

ZÁSADY OVĚŘOVÁNÍ EXISTUJÍCÍCH KONSTRUKCÍ

Zatížení stálá a užitná

prof. Ing. Milan Holický, DrSc.
Kloknerův ústav, ČVUT v Praze

1. Zatížení stálá
2. Příklad stanovení stálého zatížení na základě zkoušek
3. Užitná zatížení

Zatížení stálá a užitná v EN 1991-1-1

- 1 Všeobecně
- 2 Klasifikace zatížení
- 3 Návrhové situace
- 4 Objemová tíha stavebních a skladovaných materiálů
- 5 Vlastní tíha konstrukcí
- 6 Užitná zatížení pozemních staveb
- Příloha A - Objemové tíhy materiálů - tabulky
- Příloha B – Svodidla a zábradlí v garážích

Zatížení stálá

Zatížení stálá: - Nosné prvky

- Nenosné prvky (příčky, povrchové úpravy, záchytná zařízení, izolace, atd.)

- Pevná zařízení (vybavení výtahů, pohyblivých schodišť, vytápění, elektrických zařízení, potrubí)

Vlastní tíha prvků = nominální objem \times objemová tíha

Tíha betonové desky/m² = tloušťka \times objemová tíha

$$\text{např. } 0,20 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 5 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristické hodnoty objemové tíhy materiálů a úhlů vnitřního tření – EN 1991-1-1, příloha A.

Stanovení stálého zatížení na základě výsledků zkoušek

- odstavec NA.2.5 národní přílohy NA - metodika stanovení charakteristické hodnoty stálého zatížení G_k na základě zkoušek

- charakteristická hodnota G_k se stanoví jako odhad průměru stálého zatížení μ_G s konfidencí 90 %: $P(\mu_G < G_k) = 0,9$

$$G_k = m_G \pm k_n s_G; \quad m_G = \frac{\sum g_i}{n}; \quad s_G = \sqrt{\frac{\sum (g_i - m_G)^2}{n-1}};$$

- znaménko „plus“ – nepříznivé zatížení, „minus“ - příznivé
 - součinitel k_n závisí na počtu vzorků n

