



PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TYPŮ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB

Ondřej Vrátný, Martin Tipka, Jitka Vašková
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební
Katedra betonových a zděných konstrukcí

Úvod :

Cílem článku je v první řadě představení pomůcky pro studenty nazvané „Přehled základních typů betonových konstrukcí pozemních staveb“, která by jim měla pomoci se zorientovat v jednoduchých řešeních návrhů betonových a železobetonových konstrukcí. Je důležité vysvětlit základní principy posuzování betonových konstrukcí. Ukázat každému studentovi, že navrhovaná konstrukce je prostředek pro přenos všech sil působících na budovu z vodorovných konstrukcí do svislých nosných konstrukcí a dále přes základové konstrukce do podloží. Základní postupy a principy posouzení vodorovných konstrukcí, které jsou namáhány především ohybem, budou přiblíženy v následujících odstavcích.

Schéma řešené konstrukce

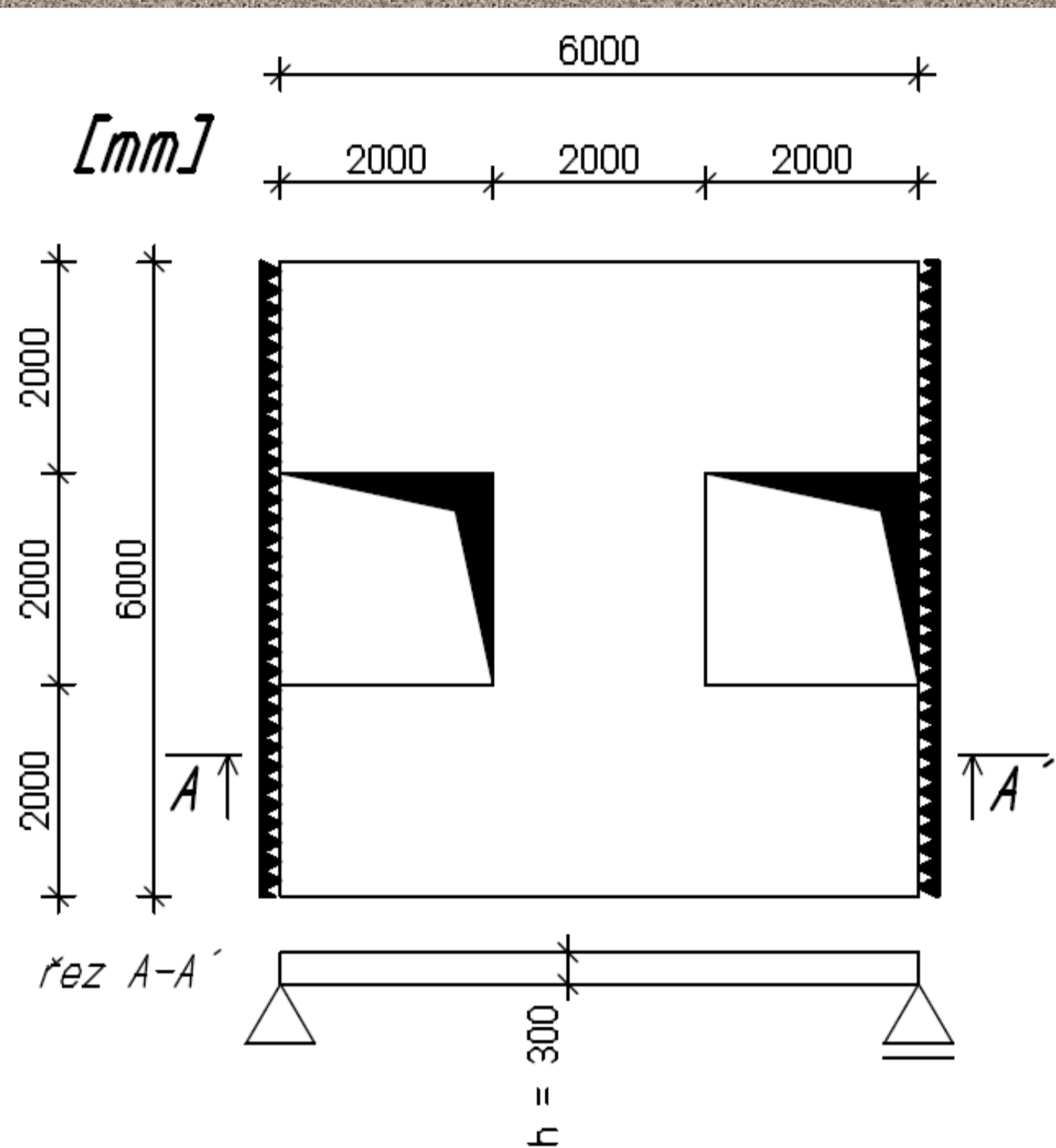
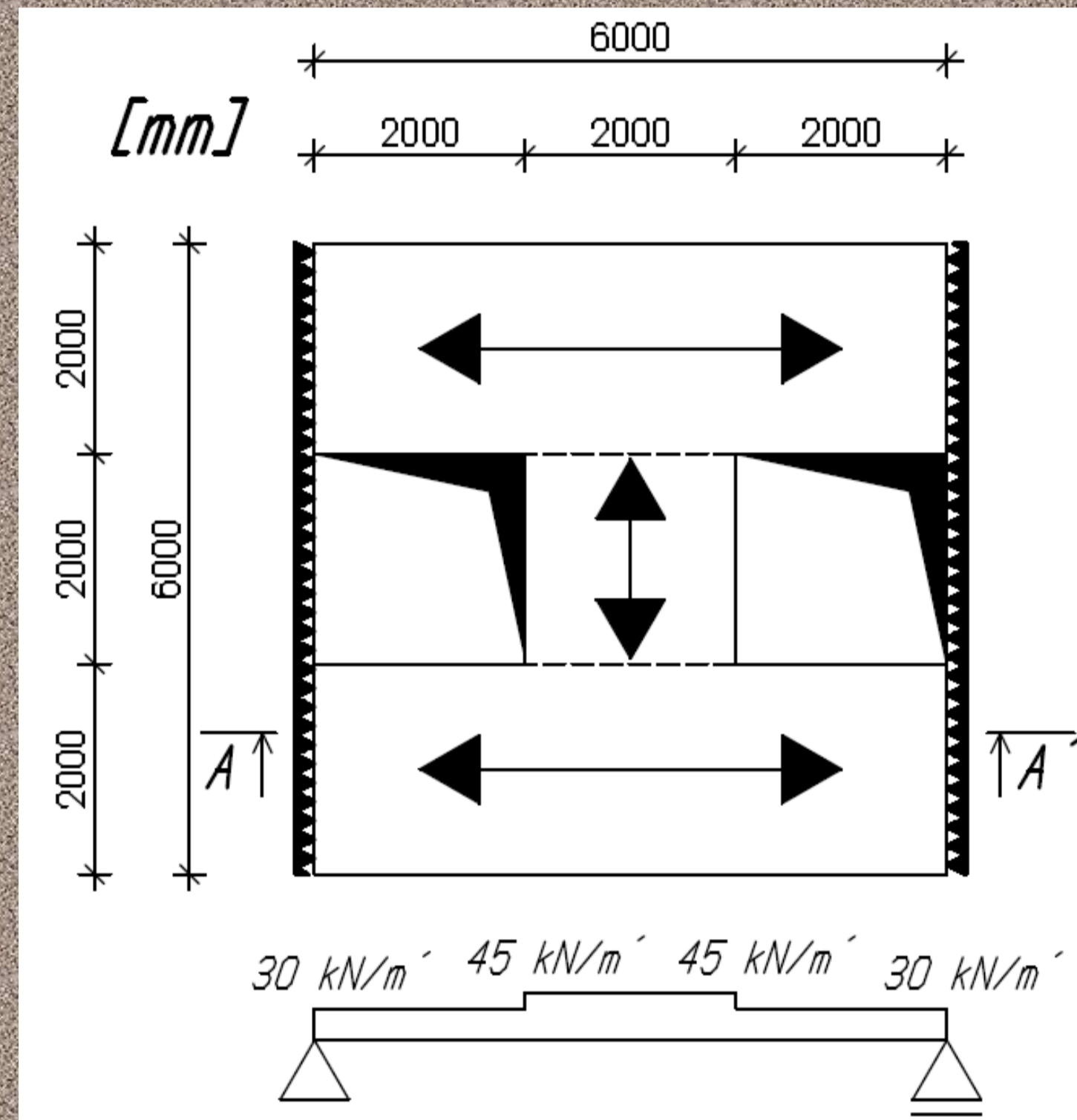


