonu $\sigma_{Rd,max}$.

- **Návrhová pevnost pro betonové tlačené pruty v oblasti s příčným tlakovým napětím nebo bez příčného napětí:**

$$\sigma_{Rd,max} = v_2 f_{cd}$$

- vzpěry neporušené trhlinami s rovnoměrným poměrným přetvořením - $v_2 = 1,0$
- v oblastech s víceosým tlakem - $v_2 =$ až 3,0

- **Návrhová pevnost pro betonové tlačené pruty v tlakových oblastech s příčným tahem a trhlinami:**

$$\sigma_{Rd,max} = v v_2 f_{cd}, \text{ kde } v = 1 - f_{ck}/250 \text{ (} f_{ck} \text{ v MPa)}$$

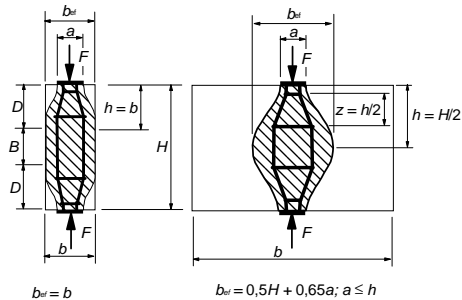
- vzpěry s trhlinami rovnoběžnými s osou vzpěry a řádně zakotvenou příčnou výztuží $v_2 = 0,8$
- vzpěry přenášející tlakové napětí přes trhliny s normální šířkou (např. stojiny nosníků) - $v_2 = 0,6$
- vzpěry přenášející tlakové napětí přes trhliny s velkou šířkou (např. prvky s osovým tahem nebo v tažených přírubách) $v_2 = 0,45$

V tlačných prutech nemusí být ověřována návrhová napětí, pokud napětí v uzlových bodech vyhovují návrhovým napětím a pokud je vzpěra patřičně vyztužena ortogonální výztuží proti příčným tahům.

V důsledku zakřivení tlakových trajektorií vznikají v betonové vzpěře příčná tahová napětí. Požadovaná výztuž, která má odolávat příčným tahovým silám, může být rozptýlena po délce tlačného prvku. Pokud výztuž v oblasti styčnicku přesahuje přes uvažovanou délku prvku, má být výztuž rozmístěna na délce, kde jsou tlakové trajektorie zakřiveny (táhla a vzpěry). Tahovou sílu T lze stanovit:

$$a) \text{ pro částečně nespojitě oblasti (} b \leq H/2 \text{ a } b_{eff} = b), T = \frac{1}{4} \frac{b-a}{b} F$$

$$b) \text{ pro zcela nespojitě oblasti (} b > H/2), T = \frac{1}{4} \left(1 - 0,7 \frac{a}{h} \right) F$$



a) částečná nespojitost b) úplná nespojitost

Obr. 2 - Parametry pro určení příčných tahových sil v tlakovém poli s rozptýlenou výztuží

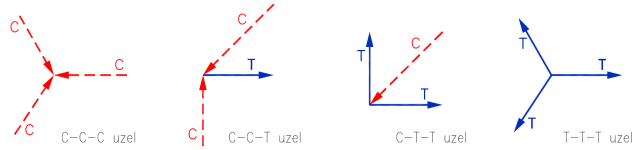
TÁHLA

Táhlo v modelu náhradní příhradoviny představuje výztuž. Pro únosnost táhla platí obecně pravidla o množství a uspořádání tahové výztuže. Návrhové napětí na mezi únosnosti táhel vychází z meze kluzu betonářské výztuže. Výztuž musí být odpovídajícím způsobem zakotvená ve styčnicích.

Táhla představují výztužné pruty, jejich celková šířka se obvykle zvětšuje o dvojnásobek krycí vrstvy nebo o polovinu vzdálenosti mezi další výztuží. Při sestavování výpočetního příhradového modelu se uvažuje táhlo ve výsledné střednici skupiny výztužných prutů.

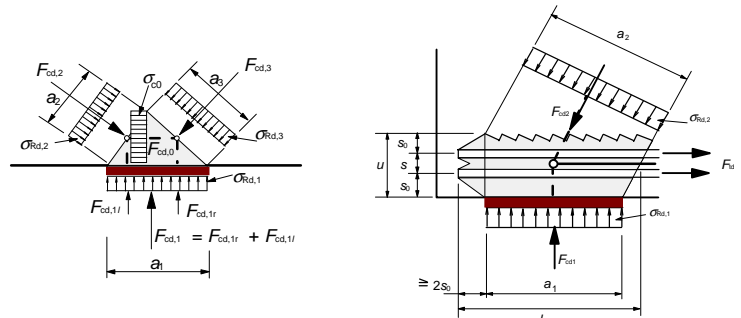
STYČNÍKY

Soustředěné styčníky mohou vznikat např. v místě působení soustředěných zatížení, v podporách, v kotevních oblastech s koncentrovanou nebo předpínací výztuží, v ohybech výztužných prutů a ve spojích a rozích tlačných a tažených prvků. Podle sil směřujících do styčnicku rozeznáváme 3, (resp.4) druhy styčnicků – CCC, CCT, CTT, (TTT).