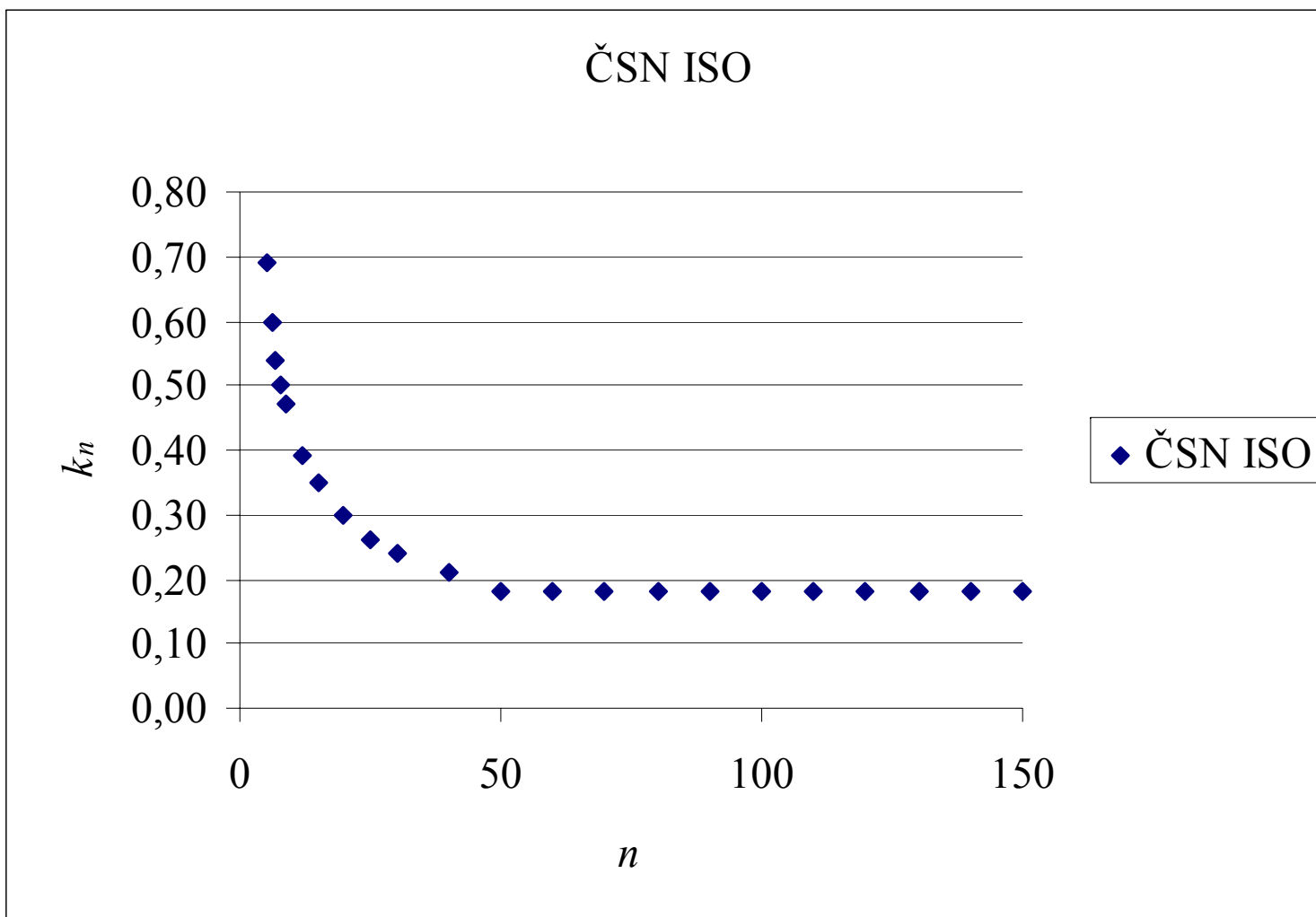
Součinitel k_n

- normální rozdělení

Počet vzorků n	Součinitel k_n	Počet vzorků n	Součinitel k_n
5	0,69	15	0,35
6	0,60	20	0,30
7	0,54	25	0,26
8	0,50	30	0,24
9	0,47	40	0,21
12	0,39	>50	0,18

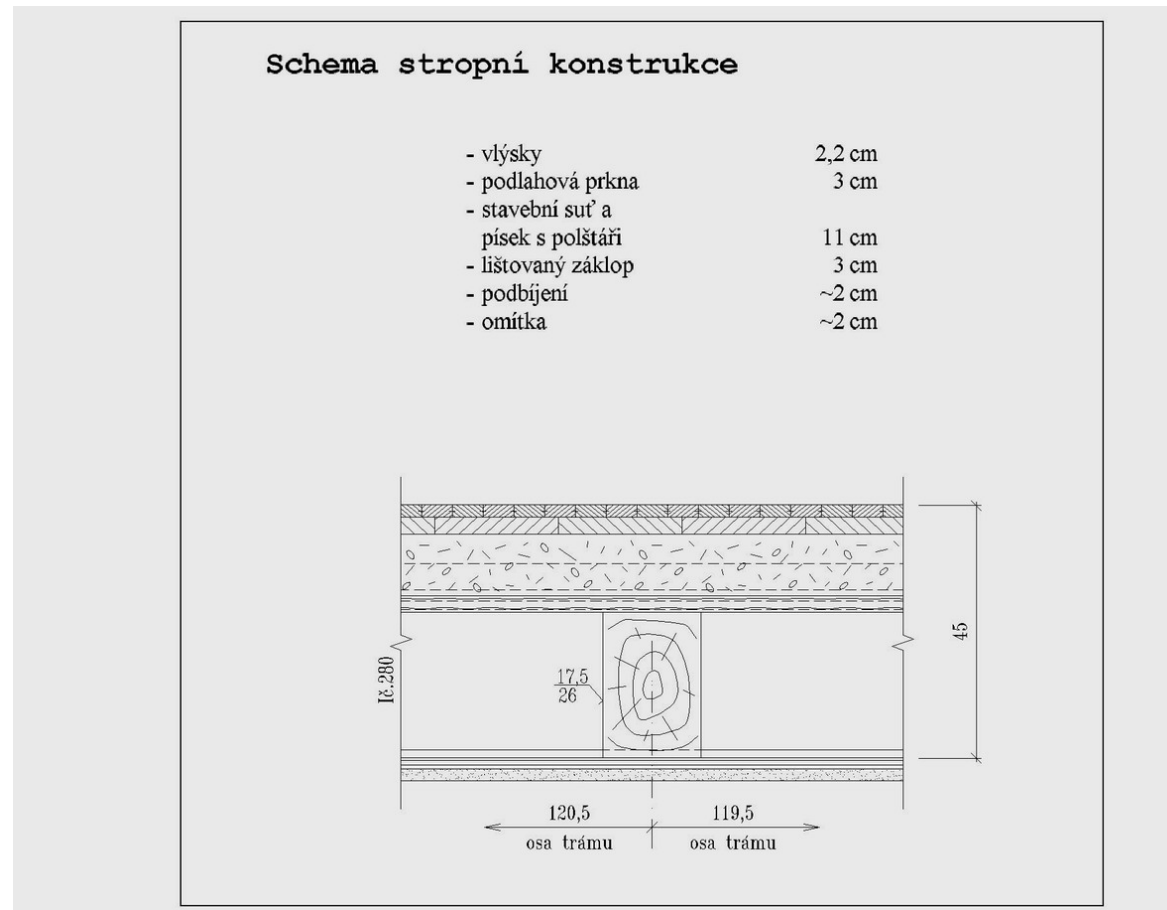
mezilehlé hodnoty n - lineární interpolace

