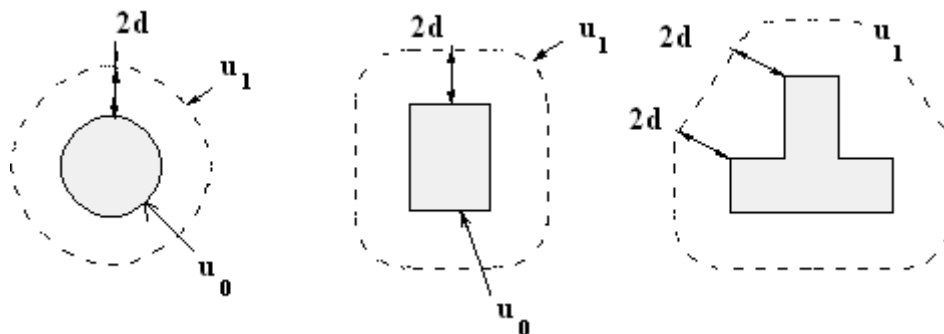


Protlačení

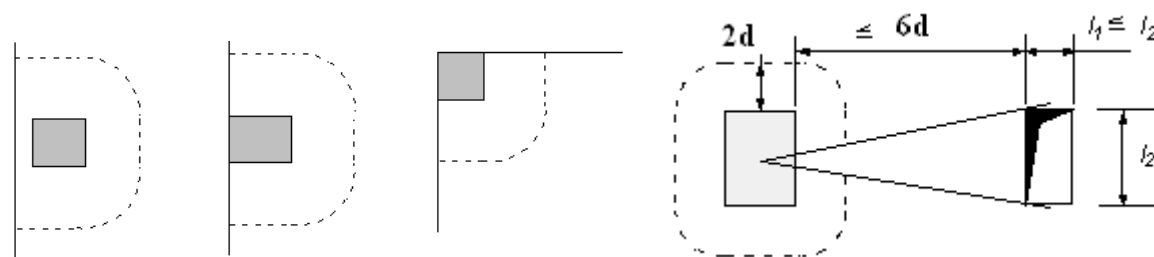
je smykové porušení desky pod lokálně působící silou nebo v místě bodového podepření desky. Protlačení může tedy nastat u lokálně podepřených desek nebo u základových desek či patek, které mají roznášet síly ze sloupů do podzákladí.

Ověření protlačení dle ČSN EN 1992-1-1

Protlačení se posuzuje v kontrolovaných obvodech (průřezech).



Obr.1: Základní kontrovaný obvod u_1 a kontrovaný obvod u_0 v líci sloupu



Obr.2: Základní kontrovaný obvod u_1 pro sloupy při okrajích desky a v blízkosti otvoru

V kontrolovaném průřezu jsou definována následující návrhová smyková napětí (MPa):

$v_{Rd,max}$ návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku při protlačení v uvažovaném kontrolovaném průřezu;

$v_{Rd,c}$ je návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže na protlačení v uvažovaném kontrolovaném průřezu;

$v_{Rd,cs}$ návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení desky se smykovou výztuží na protlačení v uvažovaném kontrolovaném průřezu;

- která se porovnávají s hodnotou maximálního smykového napětí v kontrolovaném průřezu v_{Ed} .

Podmínky spolehlivosti:

- $v_{Ed} < v_{Rd,max}$ Tato podmínka musí být splněna - na obvodu sloupu, nebo na obvodu zatěžované plochy, nesmí být překročena maximální únosnost ve smyku při protlačení.
- $v_{Ed} < v_{Rd,c}$ - smykové vyztužení na protlačení není nutné
- $v_{Ed} \geq v_{Rd,c}$ - je třeba navrhnout výztuž a nalézt další obvod $u_{out,ef}$, kde již není smyková výztuž nutná.

Maximální únosnost ve smyku při protlačení:

- kontrolovaný obvod: u_0 nebo u_1

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \quad , \text{ kde } v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) \quad (f_{ck} \text{ v MPa})$$

Únosnost ve smyku při protlačení desek a základů sloupů bez smykové výztuže

- posuzuje se v základním kontrolovaném obvodu u_1

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp})$$

kde $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$

f_{ck} je v MPa;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad d \text{ je v mm};$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0,02;$$

ρ_{ly} , ρ_{lz} stupeň vyztužení podélnou ohybovou výztuží v obou směrech;

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cy} + \sigma_{cz})/2;$$

σ_{cy} ; σ_{cz} jsou normálová napětí betonu v kritickém průřezu ve směru os y a z (MPa, tlak > 0);

$$\sigma_{c,y} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}; \quad \sigma_{c,z} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}};$$

$N_{Ed,y}$, $N_{Ed,z}$ normálové síly v celé šířce pole desky pro střední sloupy a normálové síly působící v kontrolovaném průřezu pro okrajové sloupy. Síla může být vyvolána zatížením nebo předpětím;

A_c plocha betonového průřezu podle definice pro N_{Ed} .

