

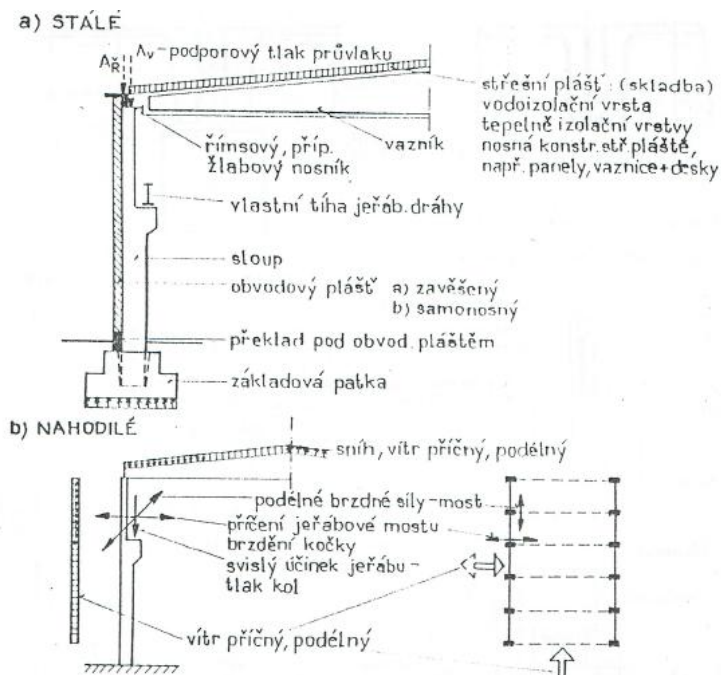
VYZTUŽOVÁNÍ PORUCHOVÝCH OBLASTÍ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE: ŽELEZOBETONOVÝ PREFABRIKOVANÝ SLOUP – NÁVRH ULOŽENÍ STŘEŠNÍCH VAZNÍKŮ NA HLAVU SLOUPU



Projekt: Vyztužování poruchových oblastí železobetonové konstrukce
Dílčí část: Železobetonový prefabrikovaný sloup – návrh uložení střešních vazníků na hlavu sloupu
Vypracoval: Ing. Ondřej Slabý a kolektiv
ČVUT v Praze, Fakulta stavební
Katedra betonových a zděných konstrukcí
Thákurova 7, Praha 6 - Dejvice
Podpora: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
Karmelitská 529/5, 118 12 Praha 1
Datum: 2017

1 Úvod

Prefabrikované železobetonové sloupy jsou jedním ze základních konstrukčních prvků prefabrikovaných staveb, především pak montovaných hal. Hlavním úkolem sloupů je přenos zatížení ve svislém směru, doplňkově pak sil horizontálních. Příkladem zatížení působícího na sloup může být i) proměnné zatížení od větru či sněhu, ii) stálé zatížení od obvodového pláště, iii) stálé zatížení od střešního pláště a vazníků haly, iv) zatížení silami od účinku jeřábové dráhy.



Obr. 1 Příklady zatížení haly [1]

