



Návrh výztuže sloupu

Prezentace k 10. cvičení NNKB

Zadání Úlohy 3

Pro zadaný železobetonový sloup o rozměrech $b \times h \times l$ zatížený normálovou silou F_d na rameni e navrhnete výztuž a průřez sloupu s výztuží posudíte pomocí interakčního diagramu.

$$b = \dots \text{ mm}$$

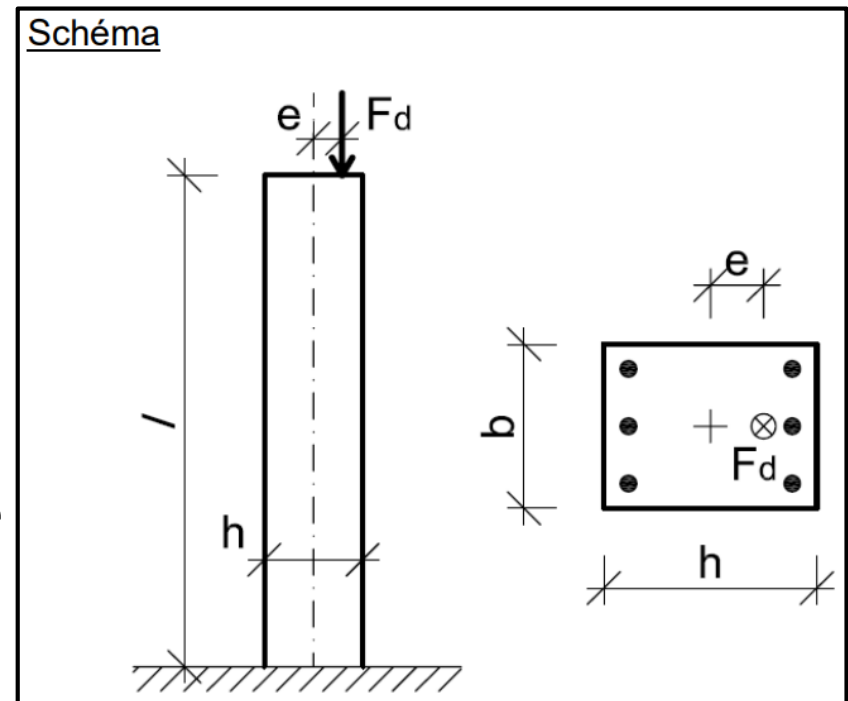
$$h = \dots \text{ mm}$$

$$l = \dots \text{ mm}$$

$$F_d = \dots \text{ kN}$$

$$e = \dots \text{ mm}$$

Materiály a tloušťku krycí vrstvy uvažujte shodné jako v úloze 2.



Zadání Úlohy 3

Pro zadaný železobetonový sloup o rozměrech $b \times h \times l$ zatížený normálovou silou F_d na rameni e **navrhněte výztuž** a průřez sloupu s výztuží posudte pomocí interakčního diagramu.

