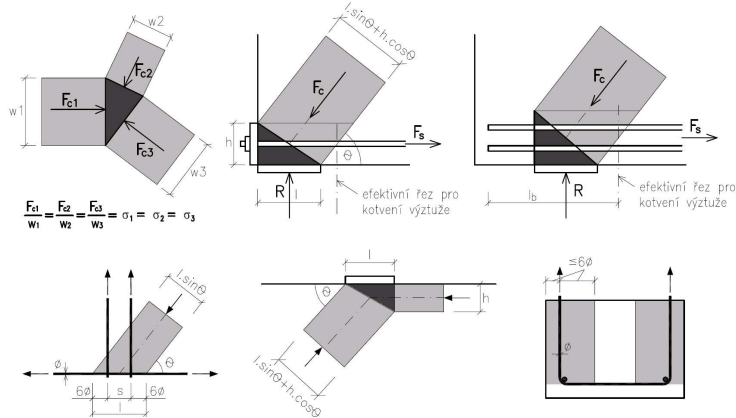


KONSTRUKČNÍ ZÁSADY PŘI TVORBĚ PŘÍHRADOVÝCH MODELŮ

Geometrie styčnicků

Při určování geometrie uzlových oblastí a posuzování rovnováhy v uzlu vycházíme z těchto předpokladů:

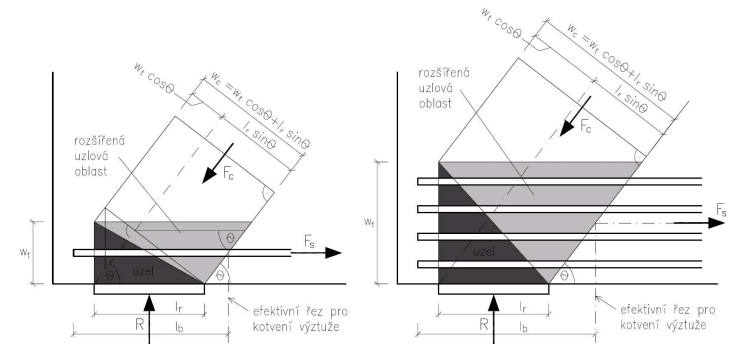
- geometrie styčnicků vychází ze směru a polohy vzpěr a táhel
- velikosti podpor / oblastí vnášení vnějších zatížení
- polohy, rozmístění a množství tahové výztuže a rozměrů kotev



Obr. 1 - Určování geometrie styčnicků

Vzpěry a táhla by měly být navrhovány tak, že koncová napětí v uzlech jsou hydrostatická, tj. že napětí na všech stranách uzlu by měla být stejná. Tato podmínka rovnováhy hranových napětí mnohdy komplikuje návrh uzlových oblastí a někdy není rovnováha napětí dosažena.

Při výpočtech jsou vzpěry obvykle idealizovány jako hranolové tlačené prvky. Pokud se liší návrhové napětí na koncích vzpěr, z důvodu rozdílného návrhového napětí v uzlech nebo z důvodu rozdílné šířky podpor a ploch vnášení zatížení, mají být vzpěry idealizovány jako rovnoměrně se rozšiřující (vějřívové) vzpěry.



Obr. 2 – Velikost uzlů – vztahy mezi rozměry podpor, množstvím a polohou výztuže

Z obr. 2 je patrný vztah mezi šířkou vzpěr, táhel a podpor: $w_c = l \cdot \sin\theta + h \cdot \cos\theta$. Pro posouzení napětí ve vzpěrách (resp. na tlačené ploše v uzlové oblasti) se vždy uvažuje nejvyšší šířka vzpěry kolmá na její osu.