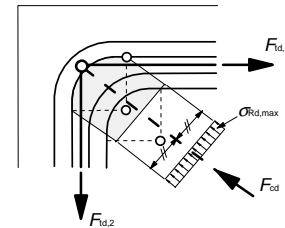
Obr. 3 – Typy uzlů

V uzlu je opět nutno prokázat, že návrhová pevnost betonu v uzlu $\sigma_{Rd,max}$ nepřestoupí stanovenou hodnotu, která je odvozena z hodnoty jednoosé pevnosti v tlaku f_{cd} a její hodnota snížena nebo zvýšena podle uspořádání vzpěr a táhel v uzlu.



Obr. 4 - Styčník s tlakovými silami bez táhel

Obr. 5 - Styčník s tlakovými i tahovými silami a výztuží v jednom směru



Obr. 6 - Styčník s tlakovými i tahovými silami a výztuží ve dvou směrech

Návrhové hodnoty tlakových napětí ve styčnicích:

- **Styčníky s tlakovými silami, ve kterých nejsou kotvena táhla:**

$$\sigma_{Rd,max} = k_1 v f_{cd}, \text{ kde } v = 1 - f_{ck}/250 \text{ (} f_{ck} \text{ v MPa) a } k_1 = 1,0$$

Rovinné styčníky s tlakovými silami spojující tři tlačené pruty lze ověřovat podle obr. 4. Obvykle lze předpokládat, že: $F_{cd,1}/a_1 = F_{cd,2}/a_2 = F_{cd,3}/a_3$, což znamená, že $\sigma_{cd,1} = \sigma_{cd,2} = \sigma_{cd,3} = \sigma_{cd,0}$. U styčnicku namáhaného víceosým tlakem se tedy předpokládá stejné napětí na všech styčných plochách tlačných betonových prutů. Oblast styčnicku se nazývá hydrostatická uzlová – styčnicková zóna.

- **Styčníky s tlakovými i tahovými silami s táhly kotvenými v jednom směru**

$$\sigma_{Rd,max} = k_2 v f_{cd}, \text{ kde } v = 1 - f_{ck}/250 \text{ (} f_{ck} \text{ v MPa) a } k_2 = 0,85$$

Kotvení výztuže ve styčnicích s tlakovými a tahovými silami začíná na hranici rozšířené uzlové oblasti, např. v případě podpory začíná kotvení na vnitřním líci. Kotevní délka má zasahovat přes celou délku styčnicku. V určitých případech se může výztuž zakotvit až za styčnickem. Pro kotvení a ohybání výztuže platí pravidla uvedená v normě.

- **Styčníky s tlakovými i tahovými silami s kotvenými táhly ve více směrech**

$$\sigma_{Rd,max} = k_3 v f_{cd}, \text{ kde } v = 1 - f_{ck}/250 \text{ (} f_{ck} \text{ v MPa) a } k_3 = 0,75$$

Pokud je známé rozdělení zatížení do všech tří směrů tlačných prutů, návrhová pevnost pro trojose tlačené styčníky je definována vztahem:

$$\sigma_{Rd,max} = k_4 v f_{cd}, \text{ kde } v = 1 - f_{ck}/250 \text{ (} f_{ck} \text{ v MPa) a } k_4 = 3,0$$

Styčníky v ohybech výztuže mohou být vyšetřovány podle obr. 6.

Minimální průměr ohybu prutu musí být takový, aby se vyloučily ohybové trhliny v prutu a nedošlo k porušení betonu uvnitř ohybu prutu.

Nejmenší průměr trnu $\varnothing_{m,min} = 4\varnothing$ pro průměr trnu $\varnothing \leq 16 \text{ mm}$

Nejmenší průměr trnu $\varnothing_{m,min} = 7\varnothing$ pro průměr trnu $\varnothing > 16 \text{ mm}$

Průměr trnu není třeba kontrolovat z hlediska porušení betonu, pokud jsou splněny následující podmínky:

- kotvení prutu nevyžaduje od konce ohybu délku větší než $5\varnothing$
- prut není umístěn u okraje prvku (rovina ohybu není blízko povrchu betonu) a uvnitř ohybu je umístěn příčný prut o průměru $\geq \varnothing$ prutu
- průměr trnu je rovný popř. větší než hodnoty doporučené v tabulce

V ostatních případech má být průměr trnu $\varnothing_{m,min}$ zvětšen podle vztahu

$$\varnothing_{m,min} \geq F_{bt} \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2\varnothing} \right) / f_{cd}$$

kde F_{bt} je tahová síla na začátku ohybu při mezním zatížení prutu

pro uvažovaný prut je to polovina osové vzdálenosti mezi pruty kolmo na rovinu ohybu. Pro prut nebo skupinu prutů přilehlých k povrchu betonu prut má být za a_b uvažována tloušťka krycí vrstvy zvětšená o $\varnothing/2$.