

Novinka RIBtec BEST 17.0, Build 19072017

Zadání krytí skládané výztuže k povrchu průřezu pro účely návrhu na požární odolnost

Program RIBtec BEST mj. řeší posouzení, resp. návrh na požadovanou požární odolnost (PO) betonových sloupů dle smyslu EN 1992-1-2 tabelární metodou (rovnice 5.7) nebo s volitelným licenčním rozšířením tzv. rozšířenou zónovou metodou pro neztužené a velmi štíhlé sloupy. V obou případech jsou velmi významné vstupní parametry určující polohu výztuže v betonovém průřezu. V PO program BEST doposud počítal zjednodušeně s hodnotou osového krytí d_1 , zadávanou spolu s betonovým průřezem pro účely statického návrhu výztuže za studena. V programu BEST lze nyní od verze 17.0, Build 19072017, nově zadat pro účely návrhu na požární odolnost osově krytí skládané výztuže k povrchu průřezu. Tento newsletter rekapituluje důsledky a současné možnosti tohoto funkčního rozšíření.

Zadání polohy výztuže pro účely jejího statického návrhu

Základním parametrem pro definici polohy výztuže v betonovém průřezu, a to jak **pro statický návrh nutné výztuže za studena**, tak i při požáru, je její „Osově krytí d_1 “, které se zadává ve vlastnostech průřezu:

Vlastnosti

Průřez 400x400

Šířka	40,0 cm
Výška	40,0 cm
Statické hodnoty	
A	1600,00 cm ²
ly	213333 cm ⁴
lz	213333 cm ⁴
lyz	0 cm ⁴
lt	360533 cm ⁴
Skladba výztuže	Rohová výztuž 4x1
Osově krytí d1	7,4 cm
Krytí betonem cvL	4,0 cm
Maximální výztuž max ró	6,00 %

Osově krytí d1
Osově krytí d1 výztuže od povrchu ŽB průřezu

Zadání polohy výztuže pro zjištění její teploty při požáru

V případech reálného provedení rohové výztuže skladnou z více rohových prutů má význam parametr „Osové krytí výztuže k povrchu“, který se zadává na panelu Vlastností sloupu při aktivaci posouzení návrhu na požární odolnost, a to jak tabelárně, tak i zónovou metodou:

Přehled

- Neztužený sloup
 - Sloup
 - Průřezy
 - 400x400
 - Úseky
 - 1. Úsek l=4.50 m
 - Montážní stavy a imperfekce
 - Konečný stav
 - h=4.5 m cx=0.0 c.phiy=0.0 cy=0.0 c.
 - A: h=0.0 m cx=1.0 c.phiy=1.0 cy=1.0 c.
 - Zatěžovací stavy
 - ZS 1 Stálé zatížení
 - ZS 2 Snih
 - Návrhové kombinace
 - Základní kombinace
 - nepříznivý
 - Hlavní účinek Snih
 - Ed 1(G) 1.35*ZS1+1.50*ZS2
 - Požární kombinace
 - Hlavní účinek Snih
 - Ed 2(Br) 1.00*ZS1+0.20*ZS2

Vlastnosti

Sloup	
Zvolit beton	C30/37
Měkká výztuž	B500S
Zohlednit vlastní tíhu	<input checked="" type="checkbox"/>
Požární odolnost	
Posudek požární odolnosti	Rozšířená zónová metoda
Ohoření	4 strany
Třída požární odolnosti	R90
Doba požáru	90 min
Kamenivo do betonu	Křemičité
Výroba výztuže	tvářená za studena
Tloušťka izolace	0.0 cm
Hmotnostní procento vlhkosti	0.00 %
Skladba výztuže	Rohová výztuž 4x3
Rozteč prutů rohové výztuže	3.0 cm
Osové krytí výztuže k povrchu	5.4 cm
Posudky	
Návrh pro průřez netto	<input type="checkbox"/>
Návrh na smyk	<input checked="" type="checkbox"/>
Min.výztuž na posouvající sílu	<input type="checkbox"/>

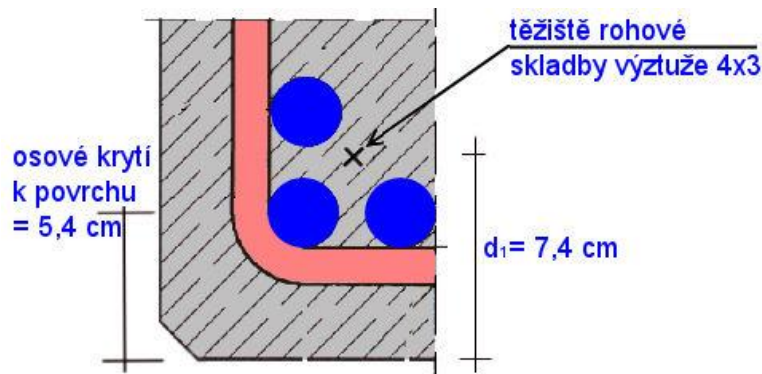
Osové krytí výztuže k povrchu
 Pro účely termické analýzy, tj. stanovení teploty výztuže, může být zadáno osové krytí výztuže k povrchu odlišně od polohy jejího těžiště v průřezu za studena (parametr d1). Toto má význam v případech, kdy se ve skutečnosti jedná o skládanou rohovou výztuž (např. 4x3, 4x5 prutů se zadanou roztečí). V návrhu na PO se pak uvažuje s průměrnou teplotou výztuže zjištěnou ze zde popsané, skutečné polohy jednotlivých prutů rohové skladby.