Součinitel k_n



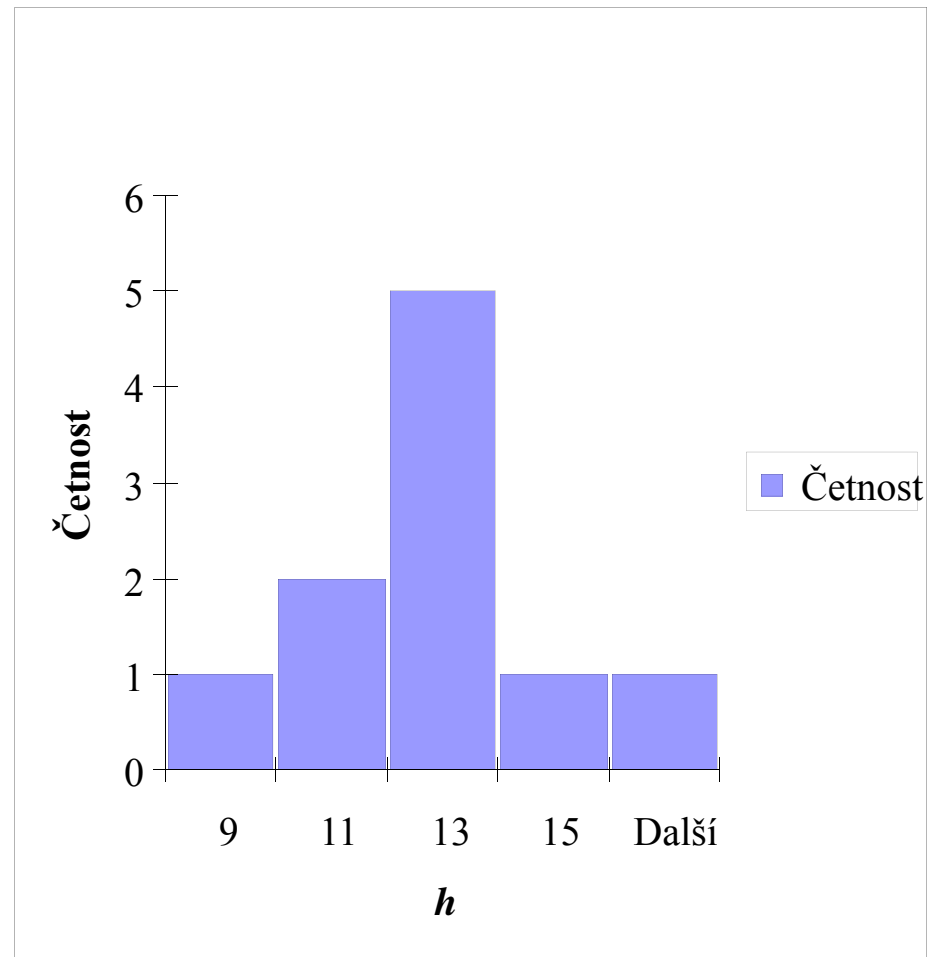
- $n \geq 5$, jinak porovnat s_G s předchozími výsledky, případně $G_k \geq \max(g_i)$

