

# NAVRHOVÁNÍ KONZOL S POUŽITÍM MODELŮ NÁHRADNÍ PŘÍHRADOVINY

## STRUT-AND-TIE MODELS FOR CORBEL DESIGN

JIRÍ ŠMEJKAL, JAROSLAV PROCHÁZKA

Článek uvádí modely náhradní příhradoviny pro analýzu konzol a návrh jejich výztuže. Konzoly obecně mohou být krátké, dlouhé, přímo nebo nepřímo zatížené, případně přímo nebo nepřímo uložené. Modely náhradní příhradoviny jsou uvedeny pro všechny nejčastější typy konzol, a to s přihlédnutím k ČSN EN 1992-1-1 a DIN 1045-1. Na základě nelineárních analýz, praktických zkušeností a závěrů experimentů jsou pak uvedena doporučení pro návrh a vyztužení různých druhů konzol.

The article introduces strut-and-tie models for the analysis of corbels and detailing of their reinforcement. The corbels in principle should be short and long, with direct and indirect load and direct and indirect supported. The strut-and-tie models are described for all frequent types of corbels with regard to ČSN EN 1992-1-1 and DIN 1045-1. Based on the non-linear analyses, experience and measurements, the recommendation for design and detailing of various types of corbels are given.

### KONZOLY

Návrh konzol je častý problém, zejména u prefabrikovaných konstrukcí. K jejich návrhu byla vypracována řada postupů [1] až [7]. Návrhové modely vycházejí z principů modelování poruchových oblastí pomocí náhradní příhradoviny [8].

Z hlediska zatížení mohou být konzoly přímo nebo nepřímo zatížené (obr. 1a, b), z hlediska napojení na konstrukci přímo a nepřímo uložené (obr. 1c, d) a z hlediska jejich poměrného vyložení  $a/z$  konzoly mohou být krátké při  $a/z \leq 0,5$  nebo dlouhé při  $0,5 < a/z \leq 2$ , kde  $a$  je rameno vnější síly  $F_{Ed}$  a  $z$  je rameno vnitřních sil (obr. 1e, f).

Při návrhu konzoly je velmi důležité rozlišovat místo působení zatížení. Principiálně jsou dvě možnosti způsobu zatížení.

Prvním způsobem je přímé zatížení. Zatížení působí na horním povrchu konzoly a u přímo uložené konzoly se přenáší přímo do sloupu (obr. 1a).

Druhým způsobem je nepřímé zatížení. U nepřímě zatížených konzol přímo uložených se např. část zatížení přenáší svislou taženou výztuží k hornímu líci konzoly a zbývající část přímo šikmou výztuží do sloupu (obr. 1b). Zatížení přenesené svislou výztuží k hornímu líci konzoly se dále přenáší do sloupu jako u krátkých nebo dlouhých konzol přímo zatížených.

Základní model pro návrh konzoly přímo zatížené a přímo uložené podle ČSN EN 1992-1-1 [1] je uveden na obr. 2a. Zatížení z konzoly se přenáší hlavní tlačnou betonovou diagonálou do styčnicku 1 při okraji sloupu a tahovou vodorovnou výztuží přímo do sloupu. V předpisech [2], [3], [5] a [7] je předepsáno uvažovat u každé konzoly minimální vodorovnou sílu  $H_{Ed} = 0,2 F_{Ed}$ . V [1] není tato vodorovná síla blíže specifikována a záleží tedy na uvážení statika, jaké síly bude při návrhu uvažovat. Doporučuje se uvažovat minimální hodnotu vodorovné síly  $H_{Ed} = 0,2 F_{Ed}$ . Vliv vodorovné síly  $H_{Ed}$  se projevuje především ve zvětšeném množství hlavní tahové výztuže. Dále se dopo-

ručuje počítat s excentricitou  $e$  zatížení  $F_{Ed}$  (obr. 5), která může vzniknout jako důsledek výrobních a montážních tolerancí.

Jak bylo uvedeno, pro přenos zatížení z konzoly do sloupu je důležitý poměr ramen vnější síly  $a$  a vnitřních sil  $z$ . Vzhledem k tomu, že při začátku návrhu nejsou známé délky ramen vnitřních a vnějších sil, některé předpisy uvádějí jiná rozhraní mezi krátkou a dlouhou konzolou. V ČSN EN 1992-1-1 [1] je např. rozhraní uvažováno hodnotou  $a_c/h_c \leq 0,5$ , kde  $a_c$  je vzdálenost břemene  $F_{Ed}$  od líce sloupu a  $h_c$  je celková výška konzoly (obr. 2a, b).