Pokud není parametr „Osové krytí výztuže k povrchu“ zadán, resp. je nulový, pak se automaticky do výpočtu teploty výztuže přebírá hodnota „Osového krytí d1“, zadaná ve vlastnostech průřezu.

Příklad

Obdélníkový průřez se skladbou rohové výztuže 4 x 3 profily Ø28 mm a vzájemnou roztečí 30 mm a osovým krytím výztuže k povrchu průřezu 54 mm odpovídá poloze těžiště skladby této výztuže, tj. osovému krytí $d_1 = 74$ mm:



Důsledky v posudku požární odolnosti tabelární metodou

Rovnice 5.7 na tabelární výpočet požární odolnosti R [min] dle EN 1992-1-2 je následující:

$$R = 120 * ((R_{\eta fi} + R_a + R_l + R_b + R_n) / 120)^{1,8},$$

Přičemž polohu výztuže zde reprezentuje parametr R_a definovaný jako:

$$R_a = 1,60 * (a - 30),$$

Parametr a je osově krytí podélné výztuže v [mm]; $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$.

Tabelární požární odolnost (teorie II. řádu)

Posouzení konstruktivní požární odolnosti dle EN 1992-1-2, rovnice 5.7 probíhá za následujících předpokladů:

ztužený betonový sloup
konce sloupu jsou uloženy se zamezením natočení
pro efektivní výšku sloupů s obdélníkovým průřezem platí: $2.0 \text{ m} \leq l_{o,fi} \leq 6.0 \text{ m}$
Efektivní výška vícepodlažních sloupů: $l_{o,fi} = 0.5 l_{col}$, resp. $l_{o,fi} = 0.7 l_{col}$
Efektivní výška jednopodlažních sloupů: $l_{o,fi} = 0.5 l_{col}$
$N_{fi, \text{častá}}$ požární návrhové účinky dle EN 1991-1-2 = častá kombinace
N_{Rd} návrhová hodnota únosnosti dle EN 1992-1-1, 5.8.6
výztuž $A_s \leq 0.04 A_c$
Dále je třeba respektovat konstruktivní zásady požární odolnosti.

Ed	Výška [m]	$N_{fi, \text{častá}}$ [kN]	N_{Rd} [kN]	μ_{fi}	Typ	Doba požární odolnosti R					T [min]	A_s/A_c [%]
						R_{fi}	R_a	R_l	R_b	R_n		
1	4.50	-310	-1338	0.23	R	63.77	38.4	26.40	36.0	12	241	0.92
1	3.38	-314	-971	0.32	R	56.11	38.4	26.40	36.0	12	222	0.92
1	3.38	-314	-700	0.45	R	45.71	38.4	26.40	36.0	12	198	0.92
1	2.25	-319	-564	0.57	R	36.04	38.4	26.40	36.0	12	177	0.92
1	1.12	-323	-505	0.64	R	29.79	38.4	26.40	36.0	12	164	0.92

Důsledky v posudku požární odolnosti zónovou metodou

Při použití rozšířené zónové metody v programu RIBtec BEST se stanovuje teplota každého profilu rohové výztuže zvlášť a zjištěná teplota se použije pro odpovídající změnu pracovního diagramu napětí – přetvoření při požáru. Z průběhů izoterm v betonovém průřezu plyne, že maximální prohřátí průřezu je v jeho rohových bodech, což má při skládané rohové výztuži další důsledky.

