

NK 1 – Konstrukce

Přednášky: Doc. Ing. Karel Lorenz, CSc.,
Prof. Ing. Milan Holický, DrSc.,
Ing. Jana Marková, Ph.D.
FA, Ústav nosných konstrukcí, Kloknerův ústav
Cvičení: Ing. Naďa Holická, CSc., Fakulta stavební
Ing. Jana Markova, Ph.D., Kloknerův ústav

- **Zásady navrhování**
- **Zatížení**
- **Uspořádání konstrukce**
- **Zakládání staveb**
- **Zděné konstrukce**

Volba konstrukčního systému

Koncepční návrh zahrnuje

Prostorové řešení stavby

Rozpony vodorovných konstrukcí

Konstrukční výšky podlaží

Účel, volba materiálů, technologie výstavby

y nosných prvků (nosník, rám, deska, skořepina, sloup)

krajových podmínek (uložení, způsob spojení)

ce prvků v nosných systémech (výplňové stěny)

rozměrů nosných prvků, omezení (vymezuující štíhlost)



Zatížení nosného systému

Zatížení vlastní tíhou – rozměry prvků (beton), akustické hledisko

Zatížení užitná – kategorie zatěžovacích ploch A, B, C, ...

Zatížení větrem – významné u vyšších staveb, kotvení obal. konstrukcí



Sníh – významný u halových objektů

Teplota – teplotní objemové změny, návrh dilatačních spar

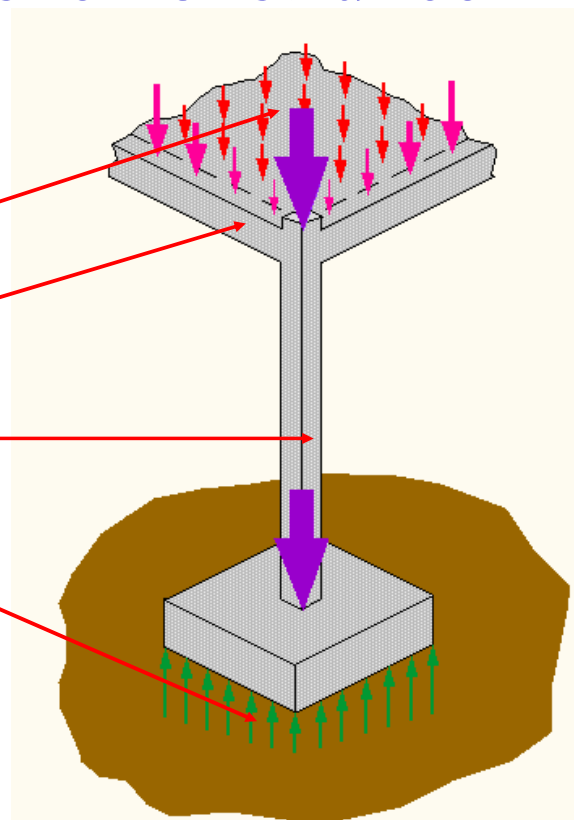
Pořadí návrhu nosné konstrukce

Deska

Trám

Sloup

Základ



Orientační rozměry betonových nosných prvků

DESKY

Působící v jednom směru

		h_{\min}
– prostě uložené	$l_1/25 - l_1/20$	(50 mm)
– spojitě nebo vetknuté	$l_1/33 - l_1/30$	(50 mm do sv. 1 m) (60 mm do sv. 1,5 m) (70 mm nad sv. 1,5 m)
– konzolové	$l_1/10$	(50 mm)

Orientační rozměry desek

DESKY

Křížem vyztužené – plný průřez

	h_{\min}
– prostě uložené $l_1/33$	(100 mm)
– vetknuté pružně $l_1/40$	
nebo úplně ...1,2 $(l_1 + l_2) 105$	(100 mm)

Orientační rozměry desek

DESKY

Křížem vyztužené – vylehčené kazetové

	h_{\min}
– prostě uložené $l_1/20$	
– vetknuté pružně nebo úplně $l_1/25$	

Lokálně podepřené

– bezhřibové $l_2/33$	(160 mm)
– hřibové $(l_2 - 2c/3)/35$	(120 mm)

l_2 je větší rozpětí, c účinná šířka hlavice

Orientační rozměry betonových nosníků

NOSNÍKY

	h	b
Trámy prostě uložené a spojitě		
– zatížené užitným zatížením	$l_1/15 - l/12$	$(0,33 - 0,4) h$
– střešní	$l_1/17 - l/14$	$(0,33 - 0,4) h$
Trámy konzolové		
– zatížené užitným zatížením	$l/5$	$(0,33 - 0,4) h$
– střešní	$l/10$	$(0,33 - 0,4) h$