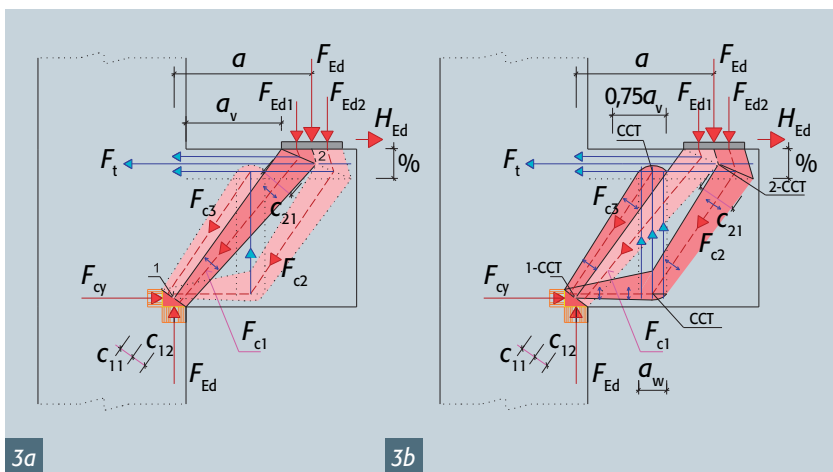
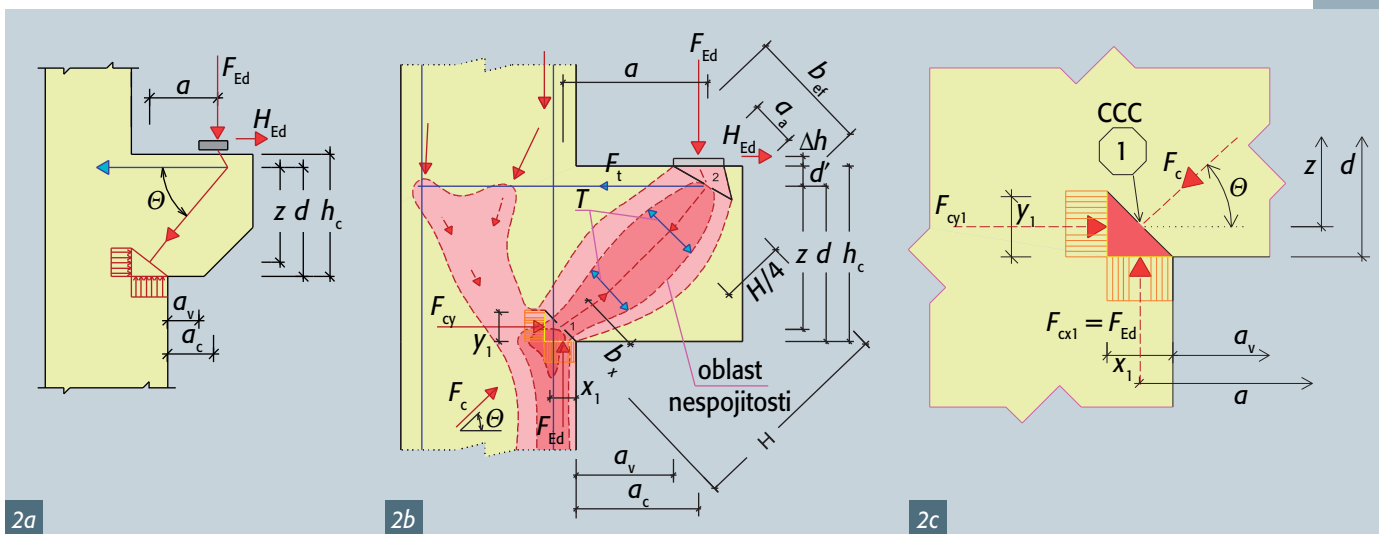
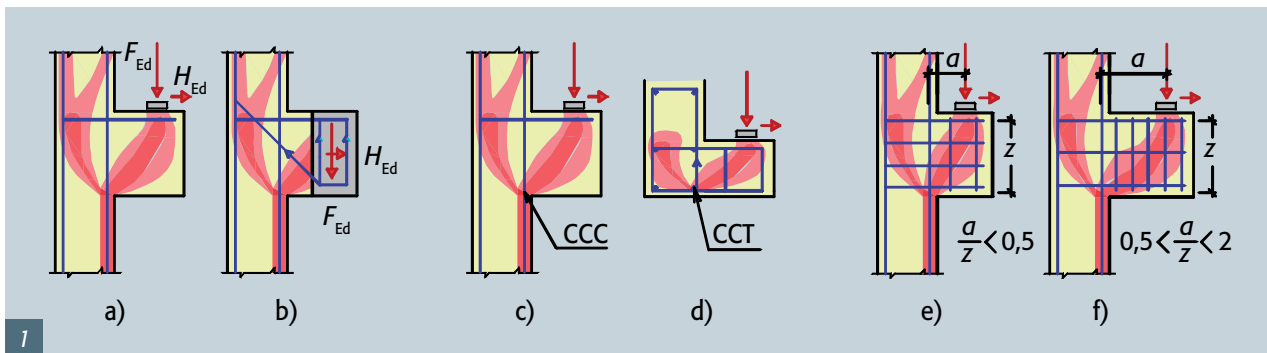
Rozhraní mezi krátkou a dlouhou konzolou je důležité především pro stanovení konstrukční svislé a vodorovné výztuže. Přesnější je tedy uvažovat poměr ramen vnějších a vnitřních sil, jak je uvedeno. Pokud platí:

- $a/z \leq 0,5$  – hovoříme o krátké konzole a zatížení se přenáší přímo šikmou diagonálou do sloupu,
- $0,5 < a/z \leq 2$  – jedná se o dlouhou konzolu a zatížení se přenáší nejen diagonálou, ale i vloženou příhradovinou (obr. 3),
- $a/z > 2$  – řešíme konzolu jako nosník a oblast jeho uložení řešíme jako rámový roh.

