

6 PŘÍKLAD VÝPOČTU TLAČENÉHO OCELOBETONOVÉHO SLOUPU

6.1 Struktura ČSN EN 1994-1-2

Norma ČSN EN 1994-1-2, viz [6.1], je členěna následovně:

Národní předmluva

1 Všeobecně

2 Zásady navrhování

3 Vlastnosti materiálu

4 Postupy navrhování

5 Konstrukční detaily

Příloha A Pracovní diagramy konstrukčních ocelí při zvýšené teplotě

Příloha B Pracovní diagramy betonu při zvýšené teplotě

Příloha C Pracovní diagramy se sestupnou větví pro beton vystavený účinkům požáru

Příloha D Model pro výpočet požární odolnosti nechráněných spřažených desek vystavených
požáru

Příloha E Model pro výpočet kladných a záporných momentů únosnosti ocelového nosníku
spojeného s betonovou deskou a vystaveného požáru

Příloha F Model pro výpočet kladných a záporných momentů únosnosti částečně obetonovaného
ocelového nosníku spojeného s betonovou deskou a vystaveného požáru

Příloha G Model pro výpočet požární únosnosti spřažených částečně obetonovaných sloupů
vystavených požáru ze všech stran

Příloha H Jednoduchý výpočetní model pro duté betonem vyplněné sloupy vystavené normovému
požáru ze všech stran

Příloha I Plánování a vyhodnocení experimentálních modelů

Národní příloha

6.2 Národní příloha ČSN EN 1994-1-2

Národní příloha se týká osmi článků, v nichž je umožněna národní volba. Ve čtyřech případech přebíráme doporučené hodnoty bez jakýchkoli změn, v jedné záležitosti jsme vybrali ze dvou možností pro použití v ČR variantu doporučenou autorem normy J.-B. Schleichem a ve třech případech jsme se odvolali na související evropské normy již převzaté do ČSN, aby naše postupy byly kompatibilní. Tímto postupem je tak zajištěno, že veškerý mezinárodní software pro požární návrh ocelobetonových konstrukcí u nás bude použitelný bez jakýchkoli modifikací, viz [6.2].

6.3 Postup výpočtu požární odolnosti

Obecně jsou výpočty požární odolnosti založeny ve většině případů na tom, že se předepsaným způsobem stanoví teplota v konstrukci, v jejích jednotlivých částech, a pro tuto sníženou teplotu se určí materiálové vlastnosti oceli nebo betonu. Potom už se únosnost konstrukce vypočítá standardním způsobem běžným u kompozitních konstrukcí. Protože v minulých publikacích už byly ukázány příklady výpočtu desky, nosníku a částečně obetonovaného sloupu, nyní je ukázáno stanovení požární odolnosti dutého ocelového sloupu vyplněného betonem. Pokud má sloup určité parametry, lze jeho požární odolnost stanovit podle přílohy H normy. Výpočet je založen na tom, že se průřez rozdělí na vrstvy, stanoví se jejich teplota a pro změřené vlastnosti oceli i betonu se posléze určí únosnost sloupu. Čím jemnější je dělení, tím je výsledek přesnější. Řešená příklad, který je dokumentován dále, je převzat z projektu Access Steel, viz [6.3].

6.4 Příklad výpočtu tlačného sloupu

Stanovte únosnost centricky tlačného sloupu z uzavřené čtvercové trubky 300 x 300 x 10 mm z oceli S355 vyplněného betonem C30 pro normovou požární odolnost R90.

Základní údaje:

Délka sloupu 3,8 m

Dutý čtvercový průřez 300 x 300 x 10

Ocel S355, $f_{ay} = 355 \text{ N/mm}^2$, $E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$

Výztuž 8 ϕ 20, $f_{sy} = 500 \text{ N/mm}^2$, $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Beton C30/37, $f_{ck} = 29 \text{ N/mm}^2$

Kontrola podmínek přílohy H

Vzpěrná délka $L_{cr} = 3,8 \text{ m}$ $3,8 \text{ m} \leq 4,5 \text{ m} \checkmark$

Šířka průřezu $b = 300 \text{ mm}$ $140 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \checkmark$

Beton C30/37 $C20/25 \leq C30/37 \leq C40/50 \checkmark$

Procento vyztužení

$$\frac{A_s}{A_c} = \frac{8 \frac{\pi \cdot 20^2}{4}}{(300 - 2 \cdot 10)^2} \cdot 100 = 3,2\% \quad 3,2\% \leq 5\% \quad \checkmark$$

Normová požární odolnost 90 minut $90 \text{ minut} \leq 120 \text{ minut} \quad \checkmark$

Podmínky jsou splněny a přílohu H lze použít.