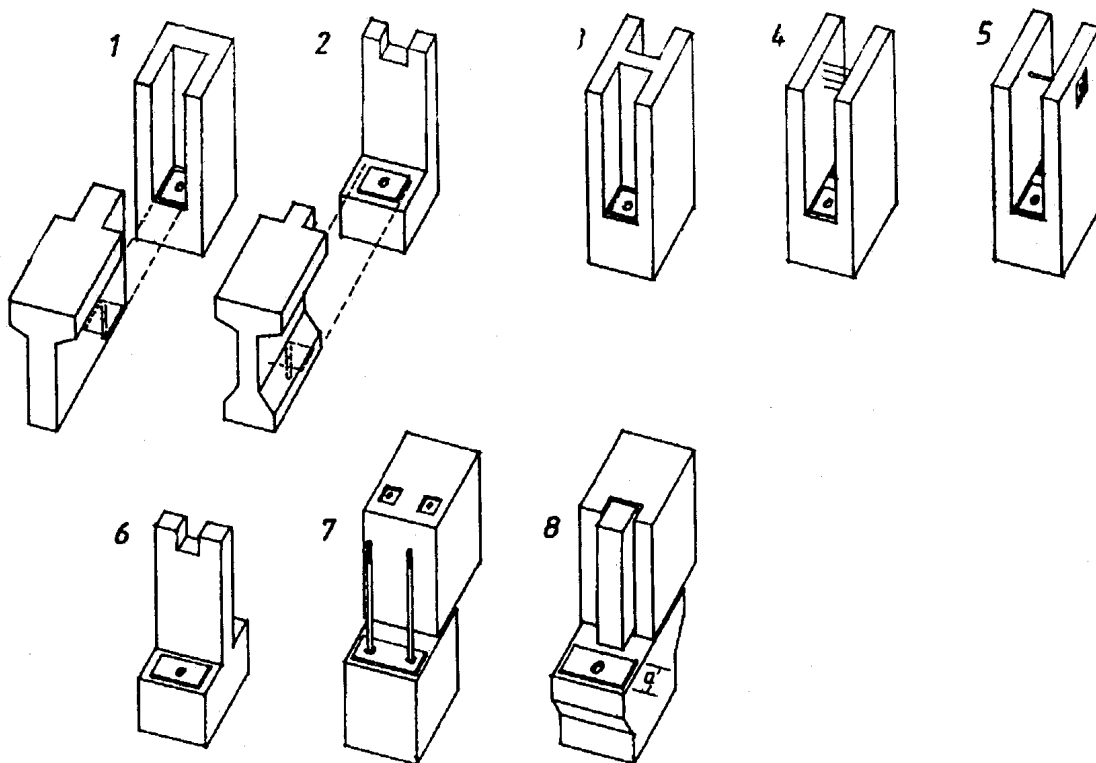
Sloupy jsou nejčastěji ukládány do železobetonových základových patek, uložení je možné realizovat jako „vetknuté“ nebo „kloubové“. Po výšce prvku sloup bývá často doplněn o krátké konzoly sloužící například pro uložení dráhy jeřábu či jiné požadované vybavení haly. Hlava sloupu pak bývá vhodně ukončena pro následné napojení zbylých konstrukčních prvků haly – střešních vazníků či průvlastků.

V rámci této dílčí části je problematika podrobněji zaměřena na:

- I) uložení prefabrikovaného sloupu do základové kalichové patky – způsoby provedení a problematika výpočtu
- II) uložení střešních vazníků na sloup - způsoby provedení a problematika výpočtu

2 ULOŽENÍ STŘEŠNÍCH VAZNÍKŮ NA HLAVU SLOUPU

Jedním z důležitých spojů u prefabrikovaných staveb a hal je napojení střešního vazníku na sloup. Uložení střešních vazníků na sloupy je možné realizovat několika způsoby. O způsobu provedení rozhoduje konstrukční řešení, tvary navržených prvků či navazující konstrukce. Typickou realizací spoje vazník-sloup je uložení vazníku do betonové vidlice sloupu. Příklady různých provedení uložení jsou uvedeny na obrázku níže.

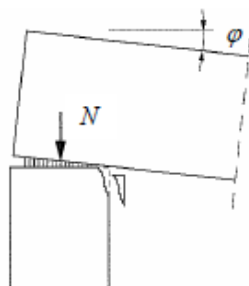


Obr. 2 Příklady možných řešení uložení vazníku na sloup [4]



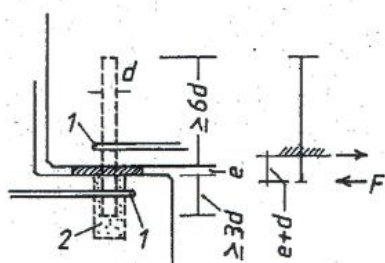
Obr. 3 Příklady možných řešení uložení vazníku na sloup v praxi [4]

Vazník se ukládá na podporovou podložku, např. elastomerové ložisko, které zabraňuje předčasnému štěpení a odprýskávání betonu na koncích prvku.



Obr. 4 Natočení vazníku a odprýsknutí betonu [2]

Vazníky jsou na sloupy kotveny, resp. ukládány na ocelový trn, který může být proveden zabudovaný v rámci vazníku nebo zabudovaný v rámci sloupu. Otvor ve sloupu nebo vazníku, kam trn zapadá je po montáži následně zainjektován injektážní maltou.