Nejjednodušší model náhradní příhradoviny je pro **krátké přímo zatížené konzoly** (obr. 2b). Návrh vnitřních sil vychází z podmínky rovnováhy ve styčnicku 1 ve svislém směru. Odtud stanovíme šířku tlačené oblasti  $x_1$  od kraje sloupu. Z momentové rovnováhy ve styčnicku 1 stanovíme výšku tlačené oblasti  $y_1$ . V dalším stanovíme rameno vnitřních sil  $z$  a rameno vnějších sil  $a$ . Z jejich poměru dopočteme sklon tlačené diagonály  $\theta$ . Hlavní tahovou sílu stanovíme z rovnováhy ve vodorovném směru ve styčnicku 2, z rovnováhy ve svislém směru stanovíme pak tlakovou sílu v betonové diagonále.

Pro velmi krátké konzoly s úhlem  $\theta \geq 68^\circ$  uvažujeme ve výpočtu vnitřních sil s úhlem  $\theta = 68^\circ$ . V místě průniku tlačené diagonály s rovinou vnějšího líce sloupu se předpokládá částečné opření. Dále je zatížení přeneseno svisle do dalšího styčnicku, kde nastává odklon pod stejným úhlem  $\theta = 68^\circ$  do místa uložení – styčnicku 1. Hranice pro velmi krátkou konzolu odpovídá kritériu v ČSN EN 1992-1-1 [1] pro maximální redukci posouvající síly  $\beta = 0,25$ . Podle výsledků analýzy programem ATENA 2D je patrné, že svislá výztuž na velmi krátkých konzolách je velmi málo využita. Vodorovná výztuž je nutná především pro zachycení příčných tahů vznikajících v betonové vzpěře.

Návrh **dlouhé konzoly** zůstává v principu stejný jako návrh krátké konzoly. Navíc oproti návrhu krátké konzoly je nutné se soustředit na návrh svislých třmínků v oblasti mezi lícem sloupu a vnitřním lícem styčné – ložiskové desky. Rozhodující pro posouzení svislé výztuže je opět poměr ramene vnějších sil  $a$  a vnitřních sil  $z$ . Pro dlouhé konzoly se předpokládá částečné vynášení svislého zatížení nepřímo – vloženou příhradovinou. Posouzení vloženého svislého táhla – svislých třmínků vychází z řešení modelu náhradní příhradoviny podle obr. 3 a obr. 15a-c v [8]. Soustava náhradní příhradoviny je staticky neurčitá. Velikost rozdělení zatížení mezi diagonálu a vloženou příhradu závisí na tuhostním poměru obou částečných staticky určitých soustav



Obr. 1 Základní typy kozol, a) přímo zatížené, b) nepřímo zatížené, c) přímo uložené, d) nepřímo uložené, e) krátké konzoly, f) dlouhé konzoly

Fig. 1 Basic corbel types, a) corbel with direct load, b) corbel with indirect load, c) direct supported corbel, d) indirect supported corbel, e) short corbel, f) long corbel

Obr. 2 Konzola, a) označení rozměrů, b) základní model náhradní příhradoviny podle ČSN EN 1992-1-1 [1], c) styčník 1 konzoly – přímo uložená konzola

Fig. 2 Corbel, a) description of dimensions, b) basic strut-and-tie model according to ČSN EN 1992-1-1 [1], c) corbel node 1 – direct supported corbel

Obr. 3 Model dlouhé konzoly podle DIN 1045-1 [5], metoda prof. Reinecka [2], a) přímý přenos zatížení, b) nepřímý přenos zatížení

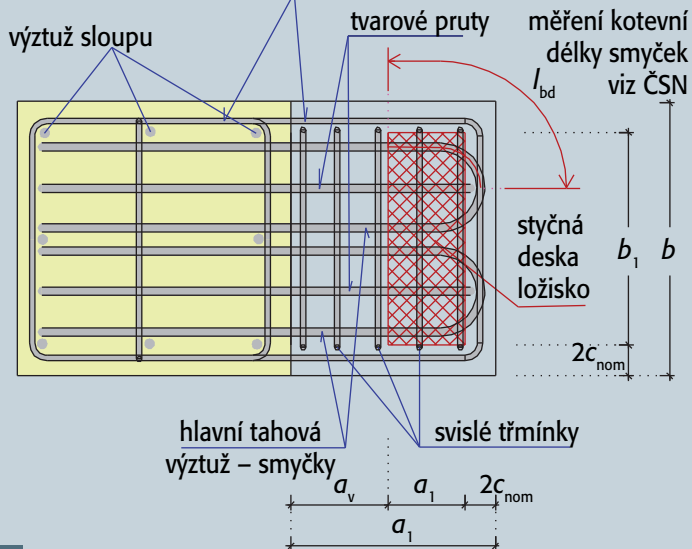
Fig. 3 STM for long corbel according DIN 1045-1 [5], prof. Reineck's method [2], a) direct load transmission, b) indirect load transmission

