SROVNÁNÍ METOD VÝPOČTU PO OBVODĚ PODEPŘENÝCH DESEK

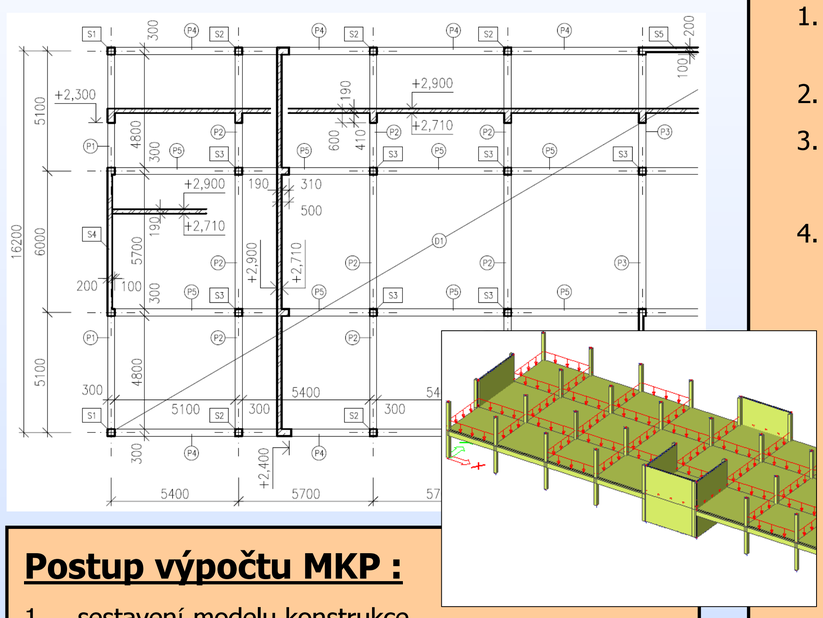
Martin Tipka, Ondřej Vrátný, Jitka Vašková
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební
Katedra betonových a zděných konstrukcí

Úvod :

Po obvodě podepřené desky představují jeden ze základních typů železobetonových stropních konstrukcí. Jedná se o kombinaci liniových a deskových nosných prvků, která umožňuje přetvoření konstrukce ve dvou či více směrech. Průvlaky poskytují dostatečně tuhé (nepoddajné) podepření okrajů desky. Plošné zatížení desky je roznášeno ve směrech kolmých na osy trámů a následně přenášeno do svislých podpor. Pro účely dimenzování jsou většinou rozhodující účinky zatížení ve dvou navzájem kolmých směrech při respektování konkrétních okrajových podmínek. Tento typ konstrukce nachází uplatnění především v konstrukčních systémech s větším plošným nebo lokálním zatížením.

V rámci projektu FRVŠ byly porovnány 3 metody výpočtu po obvodě podepřených desek z hlediska ohybového namáhání - ruční výpočty elastické a plastické analýzy a obecná metoda založená na principu konečných prvků. Výsledky byly porovnány nejen z hlediska výstižnosti výpočtu, ale také z hlediska jeho efektivnosti, obtížnosti vyhodnocení výsledků a jejich dalšího využití.

Schéma řešené konstrukce



Postup tabulkových výpočtů :

1. definování typu jednotlivých deskových polí (z hlediska uložení)
2. tabulkový odečet příslušných koeficientů
3. rozdělení zatížení do směrů

$$\alpha = \frac{l_b}{l_a} \qquad f_a = c_i \cdot (g+q)_d \qquad f_b = (1-c_i)\cdot (g+q)_d$$

4. výpočet ohybových momentů :
   - elastický : mezipodporové momenty

$$m_a = \frac{1}{a_i}\cdot\left(g+\frac{q}{2}\right)_d \cdot l_a^2 + \frac{1}{a_j}\cdot\left(\frac{q}{2}\right)_d \cdot l_a^2$$