$$b = \dots \text{ mm}$$

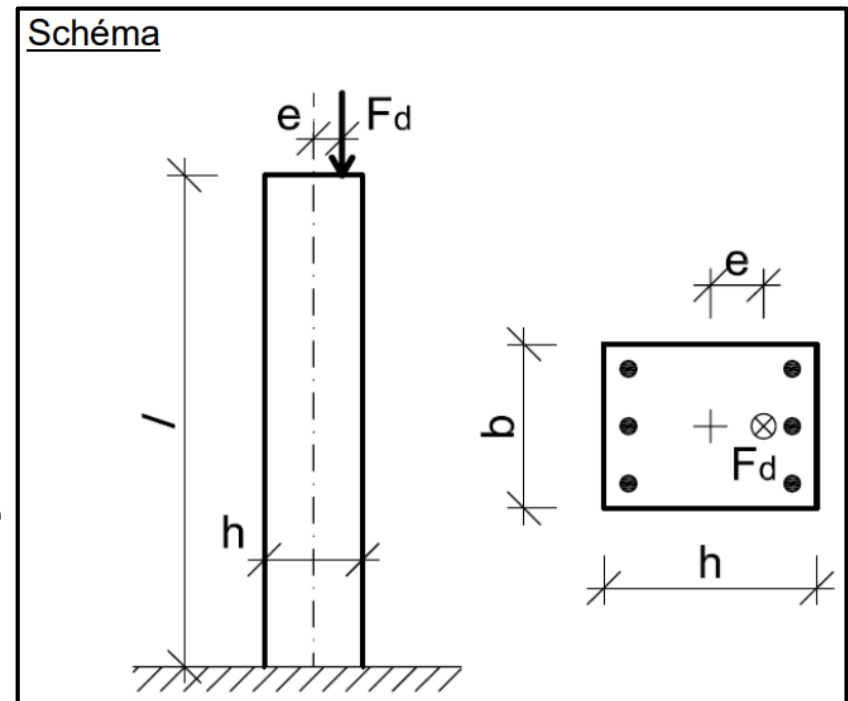
$$h = \dots \text{ mm}$$

$$l = \dots \text{ mm}$$

$$F_d = \dots \text{ kN}$$

$$e = \dots \text{ mm}$$

Materiály a tloušťku krycí vrstvy uvažujte shodné jako v úloze 2.



Návrh výztuže sloupu

Návrh výztuže sloupu

Do sloupu musíme navrhnout hlavní nosnou (podélnou) výztuž.

Průměr prutů výztuž \varnothing_s volte **z intervalu** $\langle 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28 \rangle$ mm.

Počet prutů výztuže **volte sudý**, protože **výztuž průřezu sloupu navrhujeme symetricky**, tj. umísťujeme stejný počet prutů u horního i dolního povrchu!

Návrh přehledně uvádíme ve tvaru

NÁVRH: $n \times \varnothing X (A_{s,prov} = Z \text{ mm}^2)$

Návrh výztuže sloupu

Výztuž v průřezu sloupu můžeme navrhnout **třemi způsoby**.

- 1) Iterační metodou (**pokus omyl**) ve vlastním Excelu pro posouzení průřezu (viz [další přednáška](#)) nebo [pomocí online programu](#) – nejpřesnější.
- 2) Z **předpokladu dostředného tlaku** – nejjednodušší, ale nepřesné pro velké excentricity.
- 3) Pomocí **nomogramů** – docela přesné, ale zastaralé a zbytečně složité.

Návrh iterační metodou

Iterační metoda pomocí programu

Zadání do programu

Nejprve **vyplňte rozměry** konstrukce a materiálové vlastnosti.

Dále spočtete působící moment ($M_{Ed} = N_{Ed}e$) a do programu **vyplňte působící vnitřní síly** (N_{Ed}, M_{Ed}).

Nakonec si **odhadem zvolte výztuž** (průměr a počet prutů) a vyplňte osovou vzdálenost prutů od okraje konstrukce a plochu horní a dolní výztuže.