Táhla a uzlové oblasti – kotvení výztuže

Při posuzování uzlových oblastí musíme vždy posoudit, zda je výztuž v uzlu dostatečně zakotvena. Pro rozhraní účinné kotvení oblasti lze uvažovat hranici mezi rozšířenou uzlovou oblastí a táhlem. (Rozšířená uzlová oblast je tlačená oblast závislejší na velikosti podpory a sklonu a velikosti vzpěry. Tlakové napětí zde zprostředkovává přenos sil ze vzpěry do vzpěry nebo táhla do vzpěry.) Pokud výztuž nemá dostatečnou kotvení délku za hranici rozšířené uzlové oblasti, musí být výztuž zahnutá, nebo zakotvena mechanicky (pomocí kotev). Pro stanovení potřebné plochy kotvení plechu se vychází z rovnosti napětí na ostatních hranách uzlu.

Minimální vyztužení D oblastí

Pro zachycení příčných tahů v betonových vzpěrách má být navržena ortogonální výztuž.

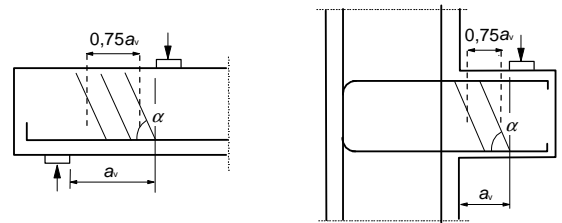
Obecně pro omezení šířky trhlín D - oblastí je nutné při povrchu konstrukce vložit konstrukční ortogonální výztuž s plochou nejméně $A_s \geq 0,003A_c$ v obou směrech vyztužení. Maximální vzdálenost výztužných prutů musí být menší než 300 mm. Tato minimální výztuž má za úkol odolávat příčným tahům na koncích lanových vzpěr po vzniku podélných trhlin a zajistit minimální duktilitu tlačěných a uzlových oblastí.

OSAMĚLÉ BŘEMENO U PODPORY

Při zatížení osamělým břemenem v blízkosti podpory je nutné navrhnout svislou a vodorovnou výztuž. Vodorovná výztuž se navrhuje na vznikající příčné tahy. Návrh svislé výztuže vychází z geometrie oblasti. Působí-li osamělé břemeno na horním lici ve vzdálenosti a_v od líce uložení, lze navrhnout svislou výztuž na redukovanou posouvající sílu $\beta \cdot V_{ED}$. Redukci působící posouvající síly lze provést pro vzdálenost a_v , pro niž platí: $0,5 \leq a_v \leq 2d$, kde d je účinná výška průřezu. Redukční součinitel má hodnotu: $\beta = a_v / (2d)$.

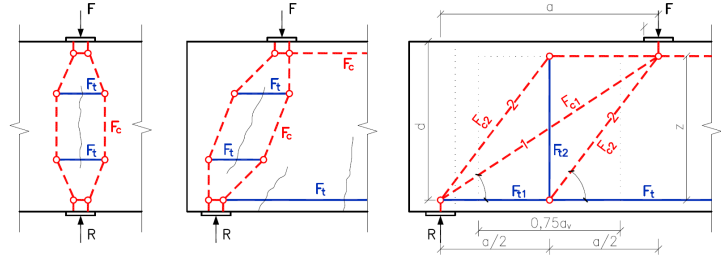
Pro vzdálenosti $a_v \leq 0,5d$ uvažujeme minimální posouvající sílu v hodnotě $0,25 V_{ED}$. Přitom pro posouvající síly v hodnotě V_{ED} vypočtené bez redukce součinitelem β musí být vždy splněna následující podmínka:

$$V_{ED} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}, \text{ kde } v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250).$$



Obr. 3 – Osamělé břemeno v blízkosti uložení

U prvků vyžadujících návrh smykové výztuže musí být navíc splněna podmínka pro redukovanou posouvající sílu $\beta \cdot V_{ED} \leq A_{sw} f_{ywd} \sin \alpha$, kde $A_{sw} f_{ywd}$ je únosnost smykové výztuže protínající šikmou smykovou tržlinu mezi zatíženými oblastmi a α je sklon smykové výztuže. Smyková výztuž se však má uvažovat pouze ve střední části délky $0,75 a_v$. (viz obr. 2) Redukční součinitel β se má použít pouze pro výpočet smykové výztuže a pouze tehdy, pokud je podélná výztuž dostatečně zakotvena v uložení.

