

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

Šablona pro statický výpočet

Železobetonový sloup

Jakub Holan

Praha, 2019

Popis použitých symbolů

A_c	plocha betonového průřezu (oslabení výztuží není uvažováno)
A_s	plocha výztuže
$A_{c,req}$	požadovaná plocha betonového průřezu
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,prov}$	skutečná plocha výztuže
$A_{s,req}$	požadovaná plocha výztuže
A_{si}	plocha i-té výztuže
E_s	modul pružnosti výztuže
M_0	moment odpovídající síle N_{Rd0} a výstřednosti e_0
M_{Rdi}	momentová únosnost v bodě i
N_{Ed}	působící normálová síla
N_{Rdi}	normálová únosnost v bodě i
η	součinitel definující účinnou pevnost
λ	součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti
μ	poměrné využití betonového průřezu ohybovým momentem
ν	poměrné využití betonového průřezu normálovou silou
ω	součinitel pro návrh výztuže
ρ_s	stupeň vyztužení průřezu (A_s/A_c)
σ_c	napětí v betonu
σ_{si}	napětí v i-té výztuži
σ_s	napětí ve výztuži
\varnothing_s	průměr hlavní podélné výztuže
\varnothing_{tr}	průměr třmíneků
ε_{c3}	poměrné přetvoření betonu při dosažení maximální pevnosti betonu
ε_{cu3}	mezní poměrné přetvoření betonu
ε_c	poměrné přetvoření betonu
ε_{si}	poměrné přetvoření i-té výztuže
ε_{sy}	poměrné přetvoření výztuže na mezi kluzu
b	šířka průřezu
c	tloušťka krycí vrstvy
d_1	osová vzdálenost dolní výztuže od bližší hrany průřezu
d_2	osová vzdálenost horní výztuže od bližší hrany průřezu
e_0	požadovaná minimální výstřednost normálové síly
e	skutečná výstřednost působící normálové síly (ve směru h)

f_{cd}	návrhová hodnota pevnosti betonu
f_{yd}	návrhová hodnota pevnosti výztuže
h	výška průřezu
l_{0d}	přesahová délka
l_{bd1}	kotevní délka
l	délka sloupu
s_1	vzdálenost třmínků ve střední části sloupu
s_2	vzdálenost třmínků v oblasti stykování
$x_{bal,1}$	balanční výška tlačené oblasti
x	výška tlačené oblasti
z_i	vzdálenost i-té výztuže od těžiště průřezu (kladně ke spodním vláknům)

Použité normy

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Zadání

Navrhněte a posuďte prvek pomocí interakčního diagramu.

Rozměry:

$$b = \dots$$

$$h = \dots$$

$$c = \dots$$

$$l = \dots$$

Zatížení:

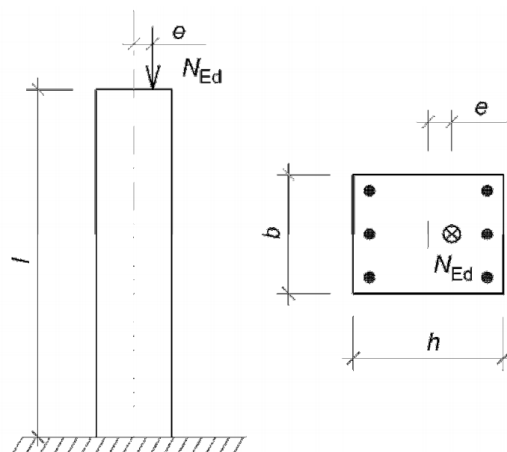
$$N_{Ed} = \dots$$

$$e = \dots$$

Materiály:

$$f_{cd} = \dots$$

$$f_{yd} = \dots$$



1 Ověření rozměrů sloupu

Pro návrh předpokládáme stupeň vyztužení $\rho_s = \dots\%$ a napětí ve výztuži $\sigma_s = \dots$ MPa.