Typická skladba stropní konstrukce



- 2. až 4. NP stejný trakt $\rightarrow n = 28$ (vyloučení odlehlých pozorování)
- významná variabilita - „stavební suť a písek s polštáři“ $\rightarrow g = \gamma h$ (objemová tíha \times naměřená tloušťka vrstvy) – normální rozdělení ($\mu_\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$, $V_\gamma = 0,2$)

Vyhodnocení měření



- odhady charakteristik tloušťky vrstvy h : m_h , s_h a $v_h = s_h / m_h$
- stálé zatížení g : $m_g \approx \mu_\gamma m_h$, $v_g \approx \sqrt{V_\gamma^2 + v_h^2 + V_\gamma^2 v_h^2}$

Vyhodnocení měření – 2. NP

Počet	n	10	
Minimum	h_{\min}	9	cm
Maximum	h_{\max}	17,5	cm
Průměr	m_h	12,10	cm
Var. koef.	V_h	0,19	
Průměr	μ_g	1,94	kN/m²
Var. koef.	V_g	0,28	
Součinitel	k_n	0,44	
Charakt. hodnota	g_k	2,17	kN/m²
Poměr	g_k/m_g	1,12	

- charakter. hodnota g_k je v uvažovaném příkladu větší než odhad průměru m_g přibližně o 12 %
- sloučení dat z jednotlivých NP má zanedbatelný vliv na g_k

Závěrečné poznámky

- Stálá zatížení existujících historických konstrukcí lze stanovit na základě měření s využitím statistických metod.
- Zavedený dokument ČSN ISO 13822 uvádí postupy pro odhad průměru uvažovaného souboru a stanovení charakteristické hodnoty.
- V uvažovaném numerickém příkladu vychází charakteristická hodnota stálého zatížení g_k větší přibližně o 12 % (zatížení g působí nepříznivě) než odhad průměru m_g .

Zatížení užitná - kategorie A až K

- A Obytné plochy
- B Kancelářské plochy
- C Plochy pro shromažďování (C1 - C4)
- C5 Plochy s vysokou koncentrací lidí
- D Plochy obchodní (D1 - D2)
- E1 Plochy pro skladovací účely
- E2 Průmyslové plochy
- F, G Dopravní a parkovací plochy