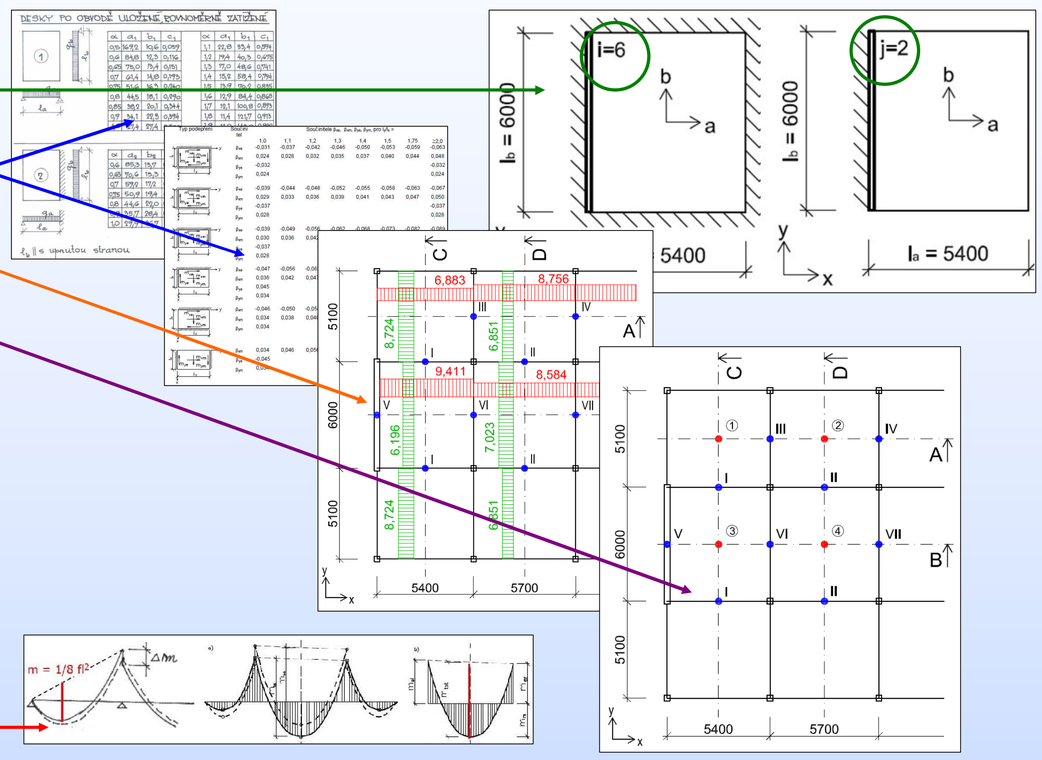
   podporové momenty

$$m_x = \frac{1}{n}\cdot\frac{f_{x,i}+f_{x,j}}{2}\cdot\left(\frac{l_{x,i}+l_{x,j}}{2}\right)^2$$

   - plastický : $m_0 = (g+q)_d \cdot l_x^2$

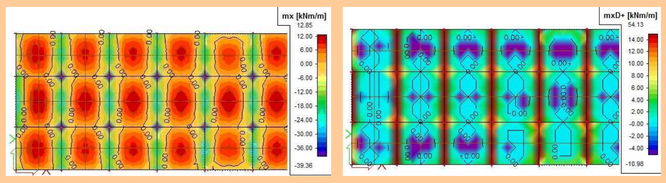
$$m_{xe} = \beta_{xe}\cdot m_0 \qquad m_{ye} = \beta_{ye}\cdot m_0$$
$$m_{xm} = \beta_{xm}\cdot m_0 \qquad m_{ym} = \beta_{ym}\cdot m_0$$

5. vyrovnání plastických momentů



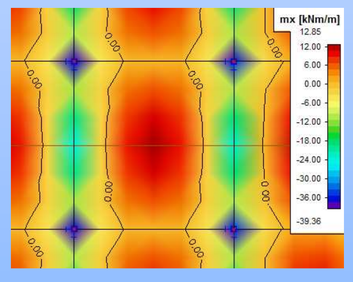
Postup výpočtu MKP :

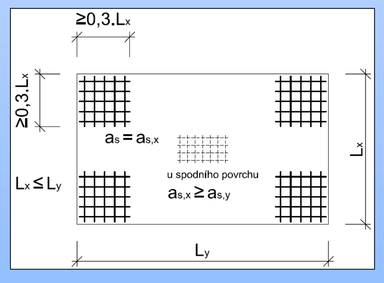
1. sestavení modelu konstrukce
2. numerický počítačový výpočet - lineární analýza
3. vytvoření průměrovacích pásů
4. definování řezů na konstrukci
5. vykreslení ohybových a kroutících momentů + dimenzačních momentů