Charakteristiky průřezu

b = mm

h = mm

d₁ = mm

d₂ = mm

A_{s1} = mm²

A_{s2} = mm²

Materiály

f_{ck} = MPa

f_{yk} = MPa

E_s = GPa

Působící vnitřní síly

N_{Ed} = kN

M_{Ed} = kNm

Iterační metoda pomocí programu

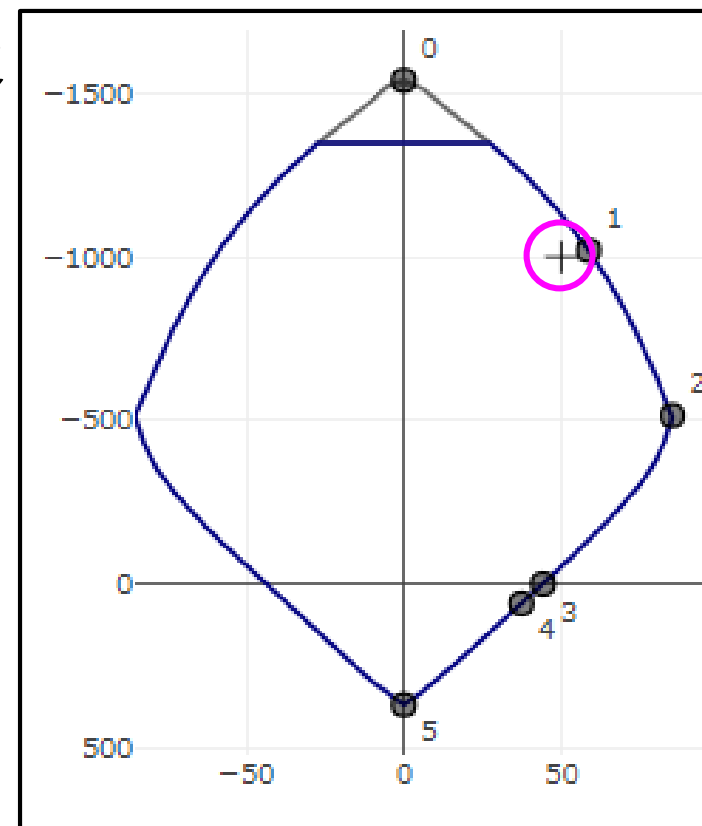
Výstup z programu

Výstupem je interakční diagram průřezu (viz [další přednáška](#)) a kříž označující působící vnitřní síly.

Kříž musí ležet uvnitř interakčního diagramu, aby byl návrh vyhovující!

Návrh je ekonomický, když kříž vychází poblíž hrany diagramu.

Pokud Vám kříž vyjde mimo diagram nebo uprostřed diagramu, zkuste upravit návrh (přidat/ubrat výztuž).