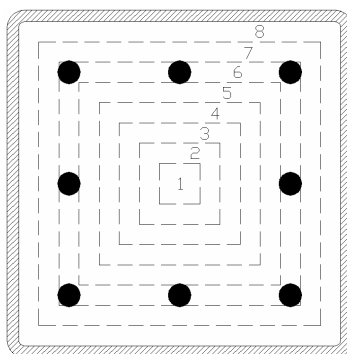
6.4.1 Tepelná odezva

Teplota je v tomto příkladu vypočítána komerčním softwarem, metodou konečných prvků, a postup zde uveden není. Na trhu je těchto softwarů pro analýzu přenosu tepla několik. Také je k dispozici literatura s vypočítanými návrhovými teplotami pro různé příčné řezy, např. *Model Code on Fire Engineering*, ECCS, 2001, viz [6.4].

Příčný řez jsme pro výpočet rozdělili na 8 vrstev, viz obrázek, v nichž se při normovém požáru podle ISO 834 předpokládá konstantní teplota. V tomto příkladu jsou vrstvy aproximovány pro zjednodušení soustřednými čtverci, ačkoliv v rozích je materiál vystaven požáru z obou stran a proto se v nich ohřívá rychleji. Pro výsledek je to ale nepodstatné.

Výsledky analýzy teploty jsou v tabulce:

Vrstva	Délka vnější strany d_o (mm)	Délka vnitřní strany d_i (mm)	Teplota
1	35	0	124°C
2	70	35	134°C
3	105	70	164°C
4	140	105	221°C
5	175	140	303°C
6	210	175	415°C
7	245	210	577°C
8	280	245	814°C
Ocelový plášť			953°C



Obr. 6.1 Označení vrstev

6.4.2 Kritická síla a návrhová plastická únosnost při zvýšené teplotě

Kritická síla se určí ze vztahů (H.2) a (H.3), přičemž označení rovnic se zachovává podle normy. Návrhová únosnost při požáru je dána vztahem (H.1). Při výpočtu se postupuje tak, že se při určité vstupní (zahajovací) hodnotě poměrného přetvoření vypočítají hodnoty podle (H.2) a (H.3) a hodnoty se zpřesňují tak dlouho, dokud neplatí vztah (H.1). Tento vztah potom udává únosnost při požáru.

Hodnoty z normy jsou:

$$N_{fi,Rd} = N_{fi,cr} = N_{fi,pl,Rd} \quad (H.1)$$

$$N_{fi,cr} = \frac{\pi^2 (E_{a,\theta,\sigma} I_a + E_{c,\theta,\sigma} I_c + E_{s,\theta,\sigma} I_s)}{l_\theta^2} \quad (H.2)$$

$$N_{fi,pl,Rd} = A_a \sigma_{a,\theta} / \gamma_{M,fi,a} + A_s \sigma_{s,\theta} / \gamma_{M,fi,s} + A_c \sigma_{c,\theta} / \gamma_{M,fi,c} \quad (H.3)$$

kde

$N_{fi,cr}$ je kritická síla při požáru,

$N_{fi,pl,Rd}$ návrhová hodnota plastické únosnosti v tlaku celého průřezu při požáru,

l_θ vzpěrná délka sloupu při požáru,

$E_{i,\theta,\sigma}$ tangentový modul pro i-tý materiál při teplotě θ a napětí σ ,

I_i moment setrvačnosti i-tého materiálu vztažený k těžišťové ose y nebo z spráženého průřezu,

A_i plocha i-tého materiálu průřezu,

$\sigma_{i,\theta}$ napětí v i-tém materiálu průřezu při teplotě θ ,

$\gamma_{M,fi,i}$ dílčí součinitel i-tého materiálu (uvažuje se roven 1,0).