Případ A:

Přijatelná horizontální síla F [kN]

Beton:

$$F = \frac{\beta_R}{3} = \frac{d^{2,1}}{333 + e \cdot 12,2} \text{ [kN]}$$

β_R = dle DIN 1045 [N/mm²]

d [mm], e [mm]

Ocel:

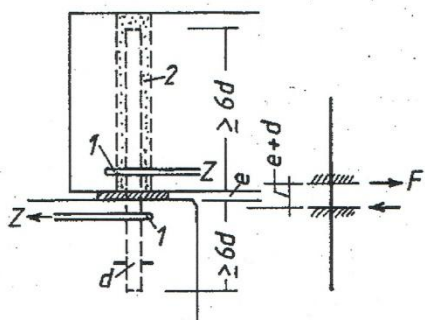
$$F = 1,25 \cdot \frac{\sigma \cdot W}{e + d} \text{ [kN]}$$

σ = přípustné napětí v oceli [kN/cm²]

W = průřezový modul trn [cm³]

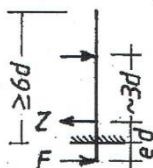
Tabulka - Přijatelná stříhová síla působící na jeden trn – F [kN] – Případ A
 Menší hodnota z materiálů je rozhodující!

e [mm]	Betón B25			Betón B45			St 37.2 $\sigma = 18 \text{ kN/cm}^2$			St 500/550 $\sigma = 28,6 \text{ kN/cm}^2$		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Boţen ϕ mm												
16	4,3	3,4	2,8	6,7	5,3	4,3	3,5	2,6	2,0	5,6	4,0	3,2
20	6,9	5,4	4,4	10,7	8,4	6,9	6,0	4,5	3,6	9,5	7,1	5,7
25	11,1	8,7	7,1	17,1	13,5	11,1	10,0	7,8	6,4	15,8	12,3	10,1
28	14,0	11,0	9,1	21,6	17,0	14,1	12,9	10,2	8,5	20,5	16,2	13,4
30	16,2	12,8	10,5	25,0	19,7	16,3	15,2	12,1	10,1	24,0	19,2	16,0



Případ B:

Pro trny platí dvojnásobné hodnoty podle tabulky, tj. hodnoty povolené pro beton jsou rozhodující bez dodatečných opatření.



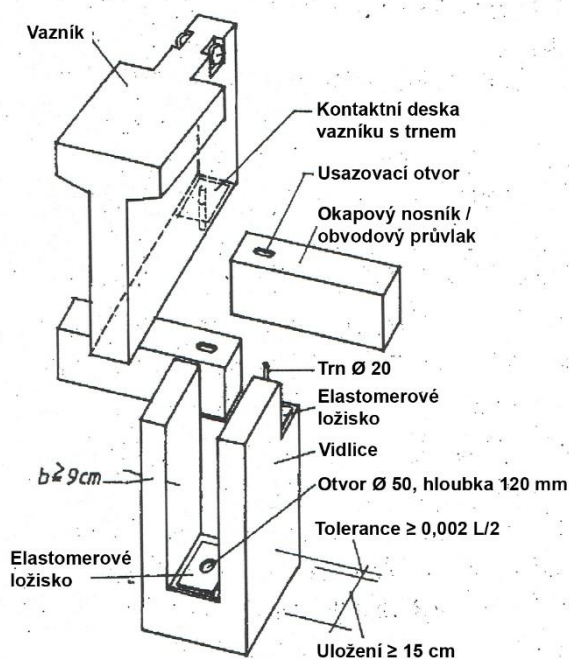
$$Z = F + \frac{F(e+d)}{3d}$$

1 = ukotvení trnu smyčkou silou Z,

2 = zálivka min. pevnosti B35 (v případě obzvláště vysokých nároků zálivky vyšších pevností)

Obr. 5 Způsoby realizace trnu na osazení vazníku a princip výpočtu [1]

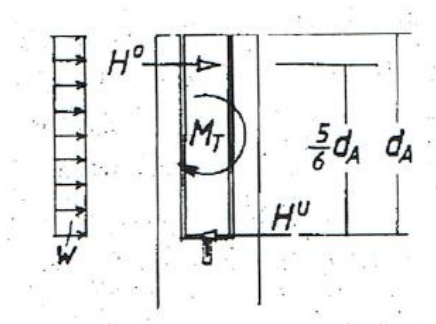
Problematika návrhu spoje a velikosti sil F a Z jsou podrobně řešeny v rámci normy DIN 1045.