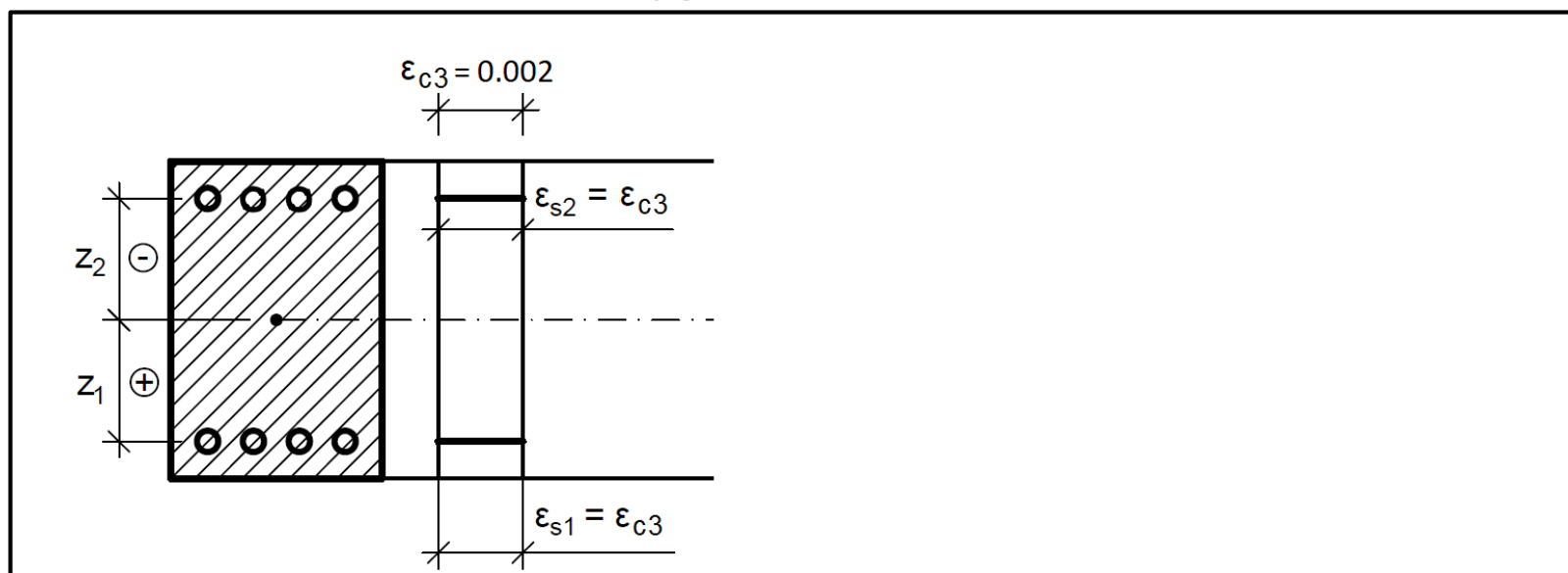


Návrh z předpokladu dostředného tlaku

Předpoklad dostředného tlaku

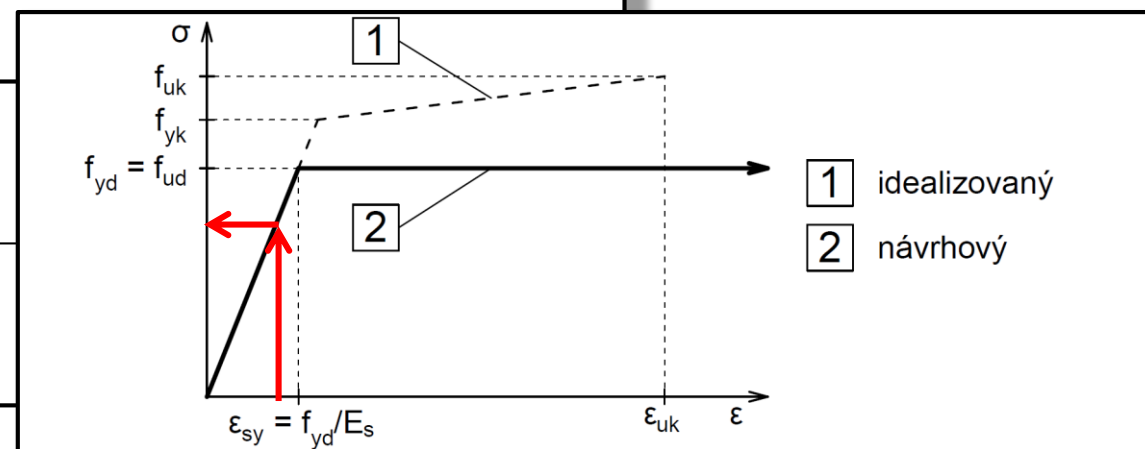
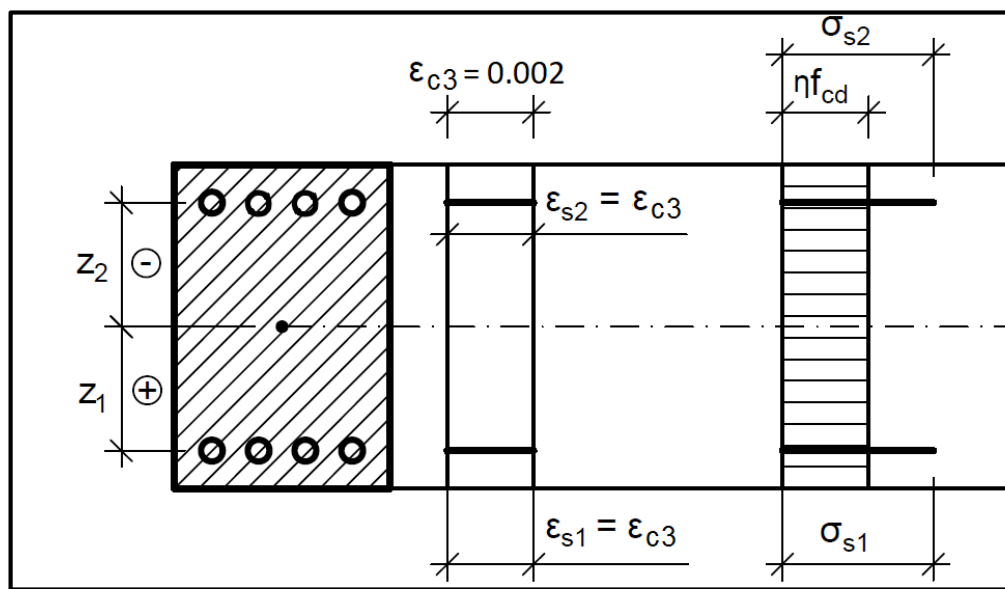
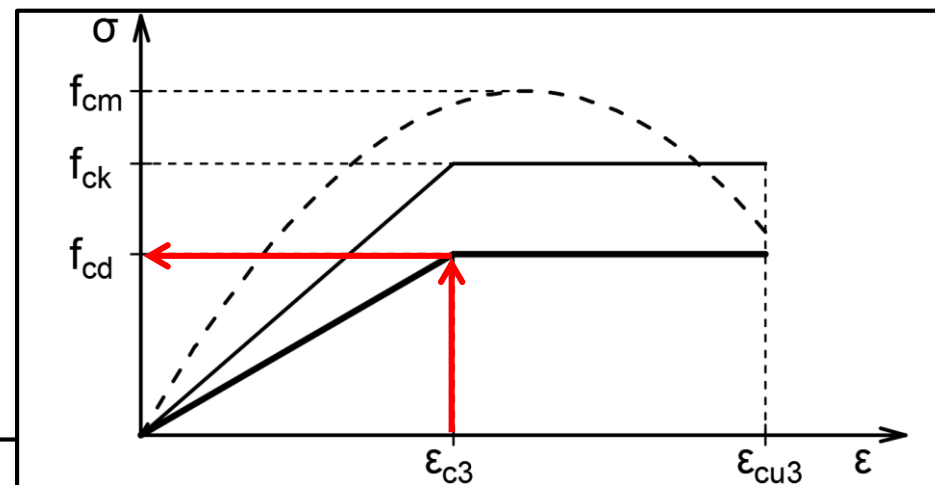
Vycházíme z **předpokladu**, že působí **pouze dostředná (centrická) normálová síla** (tj. žádný moment nepůsobí).