Postupuje se tak, že se na začátku určí plochy a momenty setrvačnosti všech vrstev. Výpočet pro vrstvu 6 a teplotu 415°C je na ukázkou uveden zde:

$$A_{s,\theta} = 8 \frac{\pi}{4} \cdot \phi^2 = 8 \frac{\pi}{4} \cdot 20^2 = 2513 \text{ mm}^2$$

$$I_{s,\theta} = \sum I_{0,i} + A_i a_i^2 = 8 \cdot \frac{\pi \cdot 20^4}{64} + 6 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \left(\frac{(210+175)/2}{2} \right)^2 = 17,53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{c,\theta} = d_o^2 - d_i^2 - A_{s,\theta} = 210^2 - 175^2 - 2513 = 10962 \text{ mm}^2$$

$$I_{c,\theta} = \frac{210^4 - 175^4}{12} - 17,53 \cdot 10^6 = 66,38 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Výsledky pro všechny vrstvy jsou v následující tabulce:

Vrstva	Plocha (mm ²)	I_i (mm ⁴)
Ocel	11500	$160,26 \cdot 10^6$
Beton – 8	18375	$211,96 \cdot 10^6$
Beton – 7	15925	$138,18 \cdot 10^6$
Beton – 6	10962 ¹	$66,38 \cdot 10^6$
Beton – 5	11025	$46,14 \cdot 10^6$
Beton – 4	8575	$21,88 \cdot 10^6$
Beton – 3	6125	$8,13 \cdot 10^6$
Beton – 2	3675	$1,88 \cdot 10^6$
Beton – 1	1225	$0,13 \cdot 10^6$
Výztuž (vrstva 6)	2513	$17,53 \cdot 10^6$

¹⁾ Výztuž této vrstvy je z plochy betonu odečtena

Pro ocelový průřez se určí tangentský modul a napětí podle tab. 3.1 v ČSN EN 1994-1-2

Poměrné přetvoření	Napětí σ	Tangentský modul
I) pružné $\varepsilon \leq \varepsilon_{ap,\theta}$	$E_{a,\theta} \varepsilon_{a,\theta}$	$E_{a,\theta}$
II) eliptický přechod $\varepsilon_{ap,\theta} \leq \varepsilon$ $\varepsilon \leq \varepsilon_{ay,\theta}$	$\left(f_{ap,\theta} - c\right) + \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{a,\theta}\right)^2}$ $a^2 = \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{ap,\theta}\right) \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{ap,\theta} + c / E_{a,\theta}\right)$ $b^2 = E_{a,\theta} \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{ap,\theta}\right) c + c^2$ $c = \frac{\left(f_{ay,\theta} - f_{ap,\theta}\right)^2}{E_{a,\theta} \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{ap,\theta}\right) - 2 \left(f_{ay,\theta} - f_{ap,\theta}\right)}$	$\frac{b \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{a,\theta}\right)}{a \sqrt{a^2 - \left(\varepsilon_{ay,\theta} - \varepsilon_{a,\theta}\right)^2}}$
III) plastické $\varepsilon_{ay,\theta} \leq \varepsilon$ $\varepsilon \leq \varepsilon_{au,\theta}$	$f_{ay,\theta}$	0

V tabulce značí:

$f_{ap,\theta} = k_{p,\theta} \cdot f_{ay}$ mez úměrnosti,

$f_{ay,\theta} = k_{y,\theta} \cdot f_{ay}$ nejvyšší úroveň napětí v požární situaci,

$E_{a,\theta} = k_{E,\theta} E_a$ sklon lineární části pracovního diagramu oceli při zvýšené teplotě,

$k_{i,\theta}$ redukční součinitel pro zvýšenou teplotu.

Pro mezilehlé teploty lze redukční součinitel zjistit lineární interpolací.

$\varepsilon_{ap,\theta} = f_{ap,\theta} / E_{a,\theta}$ je poměrné přetvoření na mezi úměrnosti,

$\varepsilon_{ay,\theta} = 0,02$ poměrné přetvoření při nejvyšší úrovni napětí,

$\varepsilon_{au,\theta} = 0,15$ největší poměrné přetvoření.