Při skladbě rohové výztuže **4 x 1 profil** s *Osovým krytím* $d1 =$ *Osové krytí výztuže k povrchu* = 5,4 cm dosahuje **zjištěná teplota výztuže 477 °C**:

Termická analýza

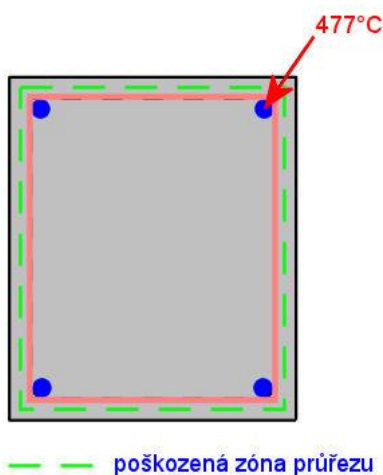
Doba požární odolnosti	R 90	Vlhkost betonu	0.00 hm.-%
Teplota žhavých plynů dle NTK	1006 °C	Vodivost	1.95 W/m K
Kamenivo betonu	Křemičité	Měrné teplo	900 J/kgK
Výroba betonářské výztuže	tvářená za studena	Surová hustota	2300 kg/m³
Ohoření	4-stranné	Emisní součinitel	0.70
Izolace	0.00 cm	Součinitel prostupu	0.943 10e-6 m²/s

Zóna	Výztuž			průměrné teploty [°C]		Termické přetvoření [‰]		šířka poškozené zóny
	n	Tvar	e [cm]	d1 [cm]	Beton	Ocel	Beton	Ocel
30	4x1	3.0	5.4	100	477	0.743	6.389	3.830

Z vyšším zjištěným teplotám výztuže odpovídají nižší hodnoty její pevnosti při požáru, viz další část protokolu termické analýzy:

Materiál při vysoké teplotě

Beton	$k_c(T)$	$f_{ck}(T)$	$E_{c,m}(T)$	γ_c	α_{cc}	$f_{cd}(T)$
C 30/37	1.00	30.0	32800	1.00	1.00	
Výztuž	$k_{sy}(T)$	$f_{yk}(T)$	$E_s(T)$	γ_s	$k_{sp}(T)$	$f_{yp}(T)$
B500S	0.73	366.4	87437	1.00	0.48	242.1

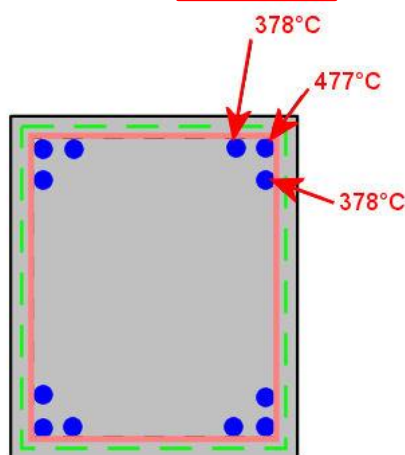


Při zohlednění reálné skladby rohové výztuže **4 x 3 profily se vzájemnou roztečí 30 mm**, **Osovým krytím $d1 = 7,4$ cm** a **Osovým krytí výztuže k povrchu = 5,4 cm** je zjištěná teplota obou krajních profilů nižší než u rohového profilu, což se pozitivně projeví rovněž na nižší průměrné teplotě výztuže **412°C**. Ve statickém návrhu nutné výztuže při požáru tak lze uvažovat s její vyšší pevností. **Výsledkem je hospodárnější návrh výztuže.**

Termická analýza

Doba požární odolnosti	R 90	Vlhkost betonu	0.00 hm.-%
Teplota žhavých plynů dle NTK	1006 °C	Vodivost	1.95 W/m K
Kamenivo betonu	Křemičité	Měrné teplo	900 J/kgK
Výroba betonářské výztuže	tvářená za studena	Surová hustota	2300 kg/m³
Ohoření	4-stranné	Emisní součinitel	0.70
Izolace	0.00 cm	Součinitel prostupu	0.943 10e-6 m²/s

Zóna	Výztuž			průměrné teploty [°C]		Termické přetvoření [%]		šířka poškozené zóny
	n	Tvar	e [cm]	d1 [cm]	Beton	Ocel	Beton	Ocel
30	4x3	3.0	5.4	100	412	0.743	5.385	3.830



— — — poškozená zóna průřezu

Materiál při vysoké teplotě

Beton	$k_c(T)$	$f_{ck}(T)$	$E_{c,m}(T)$	γ_c	α_{cc}	$f_{od}(T)$
c30/37	1.00	30.0	32800	1.00	1.00	

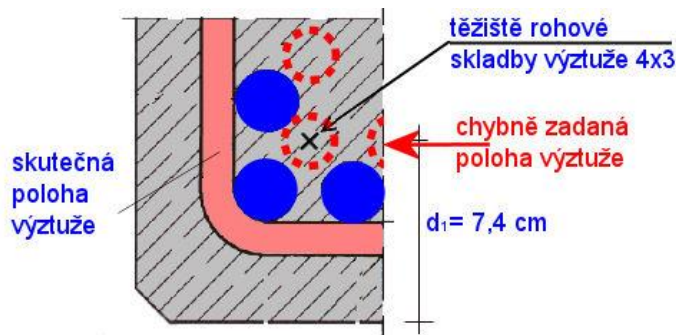
Výztuž	$k_{sy}(T)$	$f_{yk}(T)$	$E_s(T)$	γ_s	$k_{sp}(T)$	$f_{yp}(T)$
B500S	0.91	453.5	108092	1.00	0.61	303.4



V případech skládané rohové výztuže a návrhu na požární odolnost vede přesnější zadání polohy jednotlivých profilů na příznivější výsledky, neboť je výsledná průměrná teplota výztuže nižší, čemuž pak v návrhu nutné výztuže za dané teploty odpovídá její vyšší pevnost.