Obr. 6 Příklad detailní axonometrie uložení vazníku na sloup [1]

Namáhání vidlice sloupu

Vidlice sloupu musí být navržena tak, aby odola zatížením, které se během životnosti stavby mohou vyskytnout. V první řadě musí odolávat zatížením v montážním stavu – např. zatížení větrem působící na střešní vazník, dále pak musí vyhovět kombinaci zatížení od skladby střešního pláště v kombinaci se zatížením větrem a s ohledem na příčnou stabilitu vazníku. Příčné vybočení vazníku a problematika výpočtu je uvedena v rámci literatury (3), str. 156.



Zatížení vidlice sloupu:

$$M_T = \frac{q_B \cdot L^2}{900}$$

$$H^0 = w \cdot d_M \cdot \frac{L}{4} + \frac{q_B \cdot L^2}{750d_A}$$

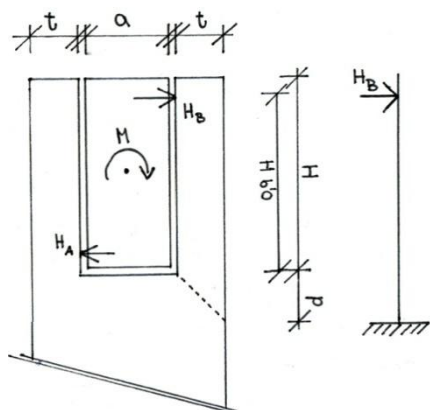
$$H^U = \frac{q_B \cdot L^2}{750d_A} - w \cdot d_M \cdot \frac{L}{4}$$

q_B = zatížení střešní skladbou

w = vnější zatížení větrem

d_M = výška nosníku uprostřed

Návrh vyztužení vidlice sloupu je možné zjednodušeně uvažovat a navrhovat jako konzolové působení.