Pro čtvercový ocelový průřez se vypočítají hraniční hodnoty a sklon pracovního diagramu. Totéž se provede pro výztuž, kde lze pro za tepla válcovanou výztuž použít tab. 3.2 a pro výztuž doválcovanou za studena tab. 3.4.

Výpočty pro čtvercový průřez

$$f_{ap,\theta} = k_{p,\theta} \cdot f_{ay} = (0,0375 - (0,0375 - 0,0250) \cdot \frac{53}{100}) \cdot 355 = 11,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ay,\theta} = k_{ay,\theta} \cdot f_{ay} = (0,06 - (0,06 - 0,04) \cdot \frac{53}{100}) \cdot 355 = 17,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{a,\theta} = k_{E,\theta} E_a = (0,0675 - (0,0675 - 0,0450) \cdot \frac{64}{100}) \cdot 210000 = 11671 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{ap,\theta} = f_{ap,\theta} / E_{a,\theta} = 11,0 / 11671 = 0,94 \cdot 10^{-3}$$

Výsledky pro čtvercový průřez a pro výztuž jsou souhrnně v následující tabulce.

Vrstva	$f_{ap,\theta}$ (N/mm ²)	$f_{ay,\theta}$ (N/mm ²)	$E_{a,\theta}$ (N/mm ²)	$\varepsilon_{ap,\theta}$
Ocel	11,0	17,5	11671	0,00094
Výztuž	301	449	107200	0,00281

Výpočty součinitelů a , b a c pro eliptickou přechodovou oblast:

Vrstva	a (-)	b (N/mm ²)	c (N/mm ²)
Ocel	0,0191	6,7830	0,2066
Výztuž	0,0173	163,37	14,367

Pro beton se použije pracovní diagram ve tvaru

$$\sigma_{c,\theta} = f_{c,\theta} \left[3 \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right) / \left\{ 2 + \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right)^3 \right\} \right]$$

kde:

$$f_{c,\theta} = k_{c,\theta} \cdot f_c$$

$k_{c,\theta}$ a $\varepsilon_{cu,\theta}$ se uvažují podle tab. 3.3 v ČSN EN 1994-1-2.

Výsledky pro všechny betonové vrstvy jsou v následující tabulce

Vrstva	$f_{c,\theta}$ (N/mm ²)	$\varepsilon_{cu,\theta}$
Beton – 8	4,07	0,0250
Beton – 7	14,1	0,0227
Beton – 6	21,1	0,0108
Beton – 5	24,6	0,0071
Beton – 4	26,9	0,0058
Beton – 3	28,1	0,0050
Beton – 2	28,5	0,0045
Beton – 1	28,7	0,0044

Jak už bylo řečeno, je pro určení $N_{fi,cr}$ a $N_{fi,pl,Rd}$ nutné znát tangentový modul a napětí. Protože obě hodnoty jsou funkcí poměrného přetvoření, jsou výpočty provedeny simultánně ve spreadsheetu. Začne se s malou hodnotou poměrného přetvoření a přidává se po malých krocích, dokud neplatí $N_{fi,cr} = N_{fi,pl,Rd}$.

Zahajovací hodnota

$$\varepsilon_a = \varepsilon_c = \varepsilon = 0,005$$

Určení napětí v betonu pro dané poměrné přetvoření je ukázáno na příkladu vrstvy 4

$$\begin{aligned}\sigma_{c,\theta} &= f_{c,\theta} \left[3 \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right) / \left\{ 2 + \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right)^3 \right\} \right] = \\ &= 26,9 \left[3 \left(\frac{0,0005}{0,0058} \right) / \left\{ 2 + \left(\frac{0,0005}{0,0058} \right)^3 \right\} \right] = 3,48 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tangentový modul betonu se určí ze vztahu

$$E_{c,\theta} = \frac{6f_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \cdot \frac{1 - \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right)^3}{\left\{ 2 + \left(\frac{\varepsilon_{c,\theta}}{\varepsilon_{cu,\theta}} \right)^3 \right\}^2}$$

Výpočet pro vrstvu 4 je uveden dále

$$E_{c,\theta} = \frac{6 \times 26,9}{0,0058} \cdot \frac{1 - \left(\frac{0,0005}{0,0058} \right)^3}{\left\{ 2 + \left(\frac{0,0005}{0,0058} \right)^3 \right\}^2} = 6948 \text{ N/mm}^2$$

Výsledky pro všechny betonové vrstvy jsou v následující tabulce.