Orientační rozměry betonových průvlaků a sloupů

	h	b
Průvlaky		
– zatížené užitným zatížením	$l/12 - l/8$	$(0,3 - 0,5) h$
– střešní	$l/14 - l/12$	$(0,3 - 0,5) h$

SLOUPY

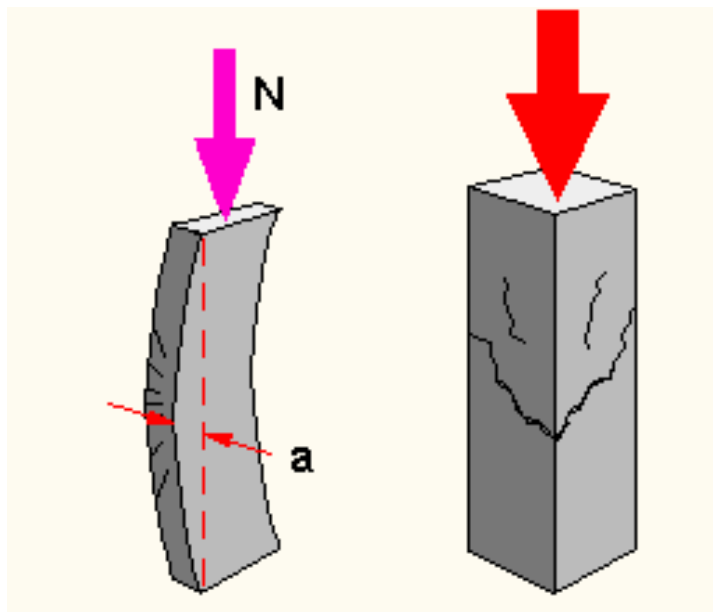
– střední sloupy vícepodlažních budov

$$A_c = \frac{\sum N_d}{0,8 f_{cd} + \rho_s f_{yd}}$$

Minimální rozměry:

- 200 mm, svisle betonované sloupy na staveništi
- 140 mm, vodorovně betonované prefabrikované sloupy