uvedených na obr. 3. Při návrhu můžeme postupovat podle ČSN EN 1992-1-1[1] jako u krátké konzoly a tahovou sílu stanovíme pomocí součinitele  $\beta$ . Tahovou sílu můžeme stanovit i přímo z modelu náhradní příhradoviny na obr. 3. Vydíme z předpokladu, že  $F_{t2} = 0$ , pokud  $a = z/2$  a  $F_{t2} = F_{Ed}$ , pokud  $a = 2z$ . Dále předpokládáme vyjádření síly  $F_{t2}$  jako lineární funkce délky ramene  $a$  ve tvaru  $F_{t2} = X_1 a + X_2$ . Po dosažení výše uvedených okrajových podmínek dostaneme řešení ve tvaru:

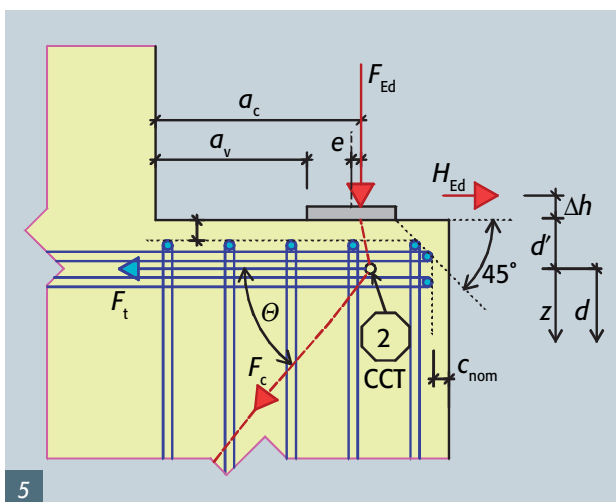
$$F_{t2} = \frac{2}{3} \left( \frac{F_{Ed}}{z} \right) a - \frac{F_{Ed}}{3} = \frac{2}{3} \left( \frac{a}{z} - \frac{1}{2} \right) F_{Ed}$$

U zavěšené (nepřímo uložené) konzoly např. do průvlaku (obr. 1d) se jedná o oblast vlastní konzoly a o přenesení zatížení z konzoly do těžiště průřezu průvlaku. Problematice nepřímo uložených konzol bude věnováno další pokračování seriálu poruchových oblastí.

třmínky a vodorovná výztuž konzoly



4



5

POSTUP NÁVRHU KONZOLY PODLE ČSN EN 1992-1-1

- Šířka tlacené oblasti ve sloupu (obr. 2b)

$$x_1 = \frac{F_{Ed}}{\sigma_{Rd,max} b} \quad (1)$$

U přímo uložené konzoly se jedná o styčník CCC (obr. 2c). Únosnost betonu v tlaku  $\sigma_{Rd,max}$  ([8] vztah 5) je definována vztahem  $\sigma_{Rd,max} = 1,0 \sqrt{f_{cd}}$ .

U nepřímo uložené konzoly se jedná o styčník CCT. Únosnost betonu v tlaku  $\sigma_{Rd,max}$  ([8] vztah 6) je definována vztahem  $\sigma_{Rd,max} = 0,85 \sqrt{f_{cd}}$ .

- Rameno vnější síly

$$a = a_c + 0,5x_1 + \frac{H_{Ed}}{F_{Ed}}(d' + \Delta h) \quad (2)$$

- Výška tlacené oblasti

$$y_1 = d - \sqrt{d^2 - 2x_1(a + H_{Ed}/F_{Ed}(d' + \Delta h))} \quad (3)$$

- Rameno vnitřních sil

$$z = d - 0,5y_1 \quad (4)$$

- Tahová síla při horním lici konzoly

$$F_t = F_{Ed} \frac{a}{z} + H_{Ed} \quad (5)$$

- Síla v betonové diagonální vzpěře

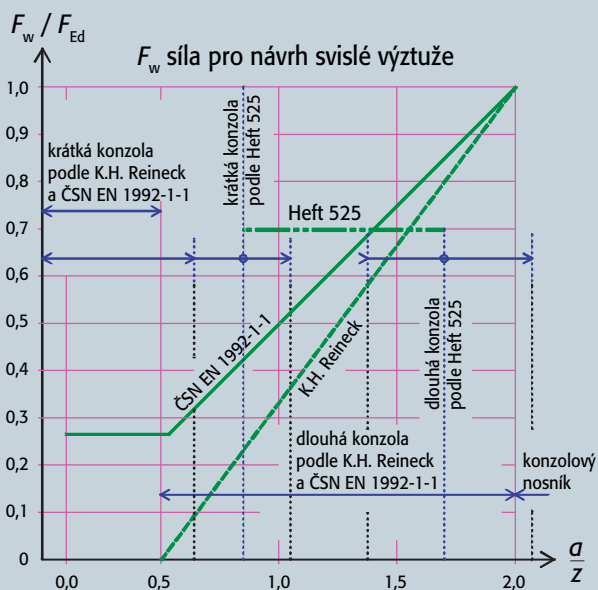
$$F_c = F_{Ed} / \sin \theta \quad (6)$$

U dlouhé konzoly se síla rozdělí do dvou diagonál (obr. 3) nebo také ([8] obr. 15a-c).