Vrstva	$\sigma_{c,\theta}$ (N/mm ²)	$E_{c,\theta,\sigma}$ (N/mm ²)
Beton – 8	0,12	243,9
Beton – 7	0,46	928,4
Beton – 6	1,47	2943
Beton – 5	2,60	5193
Beton – 4	3,48	6948
Beton – 3	4,24	8472
Beton – 2	4,74	9456
Beton – 1	4,93	9828

Napětí v oceli pro dané (zahajovací) poměrné přetvoření

$$\varepsilon = 0,0005 < \varepsilon_{ap,\theta} = 0,00094$$

je

$$\sigma_{a,\theta} = E_{a,\theta} \cdot \varepsilon_{a,\theta} = 11671 \cdot 0,0005 = 5,84 \text{ N/mm}^2$$

a tangentový modul

$$E_{a,\theta,\sigma} = E_{a,\theta} = 11671 = 11671 \text{ N/mm}^2$$

V následující tabulce jsou výsledky i pro výztuž:

Vrstva	$\sigma_{a,\theta}$ (N/mm ²)	$E_{a,\theta,\sigma}$ (N/mm ²)
Ocel	5,84	11 671
Výztuž	53,6	107 200

Vypočítá se $N_{fi,cr}$ a $N_{fi,pl,Rd}$

$$N_{fi,cr} = \frac{\pi^2 (E_{a,\theta,\sigma} I_a + E_{c,\theta,\sigma} I_c + E_{s,\theta,\sigma} I_s)}{l_0^2} =$$

$$= \frac{\pi^2}{3,8^2} \left(\begin{aligned} &11670 \cdot 160,3 + 9828 \cdot 0,130 + 9456 \cdot 1,880 + \\ &+ 8472 \cdot 8,130 + 6958 \cdot 21,88 + 5193 \cdot 46,14 + \\ &+ 2943 \cdot 66,38 + 928,4 \cdot 138,2 + \\ &+ 243,9 \cdot 212,0 + 107200 \cdot 17,53 \end{aligned} \right) = 3148 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
N_{fi,pl,Rd} &= A_a \sigma_{a,0} / \gamma_{M,fi,a} + A_s \sigma_{s,0} / \gamma_{M,fi,s} + A_c \sigma_{c,0} / \gamma_{M,fi,c} = \\
&= \frac{11500 \cdot 5,84}{1,0} + \frac{2513 \cdot 53,6}{1,0} + \\
&+ \frac{1225 \cdot 4,93 + 3675 \cdot 4,74 + 6125 \cdot 4,24 + 8575 \cdot 3,48}{1,0} + \\
&+ \frac{11025 \cdot 2,60 + 10962 \cdot 1,47 + 15925 \cdot 0,46 + 18375 \cdot 0,12}{1,0} = 335 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Nyní se bude zvětšovat po malých krocích poměrné přetvoření, dokud nebude platit $N_{fi,cr} = N_{fi,pl,Rd}$. Je zřejmé, že při zvětšování poměrného přetvoření roste $N_{fi,cr}$ a zmenšuje se $N_{fi,pl,Rd}$. Je to vidět i v následující tabulce.

Poměrné přetvoření	$N_{fi,cr}$ (kN)	$N_{fi,pl,Rd}$ (kN)
0,005	3148	335
0,001	2327	670
0,002	1957	1215
0,0025	1913	1474
0,0028	1887	1623
0,0029	1417	1703
0,002833	1679	1675

Hodnoty sil se vyrovnají na úrovni 1675 kN, takže únosnost sloupu po 90 min požáru je 1675 kN.

Hodnotu lze, s velkou přibližností, ověřit na obrázku H.4 normy ČSN EN 1994-1-2. Pro průřez 300 x 300 x 7,1 z oceli S355, vyplněný betonem C30/35 a s vyztužením 4 %, je při vzpěrné délce 3,8 m a požadované době požární odolnosti R90 únosnost 1660 kN.