Předpokládaná plocha výztuže:

$$A_s = \dots$$

Potřebná plocha betonu (z předpokladu dostředného tlaku):

$$A_{c,req} = \dots$$

$$A_{c,req} = \dots < \dots = A_c$$

VYHOVUJE

Případně:

$$A_{c,req} = \dots > \dots = A_c$$

NEVYHOVUJE

=> Úprava rozměrů průřezu: $b = \dots, h = \dots, A_c = \dots$

2 Návrh výztuže

Průměry podélné výztuže a třmínků:

$$\varnothing_s = \dots$$

$$\varnothing_{tr} = \dots$$

$$\text{Návrh: } \dots \times \varnothing \dots (A_{s,prov} = \dots)$$

Konstrukční zásady:

$$A_{s,min} = \dots \leq \dots = A_{s,prov} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s,max} = \dots \geq \dots = A_{s,prov} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$12\text{mm} \leq \dots = \varnothing_s \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

3 Posouzení průřezu

Charakteristiky betonu:

$$\varepsilon_{c3} = -\dots$$

$$\varepsilon_{cu3} = -\dots$$

$$\eta = \dots$$

$$\lambda = \dots$$

Napětí v betonu:

$$\sigma_c = -\dots$$

Plochy výztuží:

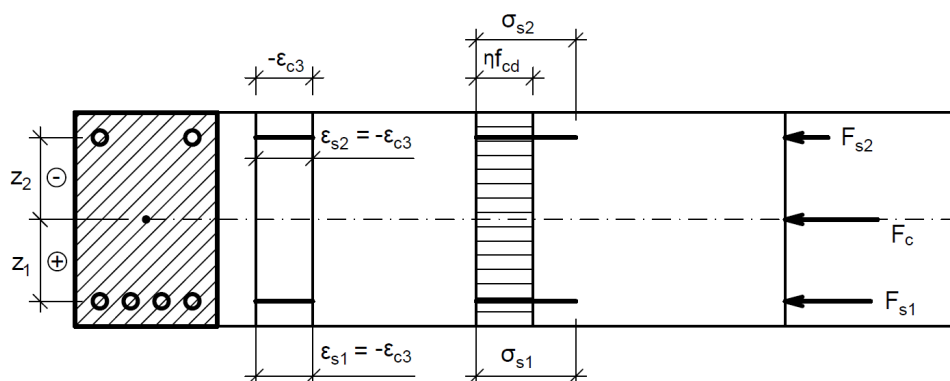
$$A_{s1} = A_{s2} = A_{s,prov}/2 = \dots$$

Vzdálenosti výztuží od těžiště průřezu:

$$z_1 = +\dots$$

$$z_2 = -\dots$$

3.1 Bod 0 - Dostředný tlak



Poměrné přetvoření materiálů:

$$\varepsilon_c = \varepsilon_{s1} = \varepsilon_{s2} = \dots$$

Napětí ve výztuži:

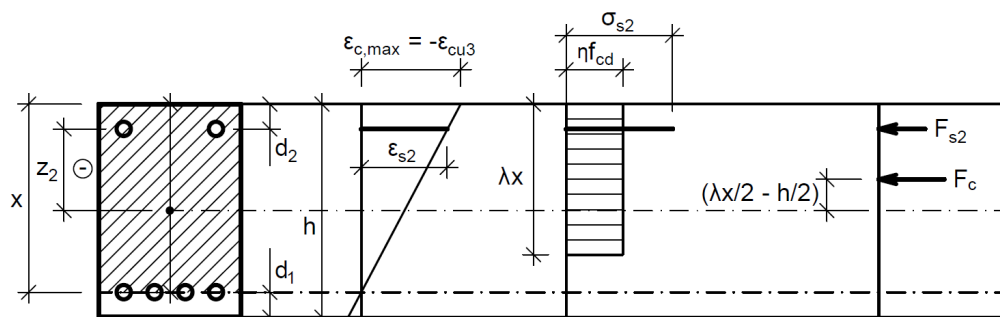
$$\sigma_{s1} = \sigma_{s2} = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd0} = \dots$$

$$M_{Rd0} = \dots$$

3.2 Bod 1 - Nulové přetvoření tažené výztuže



Výška tlačené oblasti:

$$x = \dots$$

Poměrné přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_{s1} = \dots$$

$$\varepsilon_{s2} = \dots$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_{s1} = \dots$$