$$H_A = H_B = M / (0,9H)$$

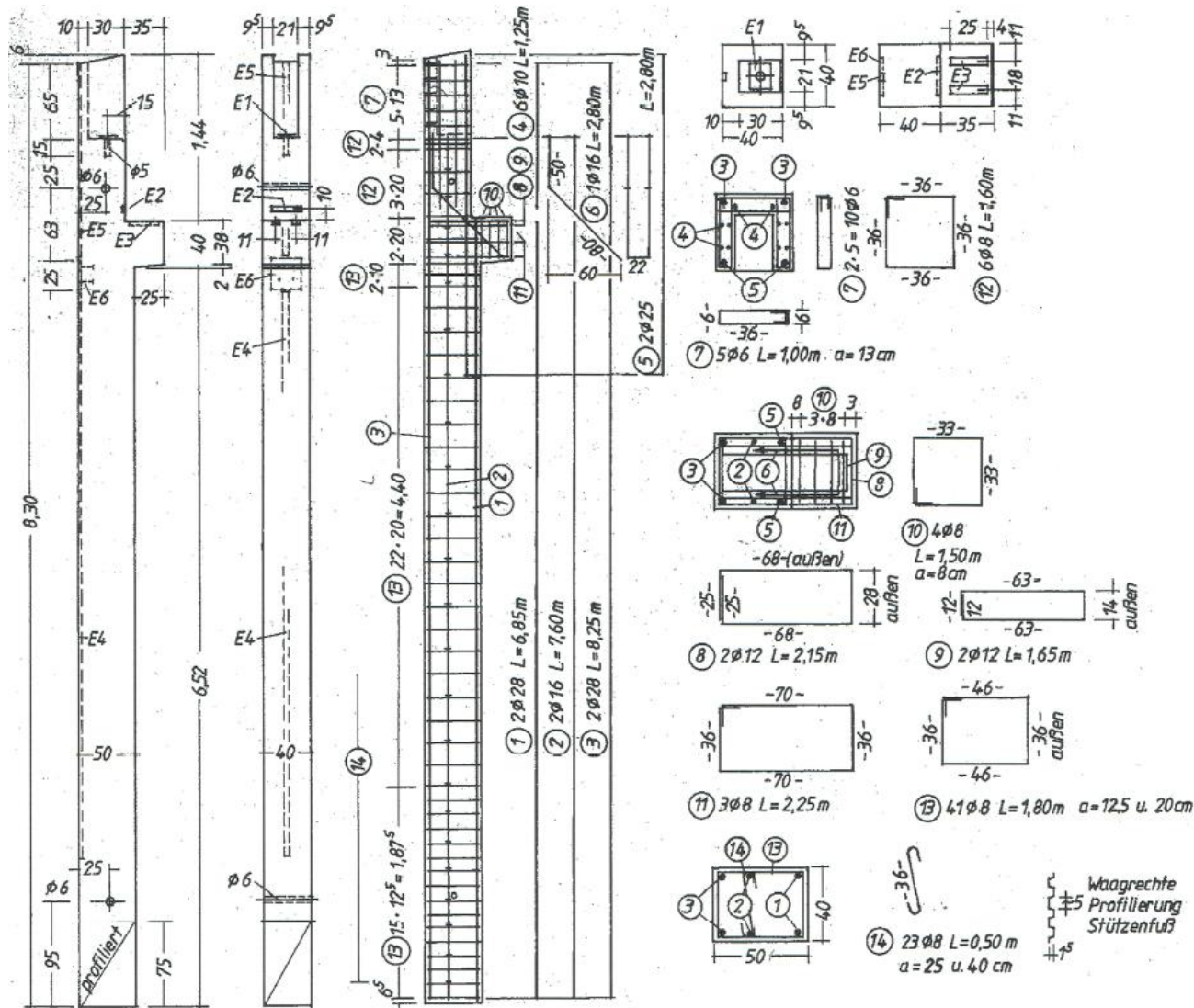
$$M_d = H_B \cdot (0,9H + d)$$

$$d = t$$

$$A_s \geq \frac{H_B \cdot (0,9H + d)}{0,9 \cdot t \cdot f_{yd}}$$

Příklad vyztužení vidlice sloupu

Konzola vidlice bývá ve většině případů vyztužena hlavními pruty sloupu, které procházejí od paty až do konce vidlice. Výztuž je pak dle potřeb doplněna o další výztuž.

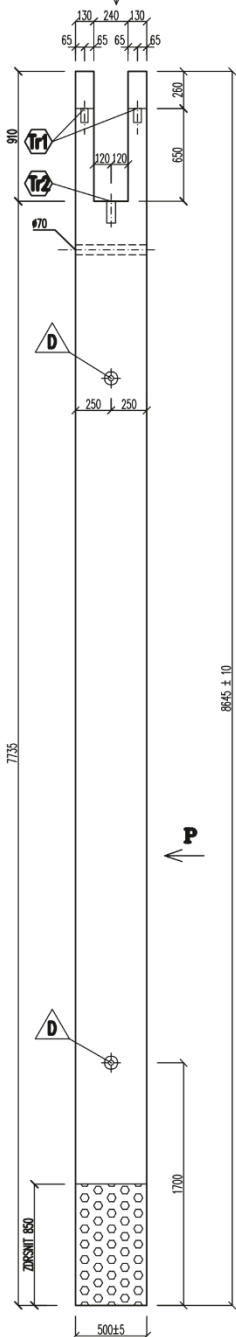


Obr. 7 Příklad vyztužení vidlice sloupu [1]

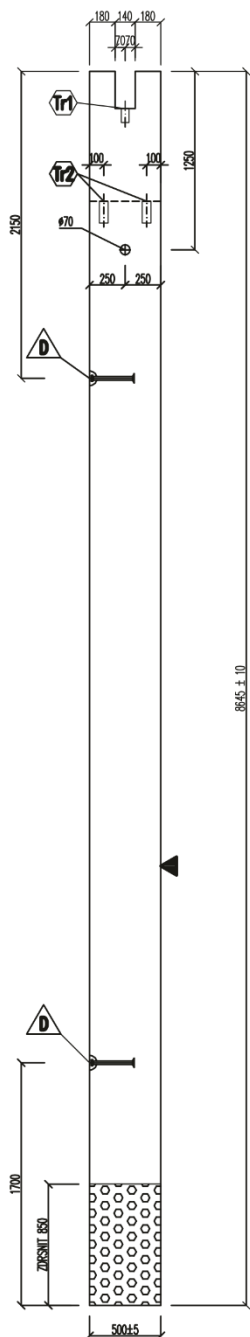
3 Příklad výkresu prefabrikovaného železobetonového sloupu