Schéma zatížení konstrukce



Trocha teorie:

Návrh výztuže a posouzení ohybaných prvků

Pokaždé při posouzení železobetonového prvku, je nutno si uvědomit, jaké namáhání na tento prvek působí. Zatížení nepůsobí ve většině případů pouze jedním typem namáhání, ale jedná se o kombinaci ohybu, smyku, tlaku či tahu. V následující tabulce je uveden přehled běžných konstrukcí a jejich namáhání.

Tab. 1 Dělení konstrukcí a jejich namáhání

Typ konstrukce	Namáhání
železobetonové desky a trámy	ohyb, smyk
železobetonové sloupy a stěny	tlak (tah)

V následující části článku se budeme podrobněji věnovat posouzení konstrukcí z hlediska ohybu.

Komentovaný příklad – stropní deska s dvěma otvory

Pro zjednodušení výpočtu bude uvažováno, že střední část bude nesena celou šíří 2m přilehlé jednosměrně pnuté desky. V reálné konstrukci by vznikl podél okraje této desky skrytý nosník, který by musel být více vyztužen a nesl by většinu zatížení.

Zatížení:

Pro zjednodušení tohoto ukázkového příkladu je stanoveno celkové návrhové zatížení včetně vlastní tíhy desky samotné na 15 kN/m², což vyvolá moment uprostřed rozpětí na krajním pruhu desky šíře 2m návrhový moment $M_{Ed} = 172,5 \text{ kN.m}$

Materiály:

Beton:
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$,
doporučená hodnota $\alpha_{cc} = 1,0$

Beton C 30/37 XC2 (CZ) – C1 0,1 – D_{max} 16 – S1
 $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$
 $f_{ctk} = 2,0 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,333 \text{ MPa}$, $f_{cm} = 2,9 \text{ MPa}$

Výztuž:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

Výztuž B 500 B - ohyb. výztuž desky $\phi = 12 \text{ mm}$
 $E_s = 200 \text{ GPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}$

Mezní stav únosnosti

Výpočet krytí výztuže

$c \geq c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

nominální hodnota krycí vrstvy:
 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} + \Delta c_{dur,st} + \Delta c_{dur,add}; 10)$
 $c_{min} = \max(\phi; c_{min,dur}; 10)$

přídavek pro návrhovou odchylku:
Odstavec 4.4.1.3 v ČSN EN 1992-1-1

třída prostředí : XC2

životnost : 80 let, beton : C 30/37, desková konstrukce

konstrukční třída : S3 $\rightarrow c_{min,dur} = 20 \text{ mm}$

$c_{min} = \max(12; 20; 10)$

$\Delta c_{dev} = 5 - 10 \text{ mm}$

pro desku volím $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

krytí c volím $30 \text{ mm} \geq c_{nom} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$

Návrh výztuže desky s použitím tabulek

$d = h_d - c - \phi/2$

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd})$

Návrh výztuže:

z tabulek ξ ; ζ , zkontrolujeme $\xi \leq \xi_{bal}$, (nebo $x = \xi \cdot d \leq x_u$)

$A_{s1,req} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd})$

navrhujeme výztuž $A_{s1} \geq A_{s1,req}$.