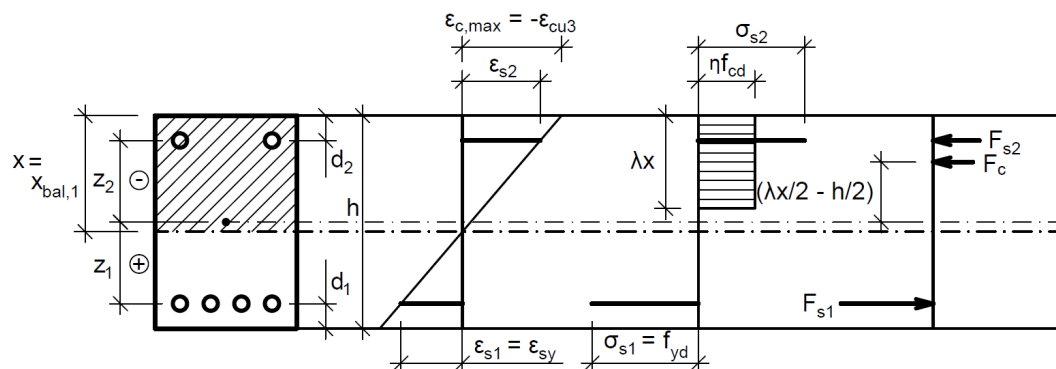
$$\sigma_{s2} = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd1} = \dots$$

$$M_{Rd1} = \dots$$

3.3 Bod 2 - Tažená výztuž na mezi kluzu



Poměrné přetvoření výztuže 1:

$$\varepsilon_{s1} = \dots$$

Výška tlačené oblasti:

$$x = x_{bal,1} = \dots$$

Poměrné přetvoření výztuže 2:

$$\varepsilon_{s2} = \dots$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_{s1} = \dots$$

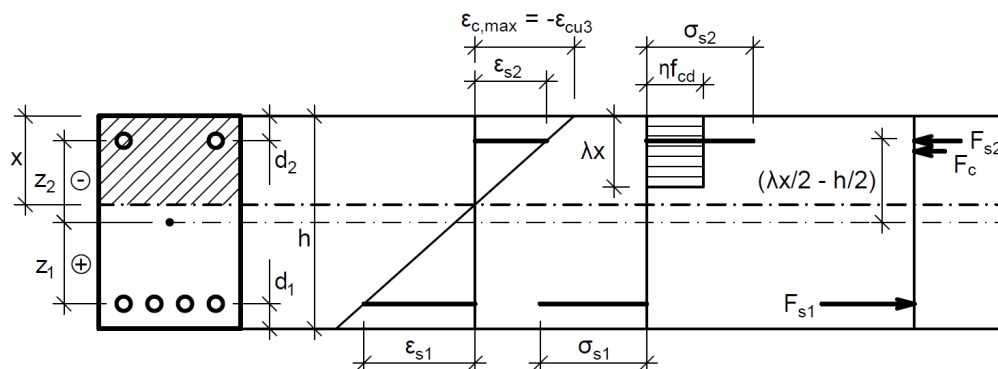
$$\sigma_{s2} = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd2} = \dots$$

$$M_{Rd2} = \dots$$

3.4 Bod 3 - Prostý ohyb



Předpokládáme dolní výztuž za mezí kluzu ($\varepsilon_{s1} \geq \varepsilon_{sy}$), platí tedy:

$$\sigma_{s1} = \dots$$

Vztah pro výpočet x z rovnováhy sil:

$$x = \dots$$

Vztah pro výpočet x z podobnosti trojúhelníků:

$$x = \dots$$

Kvadratická rovnice pro stanovení σ_{s2} :

$$\dots = 0$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_{s2} = \dots$$

Výška tlačené oblasti:

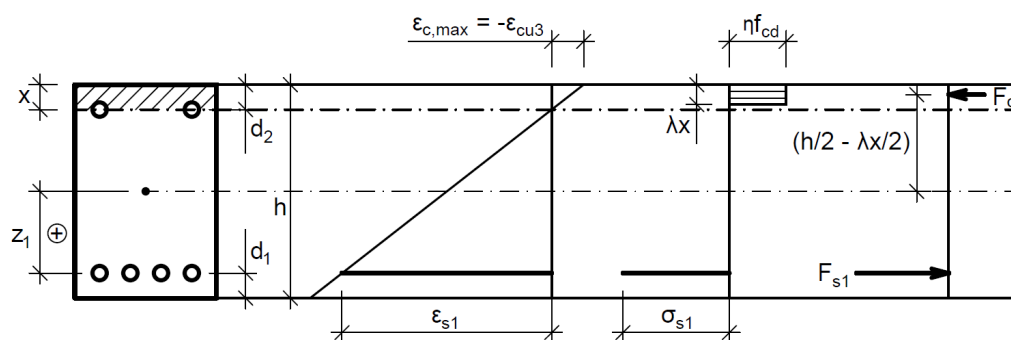
$$x = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd3} = 0$$

$$M_{Rd3} = \dots$$

3.5 Bod 4 - Nulové přetvoření tlačené výztuže



Výška tlačené oblasti:

$$x = \dots$$

Poměrné přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_{s1} = \dots$$

$$\varepsilon_{s2} = \dots$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_{s1} = \dots$$

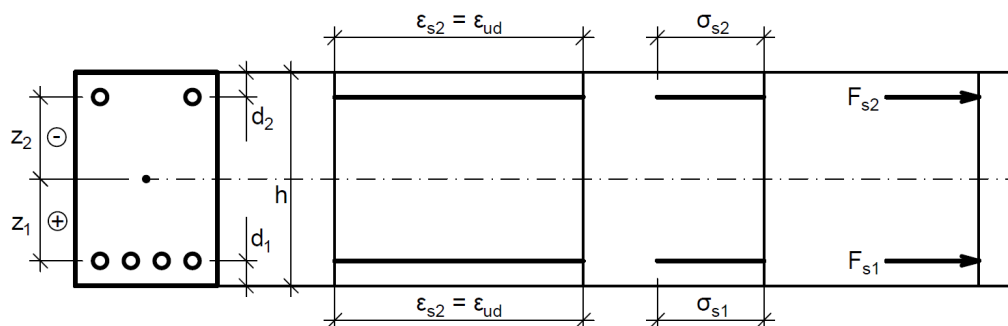
$$\sigma_{s2} = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd4} = \dots$$

$$M_{Rd4} = \dots$$

3.6 Bod 5 - Dostředný tah



Poměrné přetvoření výztuže:

$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{s2} = \dots$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_{s1} = \sigma_{s2} = \dots$$

Normálová a momentová únosnost:

$$N_{Rd5} = \dots$$

$$M_{Rd5} = \dots$$

3.7 Omezení normálové únosnosti

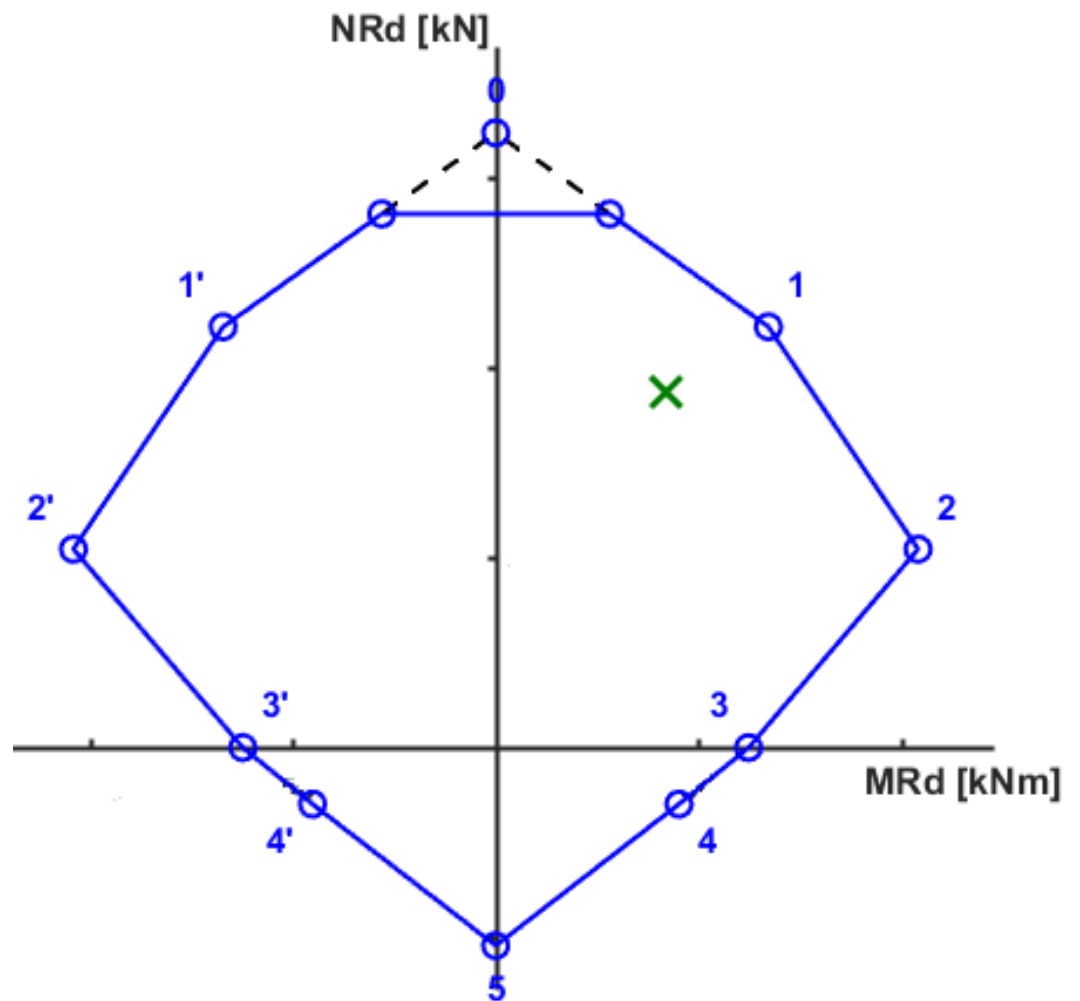
Požadovaná minimální výstřednost:

$$e_0 = \dots$$

Minimální ohybový moment:

$$M_0 = \dots$$

3.8 Vykreslení ID



Bod leží uvnitř interakčního diagramu => NÁVRH VYHOVUJE

4 Schéma vyztužení

Průměr třmínků:

$$\varnothing_{tr} = \dots \geq \dots = (1/4)\varnothing_s$$

Vzdálenosti třmínků

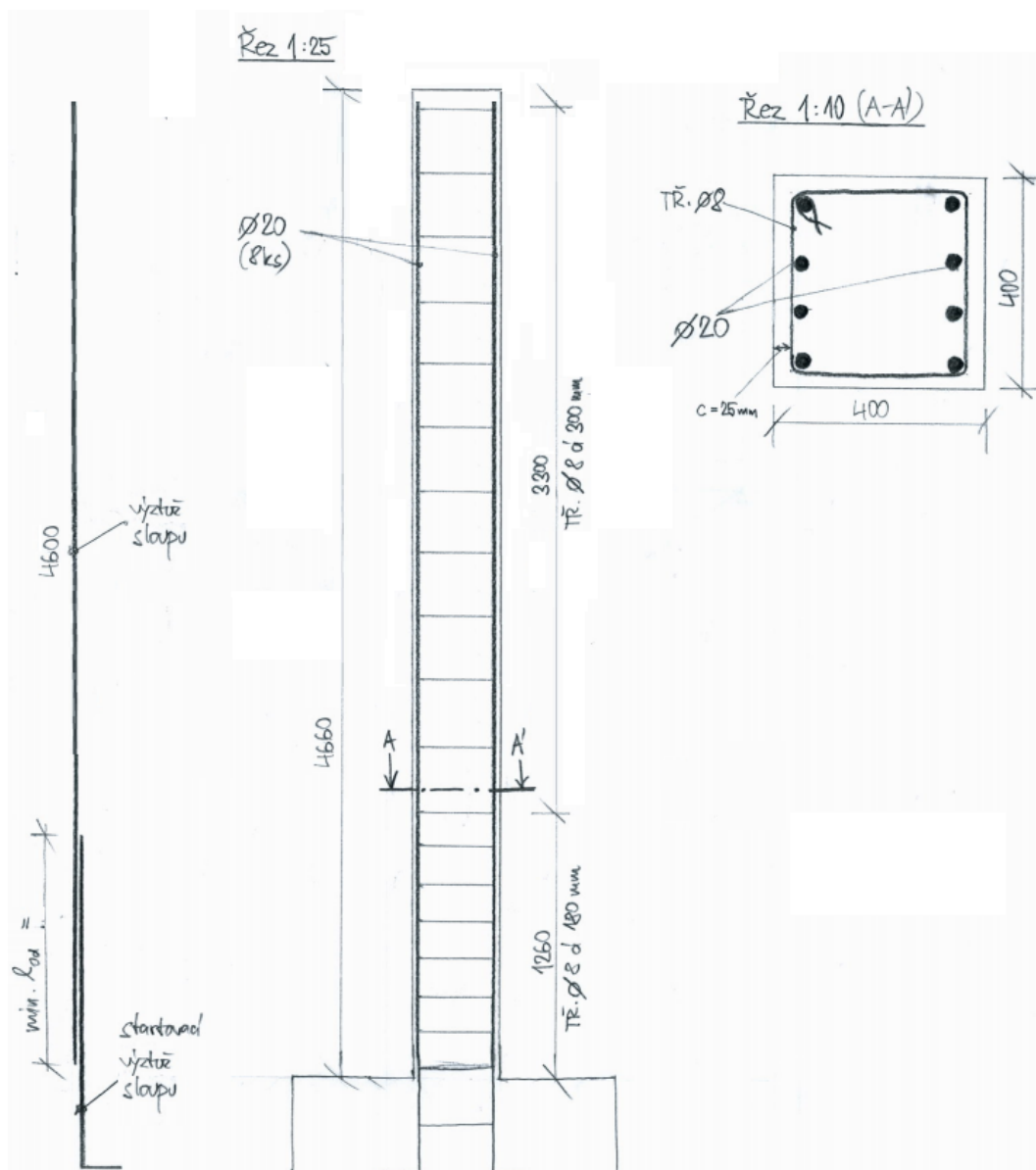
$$s_1 = \dots$$

$$s_2 = \dots$$

Kotevní délka a přesahová délka::

$$l_{bd1} = \dots$$

$$l_{0d} = \dots$$



A Použití softwaru při zpracování úkolu

Ručně vypočítané body si můžete zkontrolovat pomocí softwaru.

Na adrese <<http://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/software/indion/>> je dostupný program InDiOn, který slouží k sestrojení interakčního diagramu.