TVAR

POHLED DO FORMY ZHLAVÍ

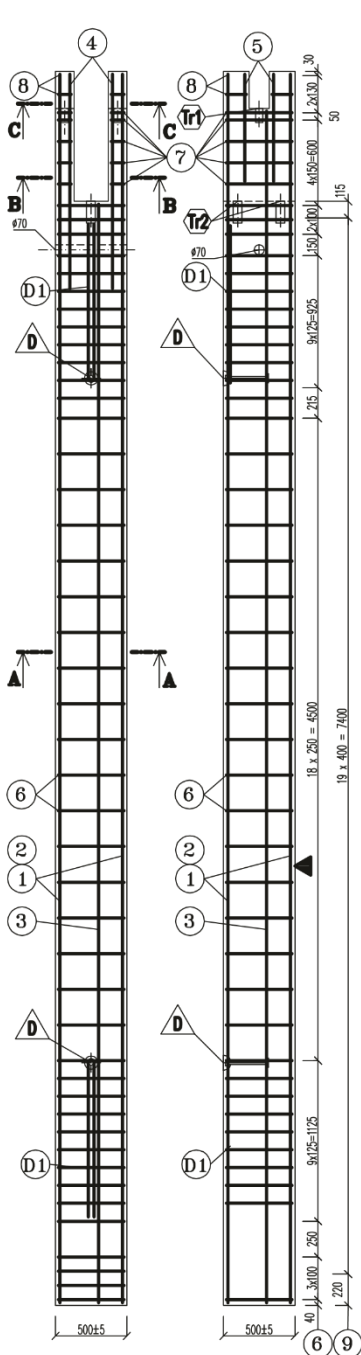


POHLED P

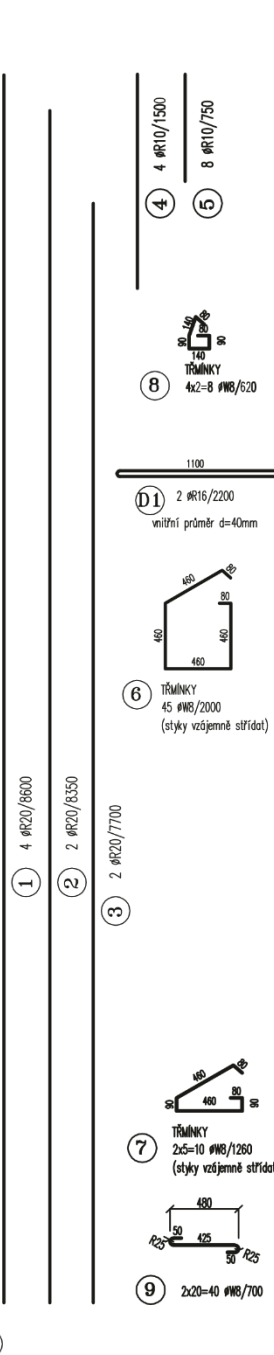


VÝTUŽ

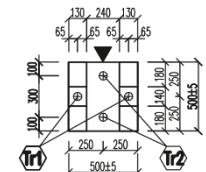
POHLED DO FORMY



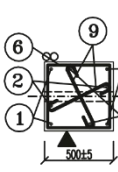
POHLED P



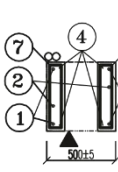
POHLED NA ZHLAVÍ



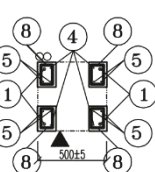
ŘEZ A-A'



ŘEZ B-B'



ŘEZ C-C'



Obr. 8 Příklad výkresu sloupu s úpravou pro usazení do kalichové patky a zakončený vidlicí pro usazení vazníku [4]



4 Literatura

- [1] Podklady poskytnuté k dané problematice p. prof. Jaroslavem Procházkou. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových a zděných konstrukcí.
- [2] BACHMANN, Hubert. a Alfred. STEINLE. *Precast concrete structures*. Berlin: John Wiley, c2011. ISBN 978-3-433-02960-2.
- [3] *Structural precast concrete handbook*. 2nd ed. Singapore: Building and Construction Authority, 2001. ISBN 98-104-3609-2.
- [4] Podklady poskytnuté k dané problematice doc. Jitkou Vaškovou (v rámci přednášek předmětu BK02) České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových a zděných konstrukcí. Dále pak podklady od Ing. Jaroslava Hejla a společnosti STATIKA Čížek s.r.o.

*Dokument smí kdokoliv bez omezení využívat pro vlastní potřebu (sebevzdělávání). Autor si však nepřeje, aby byl dokument jako celek anebo jeho části jakýmkoliv způsobem využíván pro veřejnou prezentaci. **Zakázáno je zejména neautorizované použití pro jakékoliv kurzy komerčního i nekomerčního charakteru, včetně interních firemních kurzů a školní výuky.***