Únosnost ve smyku při protlačení desek a základů sloupů se smykovou výztuží

$$V_{Rd,cs} = 0,75 V_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

kde A_{sw} je plocha smykové výztuže na jednom obvodu okolo sloupu [mm^2];

s_r radiální vzdálenost obvodů smykové výztuže [mm^2];

$f_{ywd,ef}$ účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení podle vztahu

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25 d \leq f_{ywd} \text{ [MPa];}$$

d průměrná účinná výška v ortogonálních směrech [mm];

α úhel, který svírá smyková výztuž s rovinou desky.

Maximální smykové napětí

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

kde d je střední účinná výška desky, kterou lze uvažovat hodnotou $(d_y + d_z)/2$;

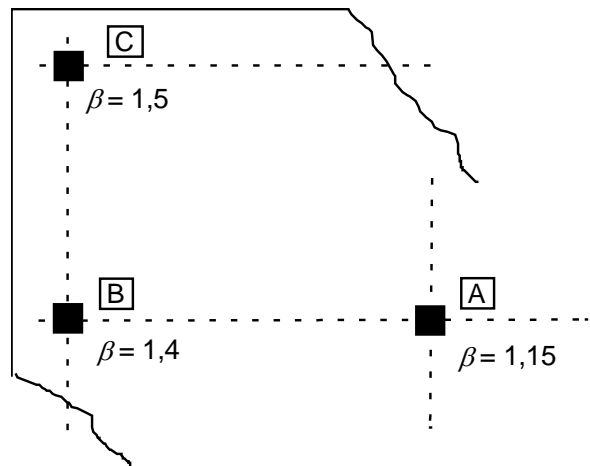
d_y , d_z účinná výška kontrolovaného průřezu ve směru y a z;

u_i délka uvažovaného kontrolovaného obvodu (u_0 resp. u_1);

β součinitel, který má postihnout excentricitu zatížení

Pro konstrukce, u kterých příčná stabilita objektu nezávisí na rámovém působení mezi deskami a sloupy, a pokud se rozpětí sousedních polí neliší více než o 25%, lze užít přibližné hodnoty součinitelů β .

pro vnitřní sloup $\beta = 1,15$
 pro okrajový sloup $\beta = 1,4$
 pro rohový sloup $\beta = 1,5$



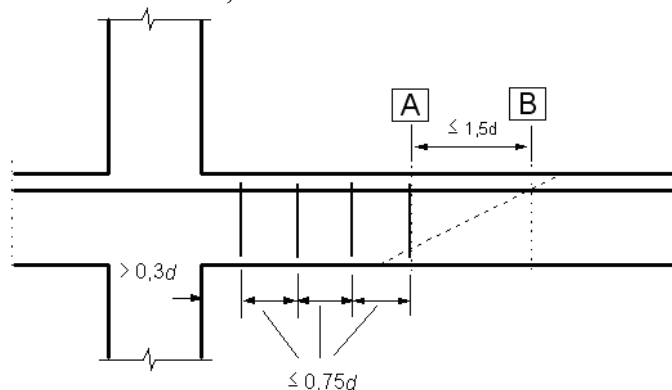
Obr. 3 Součinitele β

Výztuž na protlačení

se má umístit mezi zatěžovanou plochu sloupu a vzdálenost $1,5d$ uvnitř kontrolovaného obvodu, za níž se již nevyžaduje smyková výztuž (v obr. označen [B]).