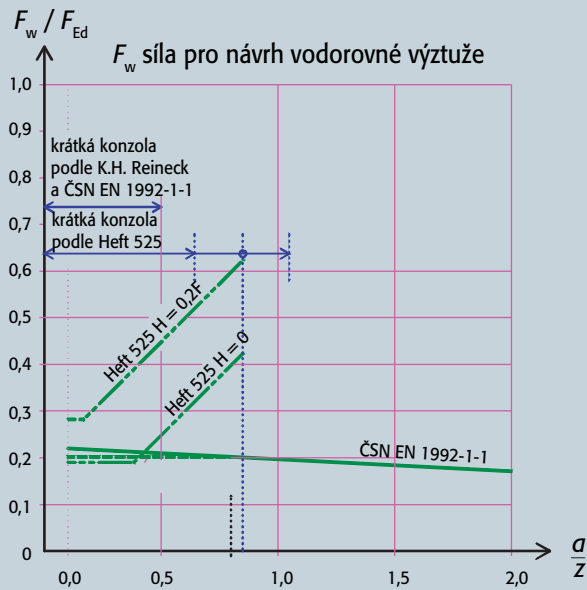
- Napětí v betonu pod styčnou deskou

$$\sigma_c = \frac{F_{Ed}}{A_{desky}}; \quad \tau = \frac{H_{Ed}}{A_{desky}} \quad (7)$$

- Kontrola zakotvení tahové výztuže při horním lici konzoly. Horní tahovou výztuž obvykle navrhujeme ve tvaru smyček. Délku jejich zakotvení uvažujeme od vnitřního lince styčné –



6a



6b

ložiskové desky (obr. 4). Pro výpočet délky zakotvení je rozhodující vnitřní poloměr zakřivení smyčky podle [1] (vztah 8.1).

- Stanovení svislé výztuže konzoly

$$A_{sv} = \beta F_{Ed} / f_{yd} \quad (8)$$

kde  $\beta = a_v / 2d$  nejméně však  $\beta = 0,25$ . Svislá výztuž se umístí do oblasti  $0,75 a_v$  podle obr. 7.

- Doplnění konstrukční ortogonální výztuže pro zachycení vznikajících příčných tahů v tlačené betonové vzpěře ([8] vztah 4). Ortogonální výztuž, svislé a vodorovné třmínky, není kolmá na směr rozvíjejících se podélných trhlin v tlačené diagonále. Proto je vhodné množství výztuže v každém směru zvětšit o 20 % [6].
- Překontrolování geometrie modelu náhradní příhradoviny s konkrétním vyztužením a případné nové posouzení navržené výztuže.

### PRINCIPY VYZTUŽENÍ KONZOLY

U krátkých konzol je nutné konstrukční vyztužení především vodorovnou výztuží, u dlouhých konzol je nutné především vyztužení svislými třmínky (obr. 5, 6 a 7). Pro vyztužení konzoly platí následující zásady:

- maximálně dvě vrstvy horní tahové výztuže (obr. 5),
- větší průměr zakřivení smyček hlavní tahové výztuže,
- minimálně dva podélné vodorovné třmínky o průměru 6 nebo 8 mm, plocha třmínků u krátkých konzol by měla být větší než 25 % [1] a až 50 % [7] hlavní tahové výztuže (obr. 7). Přitom vodorovné třmínky jsou umístěny obvykle jako třmínky sloupu první od vnějšího líce prvku.
- minimálně tři svislé třmínky o průměru 6 nebo 8 mm, u dlou-

hých konzol by měly svislé třmínky přenést minimálně sílu  $0,5 F_{Ed}$  [1] až  $0,7 F_{Ed}$  [7] (obr. 4 a 7). Svislé třmínky jsou obvykle umístěny jako druhé od líce sloupu v úrovni s podélnou výztuží sloupu.

- používat betonářskou výztuž duktility B,
- zhutit třmínky sloupu pod a nad konzolou, podélnou výztuž sloupu nestykovat v oblasti napojení konzoly na sloup,
- lze použít i speciální výztuž pro konzoly při respektování stavebně technického osvědčení a národních specifikací ČSN EN 1992-1-1 [1] (obr. 9),
- styčná – roznášecí plocha desky nesmí přesahovat obrys výztuže konzoly při uvažování roznášení zatížení pod úhlem  $45^\circ$  (obr. 4 a 5).