Kontrola vyztužení: $A_{s1} \geq A_{s,min}$ a $A_{s1} \leq A_{s,max}$ a konstrukčních zásad.

$d = 300 - 30 - 10/2 = 265 \text{ mm}$

$\mu = 172,5 / (2,0 \cdot 0,265^2 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3) = 0,0614$

$\zeta = 0,079 \leq \zeta_{bal,1} = 0,617$; $\xi = 0,9683$

$A_{s1,req} = 172,5 / (0,9683 \cdot 0,265 \cdot 434,783 \cdot 10^3)$

$A_{s1,req} = 1546 \text{ mm}^2$

$21 \times \phi 10 \text{ mm do } 2 \text{ m} \rightarrow A_{s1} = 1648,5 \text{ mm}^2 \geq$

$A_{s1,req} = 1546 \text{ mm}^2$

$A_{s,min} = 0,26 \cdot f_{cm} \cdot b \cdot d / f_{yk} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d$

$A_{s,min} = 796 \text{ mm}^2 \geq 686,4 \text{ mm}^2 \leq A_{s1}$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 2,0 \cdot 3 = 24000 \text{ mm}^2 \geq A_{s1}$

Posouzení ohybové výztuže

Stanovíme účinnou výšku „d“ pokud se změnila a zkontrolujeme vyztužení (viz návrh)

$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd})$

$x = 0,0016485 \cdot 434,783 / (2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20)$

$x = 0,018 \text{ m}$

zkontrolujeme $\xi = x / d \leq \xi_{bal,1}$

$\xi = 0,018 / 0,265 = 0,068 \leq \xi_{bal,1} = 0,617$

$M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x)$

$M_{Rd} = 0,0016485 \cdot 434,783 \cdot (0,265 - 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,018)$

$M_{Rd} = 183 \text{ kNm}$

musí být splněna podmínka spolehlivosti, aby průřez vyhovoval:

$M_{Rd} \geq M_{Ed}$

$| 183 \text{ kNm} \geq 172,5 \text{ kNm}$

V rámci dalších posouzení by byl posouzen mezní stav použitelnosti.

Závěr :

Tento příspěvek představuje část návrhu a posouzení jednoduché avšak zajímavé konstrukce stropní desky s otvory. Na konkrétním případě zde bylo představeno komentované řešení jednoduchého příkladu s myšlenkovým postupem, který některým studentům není příliš jasný a je potřeba ho tedy právě komentovaným příkladem přiblížit.

Cílem práce jako celku je pak vytvoření komplexní pomůcky pro navrhování základních typů betonových konstrukcí. Výstupy projektu by se měly stát podkladem pro navrhování základních betonových konstrukcí při výuce na fakultě stavební ČVUT v Praze. Finální verze pomůcky by měla urychlit orientaci v navrhování základních typů betonových konstrukcí, umožnit snadnější stanovení reálných podmínek a předpokladů pro zjednodušení výpočtu a vysvětlit volbu výpočetního modelu a metody řešení.

Poděkování: Příspěvek byl vytvořen za podpory projektu FRVŠ 294/2012/G1

Ing. et Ing. Ondřej Vrátný, telefon: +420 603 496 200, e-mail: ondrej.vratny@fsv.cvut.cz

Ing. Martin Tipka, telefon: +420 224 354 624, e-mail: martin.tipka@fsv.cvut.cz

Doc. Ing. Jitka Vašková, CSc., telefon: +420 224 354 636, e-mail: jitka.vaskova@fsv.cvut.cz

všichni: ČVUT v Praze – Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, Česká republika