To znamená, že průřez je rovnoměrně stlačován a **při dosažení únosnosti je všude v průřezu dosaženo maximálního dovoleného poměrného přetvoření $\epsilon_{c3} = 0.002$** .



Předpoklad dostředného tlaku

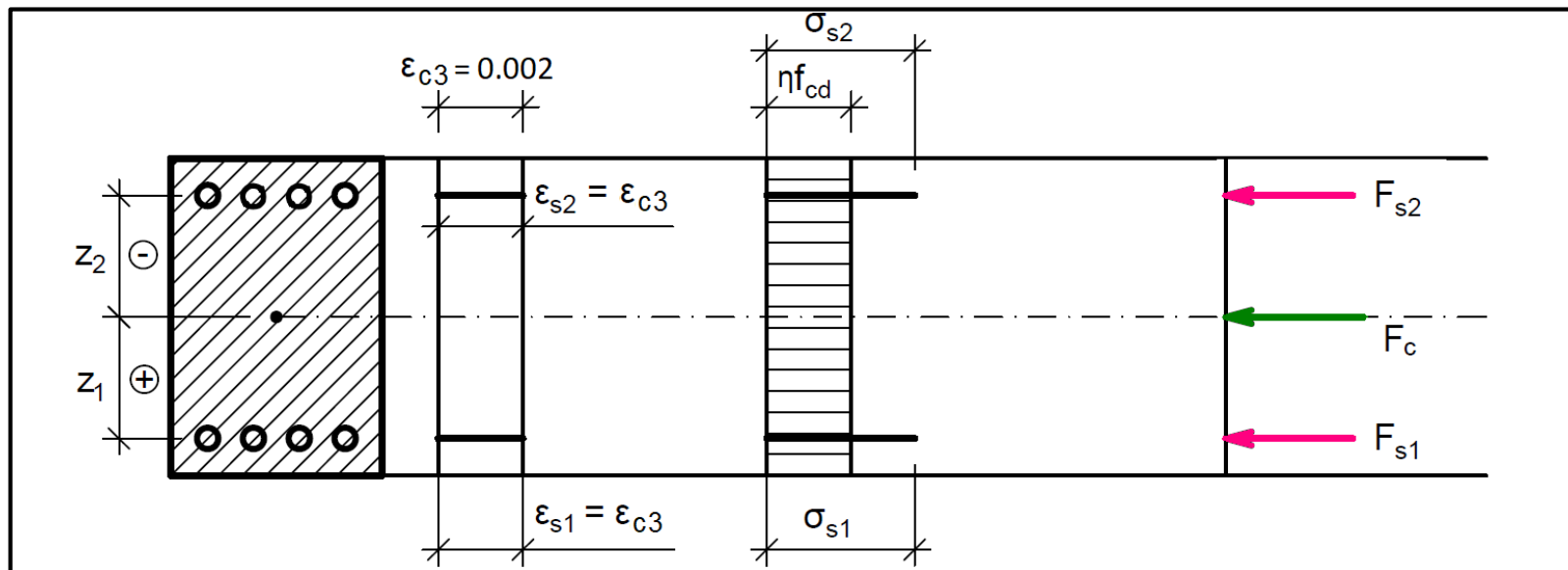
Při poměrném přetvoření $\epsilon_{c3} = 0.002$ je v betonu napětí $\sigma_c = f_{cd}$ (viz pracovní diagram) a napětí ve výztuži je $\sigma_s = 0.002 E_s = 400 \text{ MPa}$ (viz pracovní diagram).