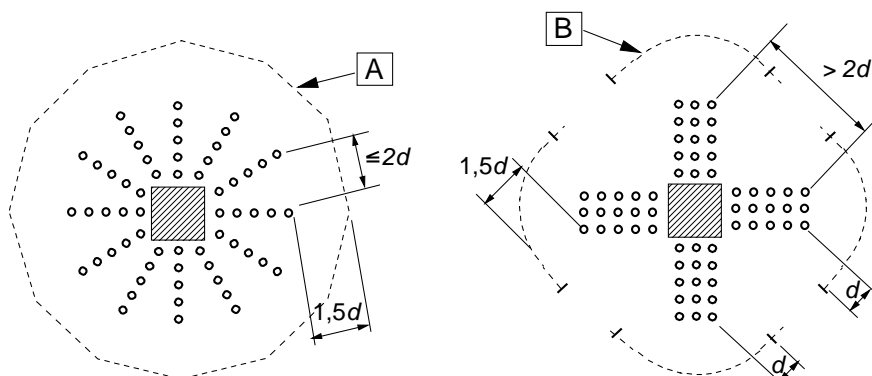
- **třmínkové řady**

- nejméně dva obvody spon (viz obrázek). Osová vzdálenost řad nemá překročit hodnotu $0,75d$.



Obr. 4 Konstrukční zásady pro třmínkové řady

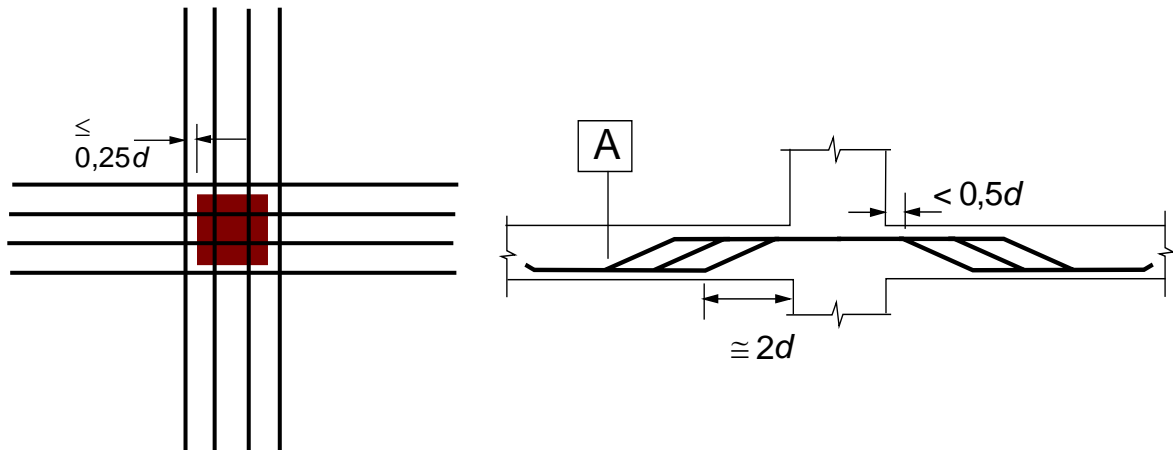
Osová vzdálenost **spon** po jejich obvodě nemá překročit hodnotu $1,5d$ u prvního kontrolovaného obvodu ($2d$ od zatěžované plochy) a nemá překročit hodnotu $2d$ vně prvního kontrolovaného obvodu, pokud se předpokládá, že tato část obvodu přispívá ke smykové únosnosti



Obr. 5 Konstrukční zásady pro smykovou výztuž

- **ohyby**

Smykové kozlíky procházející zatěžovanou plochou, nebo ve vzdálenosti nepřekračující hodnotu $0,25d$ od této plochy lze užit jako smykovou výztuž na protlačení. Pro smykové kozlíky uspořádané podle obrázku 6 lze považovat za dostatečný jeden obvod ohybů.



Obr. 6 Smykové kozlíky (ohyby)

Vzdálenost mezi lícem sloupu, nebo obvodem zatěžované plochy, a nejbližší smykovou výztuží uvažovanou při návrhu nemá překročit hodnotu $d/2$. Tato vzdálenost se má měřit v úrovni tahové výztuže. Pokud je navržena pouze jedna řada kozlíků, lze úhel sklonu ohybů zmenšit na 30° .

Minimální plocha smykové výztuže

Pokud je požadována smyková vyztuž, plocha větve spojky (nebo ekvivalentu) $A_{sw,min}$ je dána vztahem

$$A_{w,min} \cdot (1,5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) / (s_r \cdot s_t) \geq 0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$$

kde α je úhel, který svírá smyková výztuž s nosnou výztuží (tj. pro svislé třmínky $\alpha = 90^\circ$ a $\sin \alpha = 1$);

s_r osová vzdálenost spon ve směru radiálním;

s_t osová vzdálenost spon ve směru tangenciálním;

f_{ck}, f_{yk} v MPa.