Vliv štíhlosti nosného prvku

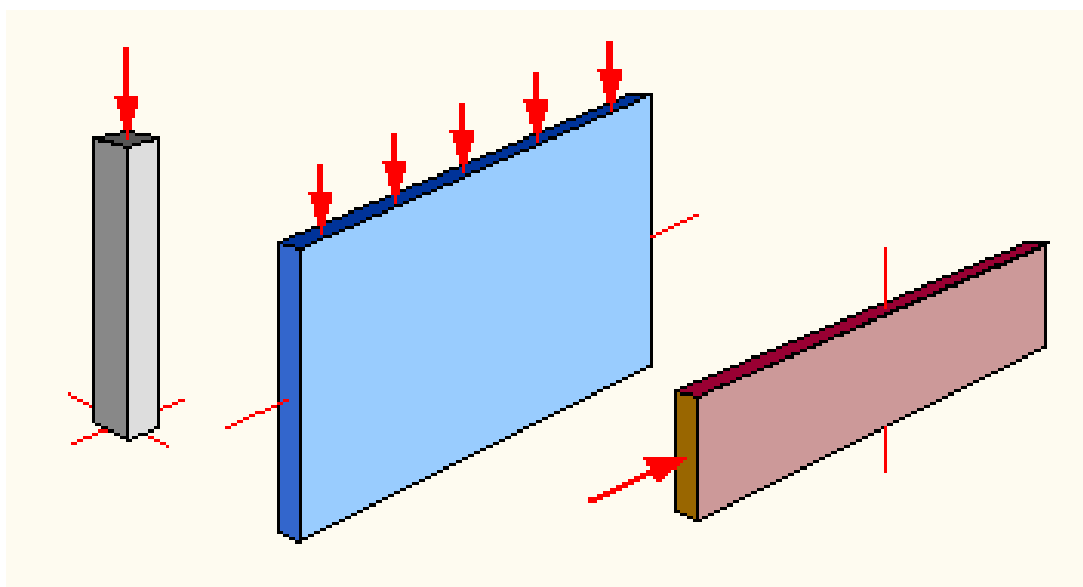


$$M_{\text{add}} = N a$$

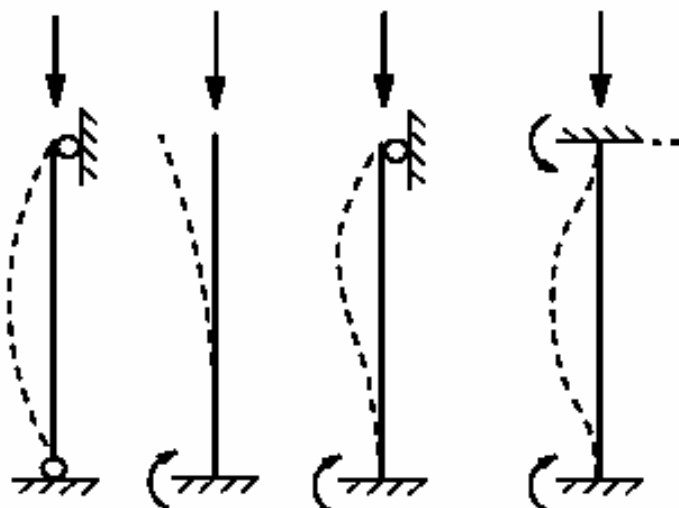
$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 E I}{L^2}$$

Eulerovo
kritické
břemeno

Vliv štíhlosti závisí na tvaru a způsobu namáhání nosného prvku



Ohybové štíhlosti λ



a) $l_0 = l$ b) $l_0 = 2l$ c) $l_0 = 0,7l$ d) $l_0 = l/2$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \quad i = \sqrt{\frac{I}{F}} \quad \text{Kritérium } \lambda < \lambda_{\text{lim}}$$

Mezní štíhlosti pro železobetonové konstrukce

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 ABC}{\sqrt{n}}$$

veličiny A, B, C závisí na stupni vyztužení, součiniteli dotvarování, poměru momentů

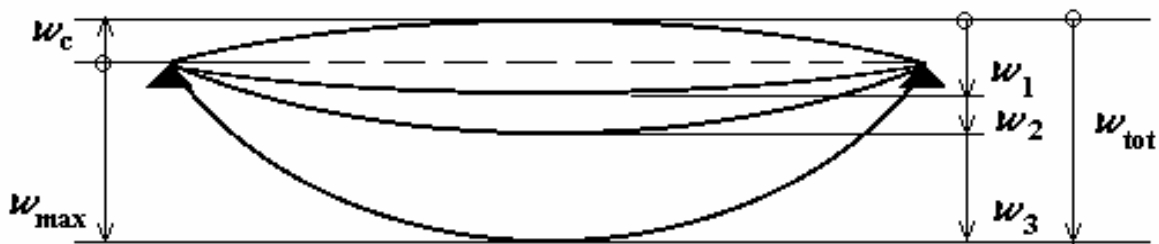
n poměrná normálová síla

Orientačně:

Prostý beton $\lambda_{\text{lim}} < 80$

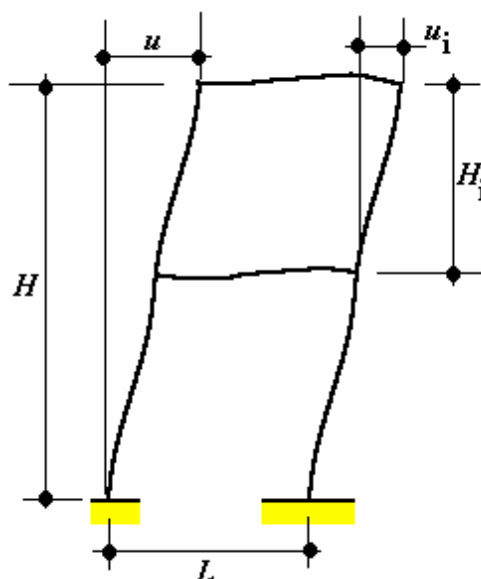
Železobeton $\lambda_{\text{lim}} < 150$ (25 pro velmi malou výstřednost)

Deformace a vodorovná posunutí



- w_c nadvýšení nezatíženého nosného prvku
- w_1 počáteční průhyb od stálých zatížení
- w_2 dlouhodobá část průhybu od stálých zatížení
- w_3 přídatný průhyb od proměnných zatížení
- w_{tot} celkový průhyb (součet w_1 , w_2 , w_3)
- w_{max} celkový průhyb bez nadvýšení