Důležité upozornění na možnou chybu v zadání

Pokud se současně s volbou skladby výztuže 4 x 3 v nastaveních návrhu na požární odolnost ponechá **nulová hodnota** parametru *Osového krytí výztuže k povrchu*, pak výpočet teploty výztuže automaticky přebírá hodnotu parametru *Osového krytí d1*, zadanou ve vlastnostech průřezu, což však neodpovídá skutečné poloze jednotlivých profilů. Tyto pak „výpočetně“ leží v průřezu hlouběji, jejich spočtená teplota je tak nižší a výsledek návrhu na PO je **na straně NEbezpečnosti**.



Přehled

- Neztužený sloup
 - Sloup
 - Průřezy
 - 400x400
 - Úseky
 - 1. Úsek l=4.50 m
 - Montážní stavy a imperfekce
 - Konečný stav
 - h=4.5 m cx=0.0 c.phiy=0.0 cy:
 - A: h=0.0 m cx=1.0 c.phiy=1.0 cy
 - Zatěžovací stavy
 - ZS 1 Stálé zatížení
 - ZS 2 Sníh
 - Návrhové kombinace
 - Základní kombinace
 - nepříznivý
 - Hlavní účinek Sníh
 - Ed 1(G) 1.35*ZS1+1.50*ZS
 - Požární kombinace
 - Hlavní účinek Sníh
 - Ed 2(Br) 1.00*ZS1+0.20*ZS2

Vlastnosti

Průřez 400x400	
Šířka	40.0 cm
Výška	40.0 cm
Statické hodnoty	
A	1600.00 cm ²
ly	213333 cm ⁴
lz	213333 cm ⁴
lyz	0 cm ⁴
lt	360533 cm ⁴
Skladba výztuže	Rohová výztuž 4x1
Osové krytí d1	7.4 cm
Krytí betonem cvL	4.0 cm
Maximální výztuž max ró	6.00 %

Osové krytí d1
Osové krytí d1 výztuže od povrchu ŽB průřezu

Přehled

- Neztužený sloup
 - Sloup
 - Průřezy
 - 400x400
 - Úseky
 - 1. Úsek l=4.50 m
 - Montážní stavy a imperfekce
 - Konečný stav
 - h=4.5 m cx=0.0 c.phiy=0.0 cy:
 - A: h=0.0 m cx=1.0 c.phiy=1.0 cy
 - Zatěžovací stavy
 - ZS 1 Stálé zatížení
 - ZS 2 Sníh
 - Návrhové kombinace
 - Základní kombinace
 - nepříznivý
 - Hlavní účinek Sníh
 - Ed 1(G) 1.35*ZS1+1.50*ZS
 - Požární kombinace
 - Hlavní účinek Sníh
 - Ed 2(Br) 1.00*ZS1+0.20*ZS2

Vlastnosti

Sloup	
Zvolit beton	C30/37
Měkká výztuž	B500S
Zohlednit vlastní tíhu	<input checked="" type="checkbox"/>
Požární odolnost	
Posudek požární odolnosti	Rozšířená zónová metoda
Ohoření	4 strany
Třída požární odolnosti	R90
Doba požáru	90 min
Kamenivo do betonu	Křemičité
Výroba výztuže	tvářená za studena
Tloušťka izolace	0.0 cm
Hmotnostní procento vlhkosti	0.00 %
Skladba výztuže	Rohová výztuž 4x3
Rozteč prutů rohové výztuže	3.0 cm
Osové krytí výztuže k povrchu	0.0 cm
Posudky	
Návrh pro průřez netto	<input checked="" type="checkbox"/>
Návrh na smyk	<input checked="" type="checkbox"/>
Min.výztuž na posouvající sílu	<input type="checkbox"/>

Osové krytí výztuže k povrchu
Pro účely termické analýzy, tj. stanovení teploty výztuže, může být zadáno osové krytí výztuže k povrchu odlišně od polohy jejího těžiště v průřezu za studena (parametr d1). Toto má význam v případech, kdy se ve skutečnosti jedná o skládanou rohovou výztuž (např. 4x3, 4x5 prutů se zadanou roztečí). V návrhu na PO se pak uvažuje s průměrnou teplotou výztuže zjištěnou ze zde popsané, skutečné polohy jednotlivých prutů rohové skladby.