Konstrukční opatření :

- tab. výpočet nepopisuje napjatost některých částí desek (např. rohy deskových polí)
  - ⇨ vyztužení dle konstrukčních zásad
  - ❖ možnost vyčíslení pomocí MKP analýzy





Odchylky v řešení jednotlivých metod :

- **mezipodporové průřezy :**
  - ❖ srovnatelné výsledky elastického tab. výpočtu a lineární MKP
  - ❖ vyšší hodnoty momentů při plastické analýze - *dle očekávání*
- **podporové průřezy :**
  - ❖ vnitřní průvlaky : srovnatelné výsledky elastického tab. výpočtu a lineární MKP
  - ❖ průvlaky mezi krajními deskovými poli : nižší hodnoty momentů při MKP analýze - projevuje se menší tuhost průvlaků krajních deskových polí, způsobená ohýbáním okrajových sloupů konstrukce
  - ❖ při tab. výpočtu nelze vyčíslit momenty nad okrajovými průvlaky (statické schéma předpokládá kloubové uložení) - MKP analýza predikuje záporné momenty dosahující 0,5-0,7 násobek momentů v poli
  - ❖ nižší hodnoty momentů při plastické analýze - *dle očekávání*

	Tabulkový výpočet			MKP - elastický výpočet	
	elastický výpočet		plastický výpočet	ohybové momenty	dimenzační momenty
	bez vlivu střídavého užitného zatížení	s vlivem střídavého užitného zatížení			
Mezipodporové momenty [kN.m/m´]					
$m_{x,1}$	10,80	11,72	14,61	11,39	12,14
$m_{y,1}$	12,15	13,21	17,46	11,09	11,90
$m_{x,2}$	9,53	10,77	9,74	10,55	10,24
$m_{y,2}$	10,44	14,32	16,04	11,85	11,86
$m_{x,3}$	9,86	11,75	12,76	12,65	12,65
$m_{y,3}$	7,99	8,82	7,65	8,53	8,53
$m_{x,4}$	9,95	12,44	13,16	12,67	12,67
$m_{y,4}$	8,99	11,25	10,14	11,49	11,49
Podporové momenty [kN.m/m´]					
m_I	-22,98		-18,67	-16,00	-17,53
m_{II}	-21,37		-18,26	-20,68	-20,68
m_{III}	-24,09		-16,64	-19,52	-20,74
m_{IV}	-23,71		-16,64	-18,63	-19,86
m_V	-22,87		-17,32	-24,00	-24,00
m_{VI}	-23,10		-17,27	-22,99	-23,00
m_{VII}	-23,24		-17,27	-23,50	-23,52

Přednosti a nevýhody výp. metod :

Tabulkové výpočty

\+ rychlost výpočtu jednoduché konstrukce
\+ jasná interpretace výsledků
\- omezující podmínky použití

MKP

\+ rychlost výpočtu složitější konstrukce
\+ řešení nepravidelností
\+ možnost následného využití výsledků
\- obtížnější vyhodnocení výsledků

Závěr :

Výpočetní metody je vhodné volit s ohledem na konkrétní konstrukci. Při výpočtech jednodušších konstrukcí dosahují pružný tabulkový výpočet a lineární analýza MKP srovnatelných výsledků. S rostoucí složitostí konstrukce se stává numerické řešení rychlejší a přesnější, výsledky však bývají obtížnější na vyhodnocování. Plastický výpočet ukazuje v obou zmíněných metodách značnou rezervu, jeho užití je však limitováno omezujícími podmínkami.

Poděkování: Příspěvek byl vytvořen za podpory projektů FRVŠ 294/2012/G1 a SGS 11/106/OHK1/2T/11.

Ing. Martin Tipka, telefon: +420 224 354 624, e-mail: martin.tipka@fsv.cvut.cz
Ing. Ondřej Vrátný, telefon: +420 603 496 200 , e-mail: ondrej.vratny@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