Deformace a vodorovná posunutí



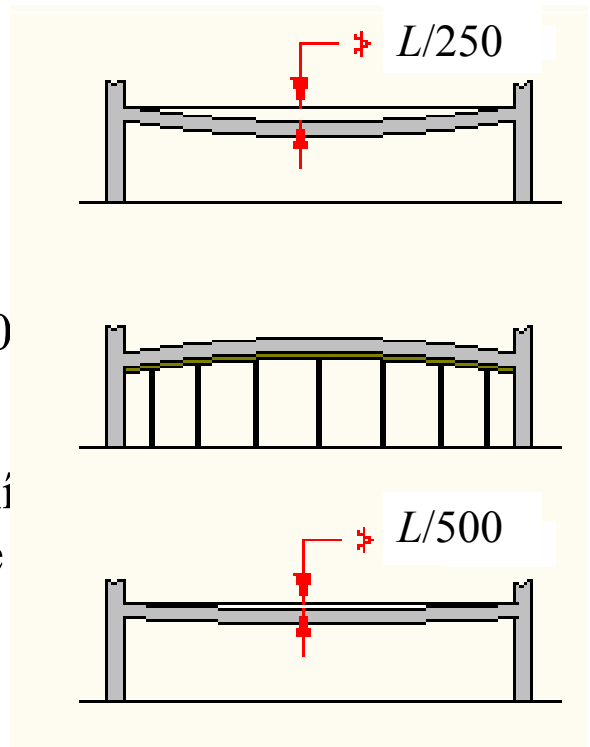
- u celkové vodorovné posunutí na výšce budovy H
- u_i vodorovné posunutí na výšce podlaží H_i

Mezní průhyby podle EN 1992-1-1

- průhyb při kvazistálém zatížení nemá překročit $1/250$ rozpětí.

- nadvýšení; velikost nadvýšení bednění by neměla překročit $1/250$ rozpětí.

- kritérium průhybu po zabudování prvku: $1/500$ rozpětí při kvazistálé kombinaci zatížení. Ostatní omezení by měla být uvažována v závislosti na náchylnosti k porušení připojených prvků.



Vymezující poměry rozpětí a účinné výšky průřezu l/d

Nosná konstrukce	K	$\rho = 1,5 \%$	$\rho = 0,5 \%$
Prostě podepřený nosník, prostě podepřená deska (nosná v jednom a ve dvou směrech)	1,0	14	20
Krajní pole spojitého nosníku nebo desky nosné v jednom směru, krajní pole desky nosné ve dvou směrech, spojitě ve směru kratšího rozpětí	1,3	18	26
Vnitřní pole spojitého nosníku nebo desky nosné v jednom nebo ve dvou směrech	1,5	20	30
Deska lokálně podepřená	1,2	17	24
Konzola	0,4	6	8

Pro poměry l/d menší než vymezení hodnoty v tabulce se ukazuje, že průhyby jsou menší než $1/250$ a výpočet přetvoření lze vynechat.

Mezní hodnoty svislých průhybů podle ČSN 73 1401

	w_{\max}	w_3
Střešní konstrukce		
<i>vaznice, vazníky</i>	<i>L/200</i>	<i>L/250</i>
Stropní konstrukce		
<i>stropnice, průvlaky</i>	<i>L/250</i>	<i>L/300</i>
<i>- kce nesoucí dlažby, omítky, příčky</i>	<i>L/250</i>	<i>L/350</i>
Jeřábové dráhy	<i>L/400 až L/750</i>	

EN 1993-1-1 obecné pokyny, odvolává se na NA

Mezní hodnoty vodorovných deformací podle ČSN 73 1401

prvky stěn

<i>příčle zasklení</i>	<i>L/200</i>
<i>sloupky a paždíky</i>	<i>L/250- L/300</i>

vrcholy sloupů budov od zatížení větrem

<i>- 1 podlažní haly</i>	<i>H/150</i>
<i>- 1 podlažní budovy</i>	<i>H/300</i>

vícepodlažní budovy

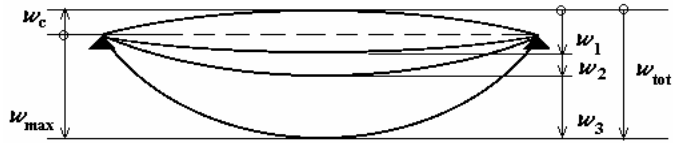
<i>- v každém podlaží</i>	<i>H/300</i>
<i>- pro kci jako celek</i>	<i>H₀/500</i>