### NÁVRH KONZOLY PODLE JINÝCH PŘEDPISŮ

Další návrhové metody vycházejí z německých předpisů DIN 1045-1 [5] a z řady předchozích metod. V současné době jsou nejčastější návrhové metody podle Heft 525 [7] a podle K. H. Reinecka [2]. Obě metody vycházejí z modelů náhradní příhradoviny. Základem pro posuzování je však DIN 1045-1 [5], která je částečně odlišná od ČSN EN 1992-1-1 [1], a to nejen v NA parametrech. Použití těchto metod je dále vázáno na stanovení zatížení v souladu s DIN 1055-100. Např. není možná redukce stálého zatížení v rámci návrhové kombinace 6.10b podle ČSN EN 1990. Pro další výpočty platí na rozdíl od ČSN EN 1992-1-1 [1] následující pevnosti betonu.

- Pevnost betonu s víceosým tlakem je podle DIN 1054-1 (změna 2008)

$$\sigma_{Rd,max} = 1,1 \eta_1 f_{cd}$$

Obr. 4 Principy vyztužení konzoly – hlavní tahová výztuž

Fig. 4 Corbel detailing – main tension reinforcement

Obr. 5 Styčník 2 konzoly

Fig. 5 Corbel node 2

Obr. 6 Srovnání množství a) svislé, b) vodorovné výztuže konzoly podle různých návrhových metod

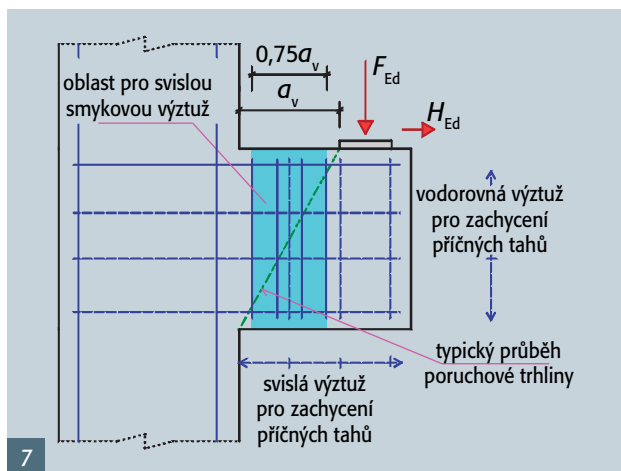
Fig. 6 Comparison of a) vertical stirrups, b) horizontal reinforcement according to various design methods

Obr. 7 Principy vyztužení konzoly – svislá a vodorovná výztuž

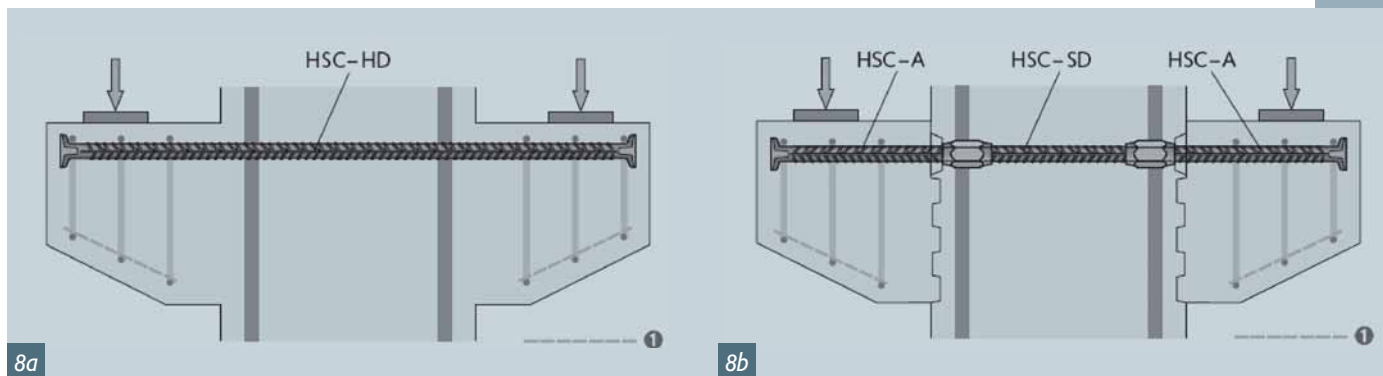
Fig. 7 Corbel detailing – vertical and horizontal reinforcement

Obr. 8 Speciální smykové trny pro konzoly

Fig. 8 Special shear reinforcement for corbels



7



8a

8b

- Pevnost betonu pro betonové tlačené pruty v tlačných oblastech s trhlinami

$$\sigma_{Rd,max} = 0,75 \eta_1 f_{cd}$$

kde součinitel  $\eta_1$  je pro normální betony roven 1, pro lehčené betony jsou hodnoty uvedeny v DIN 1045-1 [5].