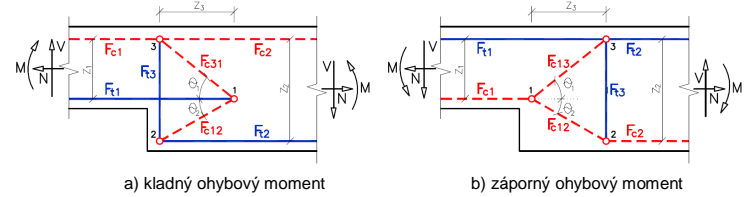


Obr. 4 – Osamělé břemeno v blízkosti podpory

Nosníky s osamělým břemenem v blízkosti uložení a na krátkých konzolách mohou být alternativně navrženy podle modelů náhradní příhradoviny viz obr. 4.

NÁHLÁ ZMĚNA PRŮŘEZU

Při náhlé změně průřezu vznikají v oblasti změny tahu a tlaky dle obr. 5.



Obr. 5 – Náhlá změna průřezu

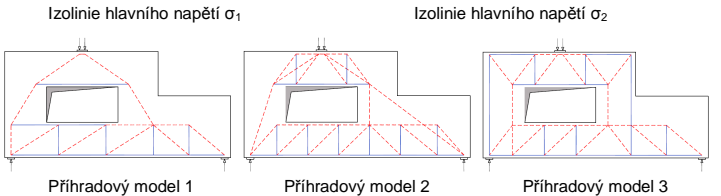
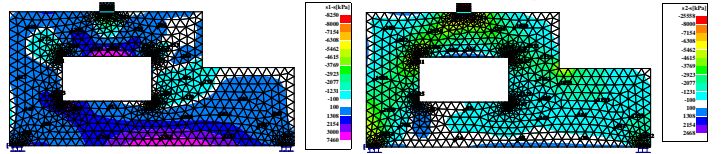
Vzdálenost $z_3 = 1,5(z_2 - z_1)^{1/2}$.

Při kladném ohybovém momentu je tahová síla F_{13} rovna $F_{13} = F_{t1} \frac{z_1(z_2 - z_1)}{z_2 \cdot z_3}$

Při záporném ohybovém momentu je tahová síla F_{13} rovna $F_{13} = -F_{c1} \frac{z_1(z_2 - z_1)}{z_2 \cdot z_3}$

PŘÍKLAD

Stěnový nosník s otvorem – sestavení a volba vhodného příhradového modelu



Příhradový model 1 - Konstrukce se chová jako horní stěnový nosník podporovaný nakloněnými sloupy, které jsou uloženy na spodním stěnovém nosníku.

Příhradový model 2 - Tento model ilustrativně obsahuje chybu. V oblasti vlevo pod otvorem vychází podle pružného řešení tahová napětí. Příhradový model se však v této oblasti skládá jen z tlačěných vzpěr. Přestože se tento model jeví jako správný, není tomu tak. Pokud bychom konstrukci navrhli pomocí tohoto modelu, nevycházela by nám v oblasti vlevo pod otvorem žádná vodorovná výztuž. Je vždy lepší provést pro danou konstrukci nejprve pružný výpočet a podle převládajících směrů a hodnot hlavních napětí sestavit příhradový model.

Příhradový model 3 - Model 3 zohledňuje rámové chování svislých částí konstrukce po obou stranách otvoru.

Nejvhodnější pro výpočet se jeví kombinace modelu 1 a 3. Model 1 splňuje nejlépe podmínku minimalizace přetvárné energie – je sestaven z minimální délky tažených prvků. Tento model by bylo vhodné doplnit modelem 3, který uvažuje možné rámové působení horního nosníku se svislými částmi konstrukce, avšak nezohledňuje tah v oblasti vlevo pod otvorem.