Mezní hodnoty svislých průhybů podle EN 1995-1-1

$$w_1 = L/300 \text{ až } L/500$$

$$w_{\max} = L/250 \text{ až } L/350$$

$$w_{\text{tot}} = L/250 \text{ až } L/350$$



Otázky ke zkoušce

Koncepční návrh nosného systému

Pořadí návrhu nosných prvků

Orientační rozměry vodorovných nosných prvků

Orientační rozměry sloupů

Vzpěr, vymezuující hodnoty ohybové štíhlosti

Mezní hodnoty svislých průhybů

Mezní hodnoty vodorovných deformací

Vymezuující poměr rozpětí a účinné výšky

Průhyb - vymezení poměr l/d

Železobetonové desky a nosníky:

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{1,5} \right] \quad \text{pro } \rho \leq \rho_0$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho_1} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \right] \quad \text{pro } \rho > \rho_0 \quad \frac{310}{\sigma_s} \doteq \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$$

l/d mezní poměr rozpětí k účinné výšce

K součinitel pro různé konstrukční systémy

ρ_0 referenční stupeň vyztužení,

ρ požadovaný stupeň vyztužení z hlediska momentů od vnějšího zatížení

ρ_1 požadovaný stupeň tlakového vyztužení

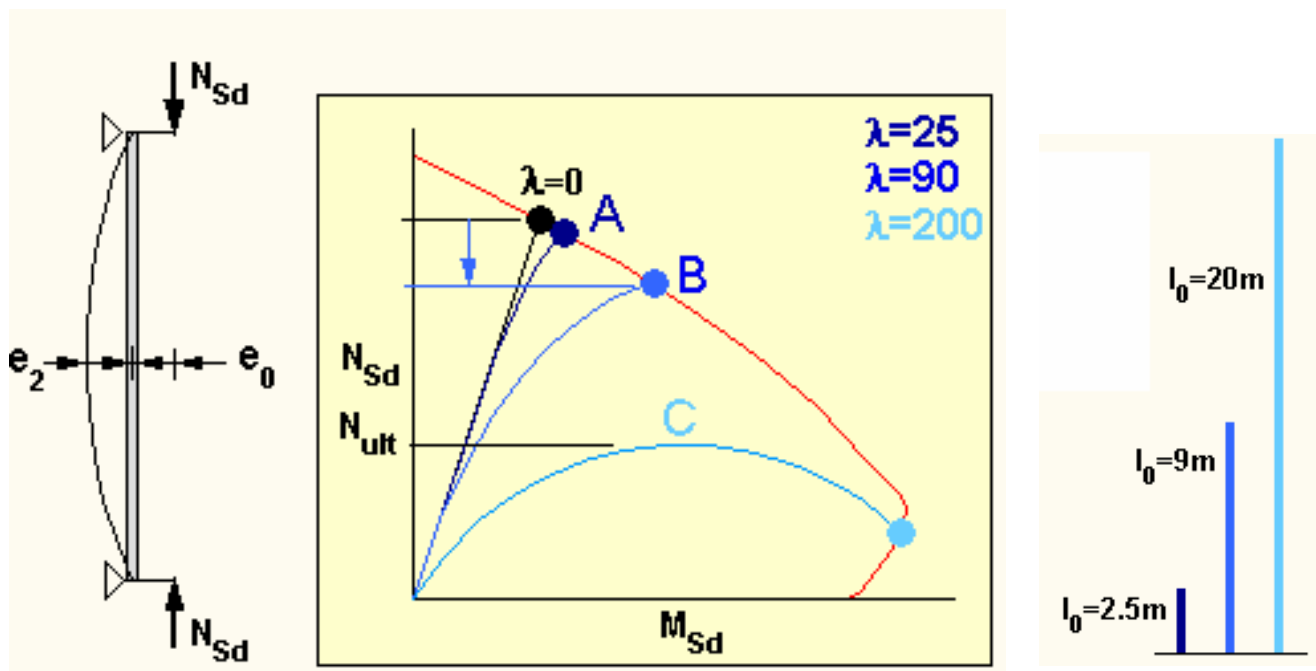
f_{ck} charakteristická pevnost betonu v tlaku [MPa]

Vymezení štíhlosti dále závisí

- na tvaru průřezu, pro T průřezy s poměrem šířky příruby k šířce žebra > 3 se násobí 0,8

- na rozpětí, pro $l > 7,0$ se násobí $7/l$ [m]

Vymezení ohybové štíhlosti



Účinná výška l_0 pro
čtvercový sloup 350 mm

Vliv oceli a stupně vyztužení na vymežující poměr l/d