#### Posouzení konzoly podle Heft 430 [6] a DIN 1045-1 [5]

Předpis rozděluje konzoly opět na krátké a dlouhé, kritérium rozdělení je mírně odlišené. Krátké konzoly jsou  $a_c/z < 0,5$  a dlouhé konzoly jsou pro  $a_c/z \geq 0,5$

- Šířka tlačené oblasti ve styčnicku 1 je

$$x_1 = F_{Ed} / (0,6 f_{cd})$$

- Rameno vnější síly  $F_{Ed}$  je  $a = a_c + x_1/2$ .
- Z momentu ve vetknutí se vyjádří hlavní tahová síla  $F_t$ , na kterou se navrhne hlavní tahová výztuž.

$$M = -F_{Ed}a - H_{Ed} \left( \Delta h + \frac{h_c}{2} \right) = F_t \left( \frac{h_c}{2} - d' \right)$$

- Pro krátké konzoly se navrhne vodorovná výztuž na sílu  $F_{wd} = F_{Ed} z_1/z \tan \theta$ , kde  $z = 0,95d$  a  $z_1$  je rameno vnitřních sil.
- Pro dlouhé konzoly se navrhnu svislé třmínky na sílu

$$F_{wd} = F_{Ed} \left( \frac{a_c}{z} \tan \theta \right)^2$$

#### Posouzení konzoly podle Heft 525 [7] a DIN 1045-1 [5]

Metoda podle DAfStb Heft 525 [7] vychází z modelu příhradové analogie podle obr. 3. Na rozdíl od metody podle ČSN EN 1992-1-1 zavádí jinou podmínku maximálního zatížení konzoly. Pro maximální posouvající sílu na konzole platí

$$V_{Ed} = F_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,5 v b z f_{cd}$$

$$\text{kde } v \geq \left( 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \right) \geq 0,5$$

- Hlavní tahová síla  $F_t$  se stanoví podle vztahu

$$F_t = F_{Ed} \frac{a_c}{z_0} + H_{Ed} \frac{a_H + z_0}{z_0}$$

kde  $a_H$  je vzdálenost působíště vodorovné síly od těžiště hlavní tažené výztuže (měřeno ve svislém směru),  $z_0$  poloha tlačného

pasu, která se vyjádří podle  $z_0 = d \left( 1 - 0,4 \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \right)$ , přičemž

musí platit  $a_c/z_0 \leq 0,40$ .

- Pro krátkou konzolu  $a_c \leq 0,5h_c$  a pokud platí  $F_{Ed} > 0,3V_{Rd,max}$  se navrhnu uzavřené vodorovné třmínky o minimální ploše rovné 50 % plochy hlavní tahové výztuže.
- Pro dlouhou konzolu  $a_c > 0,5h_c$  a pokud platí  $F_{Ed} \geq V_{Rd,ct}$  se navrhnu uzavřené svislé třmínky na přenos celkové síly  $F_{wd} = 0,7 F_{Ed}$ , kde  $V_{Rd,ct}$  se stanoví jako podle [1] s použitím německých národních parametrů.

#### Posouzení konzoly podle K. H. Reinecka [2] a DIN 1045-1 [5]

Metoda posouzení konzoly podle prof. K. H. Reinecka odpovídá metodě náhradní příhradoviny podle ČSN EN 1992-1-1 [1]. Ve výpočtu jsou uvažovány pouze jiné únosnosti betonu v tlač-

ných pásech, které vyplývají z národních parametrů pro soustavu norem DIN (Německo). Postupuje se jako při návrhu podle ČSN EN 1992-1-1 [1]. Odlišnosti jsou především ve stanovení vodorovné a svislé výztuže třmínkové. Maximální výška tlačené oblasti musí navíc splňovat podmínku dostatečné duktility konstrukce, která je vyjádřena výrazem:

$$y_1 / \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \leq 0,4d$$

- Pro krátké konzoly ( $a \leq 0,5z$ ) lze vyjádřit vznikající vodorovnou sílu dle vztahu:

$$F_{wd} = 0,2 F_t$$

- Pro dlouhé konzoly ( $0,5z > a \geq 2z$ ) se tahová síla ve svislých třmínkách vyjádří ze vztahu:

$$F_{wd} = \frac{2}{3} \left( \frac{a}{z} - \frac{1}{2} \right) F_{Ed}$$

Odtud se vypočte nutná plocha výztuže

$$A_{sw} = \frac{F_{wd}}{f_{yd}} \geq 0,5 A_z$$

#### SVISLÁ A VODOROVNÁ VÝZTUŽ KONZOLY

Při návrhu konzoly nelze jednoznačně stanovit rozhraní mezi krátkou konzolou a dlouhou konzolou. Každá metodika má jiné kritérium pro stanovení rozhraní mezi krátkou a dlouhou konzolou. Pro krátkou konzolu je rozhodující pro zachycení příčných tahů ze strmé betonové diagonály především vodorovná výztuž. Pro dlouhé konzoly je rozhodující svislá třmínková výztuž.

Při výpočtu podle ČSN EN 1992-1-1 [1] je nutné navrhovat vodorovnou i svislou výztuž podle vznikajících příčných tahů nezávisle na rozdělení konzol na krátké a dlouhé. To vede k plynulému vyztužení v celém rozsahu konzol od velmi krátké po dlouhou na rozdíl od předpisů vycházejících z DIN 1045-1 [5]. Plynulý přechod mezi krátkou a dlouhou konzolou je optimálním řešením i přes to, že u krátkých a velmi krátkých konzol je svislá výztuž málo účinná. Konstrukční vodorovná výztuž je naopak účinná i u dlouhých konzol. U krátkých konzol je nutné svislé třmínky navrhnut na sílu  $\beta F_{Ed}$  a svislou složku síly  $2T$  zachycující příčné tahy v tlačené betonové diagonále [8]. Vzhledem k malé využitelnosti svislé výztuže u krátkých konzol postačuje navrhnut svislé třmínky na větší z hodnot  $\beta F_{Ed}$  a  $2T$ .