Pro kontrolu uvedeného výpočtu lze použít také tabulku 4.7 z normy [6.1]. Podle interpolace z této tabulky je sloup řešený v předchozím výpočtu schopen při době požární odolnosti R90 odolat vytížení $\eta_{fi,t} = 0,36$. Přesvědčíme se, že přesnější výpočet umožní ještě větší vytížení.

Únosnost sloupu při normální teplotě se stanoví podle ČSN EN 1994-1-1. Při výpočtu se uvažuje mez kluzu ocelového průřezu 235 MPa, vyztužení 3% a skutečný beton, v našem případě C30/35.

Průřezové hodnoty (viz obr. 6.1) jsou

$$A_a = 11500 \text{ mm}^2 \quad I_a = 161,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_s = 2513 \text{ mm}^2 \quad I_s = 17,36 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_c = 8575 \text{ mm}^2 \quad I_c = 512,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Pevnostní charakteristiky

Ocel: $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Výztuž: $f_{sk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{sd} = 500/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$

Beton: $f_{ck} = 29 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 29/1,5 = 19,3 \text{ MPa}$

Únosnost průřezu v normální teplotě:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + A_s f_{sd} + A_c f_{cd} = 11500 \cdot 235 + 2513 \cdot 434,8 + 8575 \cdot 19,3 = 3818 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rk} = A_a f_y + A_s f_{sk} + A_c f_{ck} = 11500 \cdot 235 + 2513 \cdot 500 + 8575 \cdot 29 = 4044 \text{ kN}$$

Ohybová tuhost sloupu

$$(EI)_{eff} = E_a I_a + E_s I_s + 0,6 E_c I_c = 210000 \cdot 161,5 \cdot 10^6 + 210000 \cdot 17,36 \cdot 10^6 + 0,6 \cdot 32000 \cdot 512,2 \cdot 10^6 = 47,4 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4$$

$$N_{cr} = \pi^2 (EI)_{eff} / L^2 = \pi^2 \cdot 47,4 \cdot 10^{12} / 3800^2 = 32397 \text{ kN}$$

$$\lambda = \sqrt{(N_{pl,Rk} / N_{cr})} = \sqrt{(4044 / 32397)} = 0,353$$

Křivka b

$$\chi = 0,945$$

Únosnost sloupu v normální teplotě

$$N_{b,Rd} = \chi N_{pl,Rd} = 0,945 \cdot 3818 = 3608 \text{ kN}$$

Z toho lze určit součinitel vytížení odpovídající pokročilému výpočtu

$$\eta_{fi,t} = N_{fi,pl,Rd} / N_{b,Rd} = 1675 / 3608 = 0,46 > 0,36$$

Je vidět, že pokročilý (přesný) výpočet umožní (při R90) sloup více zatížit (cca o 30%), než vyplýne z tabulkového odhadu.

6.5 Možnosti výpočtu

Norma pro požární návrh ocelobetonových konstrukcí, viz [6.1], platí od 1. 1. 2007 a jak je vidět z uvedeného příkladu, umožňuje propočítat požární odolnost u konstrukcí, u nichž jsme to dosud nedovedli.

Literatura

[6.1] ČSN EN 1994-1-2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI 2006.

[6.2] Wald, F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8.

[6.3] Access Steel, URL: www.access-steel.com.

[6.4] Schleich J. B., Kruppa J., Newman G., Twilt L., ed.: Model code on fire engineering, ECCS, p.č. 111, Brussels 2001, 165 s., ISBN 92-9147-000-65.

QUALITY RECORD

Název	Příklad výpočtu tlačeného ocelobetonového sloupu
Kategorie	Ocelobetonové konstrukce
Název souboru	4-6_Příklad_Tlacený_ocelbet_sloup.pdf
Datum vytvoření	11. 11. 2007
Autor	Prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc. Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Eurokódy	ČSN EN 1994-1-2: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI 2006.
Literatura	Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8. www.access-steel.com Schleich J. B., Kruppa J. Newman G., Twilt L., ed.: Model code on fire engineering, ECCS, p.č. 111, Brussels 2001, 165 s., ISBN 92-9147-000-65.