Předpoklad dostředného tlaku

Síly v průřezu jsou tedy:

- v tlačném betonu: $F_c = bhf_{cd}$
- ve výztužích jsou: $F_{s,i} = A_{s,i} \cdot 400 \text{ MPa}$.



Předpoklad dostředného tlaku

A únosnost průřezu je

$$N_{Rd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = bhf_{cd} + 2 \cdot A_{s,i} \cdot 400 \text{ MPa},$$
$$N_{Rd} = bhf_{cd} + A_s \cdot 400 \text{ MPa}.$$

Předpoklad dostředného tlaku

Pokud bychom sloup navrhli „na krev“, tak pak by platilo, že

$$N_{Ed} = N_{Rd}$$

tedy

$$N_{Ed} = bhf_{cd} + A_s \cdot 400 \text{ MPa}.$$

Ve výše uvedené rovnici známe všechny parametry kromě $A_{s,prov}$.

Můžeme si tedy vyjádřit vztah

$$A_s = \frac{N_{Ed} - bhf_{cd}}{400 \text{ MPa}}.$$

Předpoklad dostředného tlaku

Pro získání určité rezervy se většinou uvažuje pouze 80 % únosnosti betonu. Úpravou získáme vztah pro návrh potřebné plochy výztuže

$$A_{s,req} = \frac{N_{Ed} - 0.8bh f_{cd}}{400 \text{ MPa}} .$$

Nyní již můžeme **navrhnout průměr prutů \varnothing_s a počet prutů n** tak, aby

pro $A_{s,prov} = n \frac{\pi \varnothing_s^2}{4}$ byla splněna podmínka

$$A_{s,prov} \geq A_{s,req}$$

Návrh pomocí nomogramů

Nomogramy

Prosím nepoužívejte je.

Jestli je někdo odhodlán je použít, návod na jejich použití najdete v [oficiálních návodech](#) nebo v [prezentaci z roku 2019](#).

Konstrukční zásady výztuže sloupu

Konstrukční zásady výztuže sloupu

Vámi navržená výztuž musí splňovat konstrukční zásady vyztužování pro sloup.

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max}$$
$$\max\left(0.1 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}; 0.002A_c\right) \leq A_{s,prov} \leq 0.04A_c$$

Zhodnocení návrhu výztuže

Zhodnocení návrhu výztuže

Pokud Vám při návrhu výztuže vyjde, že nepotřebujete žádnou výztuž (nebo stačí hodně málo), znamená to, že máte zbytečně velký průřez a je dobré rozměry průřezu zmenšit.

Pokud Vám při návrhu výztuže vyjde, že potřebujete moc výztuže (tj. překročíte maximální stupeň vyztužení 4 %), znamená to, že máte moc malý průřez a musíte rozměry průřezu zvětšit.

Konec

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi a Romanu Chylíkovi** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.