Srovnání metod z hlediska svislé a vodorovné výztuže (nikoliv hlavní tahové výztuže při horním lici konzoly) je provedeno na obr. 6a, b. Hlavní tahová výztuž při horním lici konzoly je přibližně stejná u všech uvedených návrhových metod.

#### Speciální výztuž pro konzoly

Použití speciální tahové výztuže (obr. 8) ve formě trnů s kovanými hlavicemi je možné pouze v souladu s příslušným stavebně technickým osvědčením, např. Z-15,6-204 z 2. 11. 2007. Metoda vychází z modelu příhradové analogie podle DAfStb Heft 425. Návrh nosného systému konzoly se sloupem je nutné provádět dle jednoho předpisu například podle ČSN EN 1992-1-1 [1]. Při použití smykových trnů je nutné v návrhu zohlednit rozdíly v návrhových postupech a v národních parametrech.

## ZÁVĚR

Konzoly na sloupech představují z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti konstrukce velmi významný prvek. Proto je nutné jejich návrhu věnovat maximální pozornost. Na dokumentaci pro konzoly je nutné uvádět všechny závazné parametry a předpoklady, které jsou při návrhu použity. Velmi vhodné je například uvádět nejen betonové krytí výztuže, ale i maximální toleranci v uložení rozhodující výztuže – maximální betonové krytí. Pro správný návrh je dobré znát i výrobní postup realizace prefabrikátu s konzolou. Při návrhu konzoly je nutné po dokončení výpočtu a nakreslení výztuže ověřit předpokládanou geometrii modelu náhradní příhradoviny. Vzhledem k tomu, že při prvním návrhu se dá velmi špatně dostatečně přesně odhadnout všechny veličiny, které ovlivňují geometrii modelu, je obvykle nutné provést nové posouzení s upřesněnou geometrií modelu.

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu GAČR 103/08/1533.

Ing. Jiří Šmejkal, CSc.

ŠPS statická kancelář, Lísková 10, 312 16 Plzeň  
tel.: 739 613 929, mob.: 777 241 470, e-mail: jiri.smejkal@email.cz

Prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc.

Odborná společnost pro vědu, výzkum a poradenství ČSSI  
Komornická 15, 160 00 Praha 6  
tel.: 222 938 907, mob.: 602 825 789, e-mail: proch.jar@volny.cz

## Literatura:

- [1] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI 2006
- [2] Reineck K. H.: Modellierung der D-Bereiche von Fertigteilen. BetonKalender 2005, Ernst & Sohn, A Wiley Company, 2005. ISBN 3-433-01670-4
- [3] Hottmann U. H., Schäfer K.: DAfStb Heft 459 Bemessung von Stahlbetonbalken und Wandscheiben mit Öffnungen. Beuth Verlag GmbH, Berlin 1996
- [4] Narayanan, R., S.: Eurocode 2, Worked Examples, Camberlay, 5/2008
- [5] DIN 1045-1 (8/2008) Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion, DIN Deutsches Institut für Normung s. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [6] DAfStb Heft 430 Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2002
- [7] DAfStb Heft 525 Beuth Verlag GmbH, Berlin, září 2003
- [8] Šmejkal J., Procházka J.: Navrhování s použitím modelů náhradní příhradoviny, Beton TKS 5/2009, str. 80–85
- [9] Bachmann H., Steinie A., Hahn V.: Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau. BetonKalender 2009, Ernst & Sohn, A Wiley Company, 2009, ISBN 978-3-433-01854-5

## THINKING ARCHITECTURE

### Peter Zumthor

K postavení budovy opravdu pro život je třeba myslet trochu dál než jen na její vzhled a konstrukce. Ve svých textech vyjadřuje přední švýcarský architekt Peter Zumthor své podněty a pohnutky, které ho vedou při práci nad nějakým návrhem, mnoha způsoby ovlivňují jeho citění, vnímání a chápání a zmocňují se tak jeho přítomnosti i osobnosti. Předkládaný soubor esejů je oproti svému prvnímu vydání, které vyšlo před pár lety, nově rozšířené o tři další: Má krásná forma?, Kouzlo opravdovosti a Světlo v krajině.

Kniha svěže ilustrovaná barevnými fotografiemi Laury Padgett z nového domu a studia Petera Zumthora v Haldensteinu dostala novou typografickou úpravu od Hannele Gronlund.

Peter Zumthor  
Thinking Architecture  
2. rozšířené vydání  
96 stran, 16 barevných ilustrací  
14 x 23 cm, plátěná vazba  
CHF 49,90/ EUR 29,90 (bez DPH)  
ISBN 978-3-7643-7497-6 anglicky  
© 2009 Birkhauser  
www.birkhauser.com