Kategorie C a D

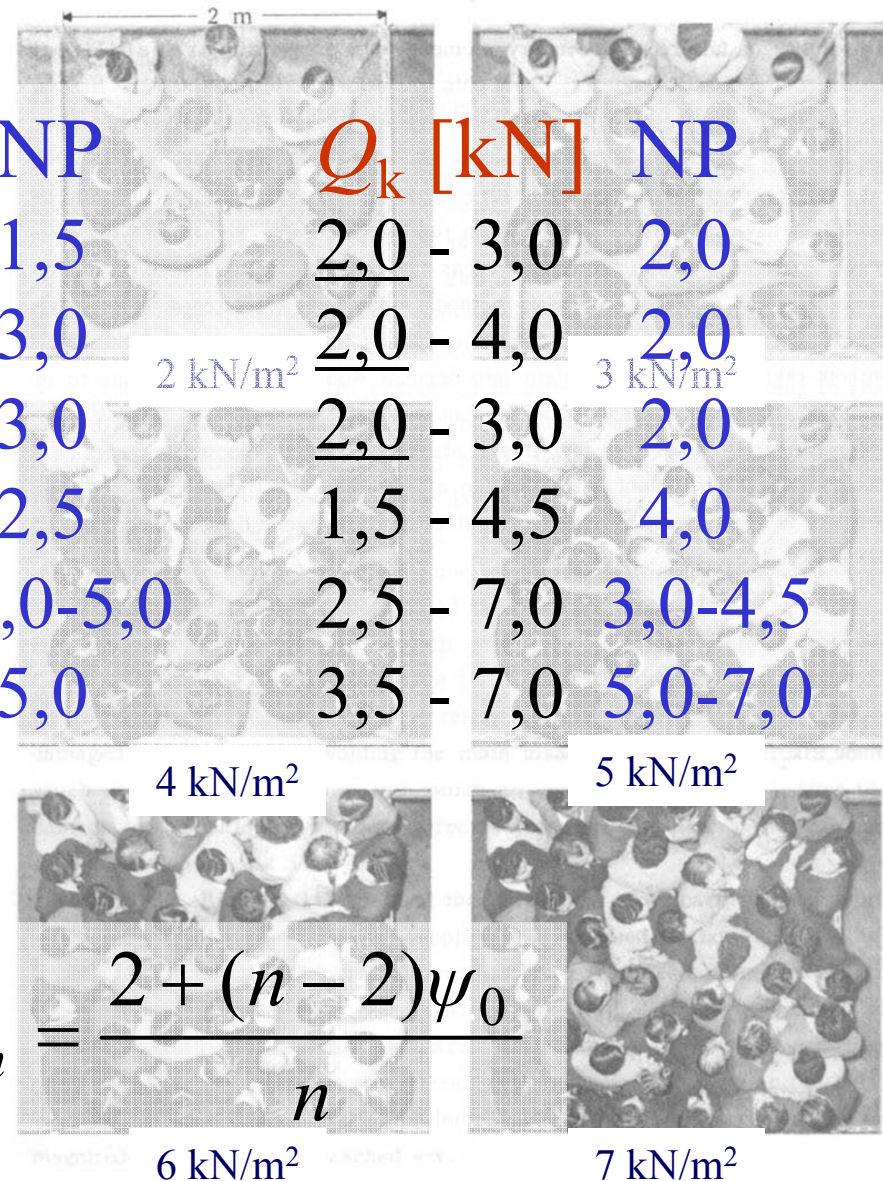
Kategorie	Stanovené použití	Příklad
C	plochy, kde dochází ke shromažďování lidí (kromě ploch uvedených v kategoriích A, B a D ¹)	<p>C1: plochy se stoly atd., např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích.</p> <p>C2: plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech.</p> <p>C3: plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, ve výstavních síních a přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách, hotelích, nemocnicích, železničních nádražních halách.</p> <p>C4: plochy určené k pohybovým aktivitám, např. taneční sály, tělocvičny, scény atd.</p> <p>C5: plochy, kde může dojít ke koncentraci lidí, např. budovy pro veřejné akce jako koncertní a sportovní haly, včetně tribun, teras a přístupových ploch, železniční nástupiště atd.</p>
D	obchodní plochy	<p>D1: plochy v malých obchodech</p> <p>D2: plochy v obchodních domech</p>

Užitná zatížení v EN 1991-1-1

Kategorie	q_k [kN/m ²]	NP	Q_k [kN]	NP
A Obecně	1,5 - <u>2,0</u>	1,5	<u>2,0</u> - 3,0	2,0
Schodiště	<u>2,0</u> - 4,0	3,0	<u>2,0</u> - 4,0	2,0
Balkóny	<u>2,5</u> - 4,0	3,0	<u>2,0</u> - 3,0	2,0
B Kanceláře	2,0 - <u>3,0</u>	2,5	1,5 - 4,5	4,0
C1-C5 Shrom. pr.	2,0 - 7,5	3,0-5,0	2,5 - 7,0	3,0-4,5
D1-D2 Skladovací	4,0 - 5,0	5,0	3,5 - 7,0	5,0-7,0

Redukční součinitele:

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A}, \quad \alpha_n = \frac{2 + (n-2)\psi_0}{n}$$



Garáže a dopravní plochy

Kategorie	q_k [kN/m ²]	NP	Q_k [kN]	NP
F	1,5 - <u>2,5</u>	2,5	10 – 20	20
dopravní a parkovací plochy pro lehká vozidla do 30 kN a 8 sedadel				
G	5	5,0	40 – <u>90</u>	120
pro střední vozidla do 30 kN celkové tíhy, menší než 160 kN				

Kategorie střech

	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
H	Plochy nepřístupné s výjimkou běžné údržby 0 - 1 (<u>0,4</u>)	0,75 $A = 10 \text{ m}^2$ 0,9-1,5 (<u>1</u>)
I	Střechy přístupné, zatížení stejné jako A až D	
K	Plochy přístupné pro zvláštní provoz	

Vodorovná zatížení na zábradlí a dělicí stěny

Užitné plochy	q_k [kN/m]	NP
A, B, C1	0,2 až 1,0 (<u>0,5</u>);	0,5-1,0
C2- C4, D	0,8 až <u>1,0</u> ;	1,0
C5	3,0 až <u>5,0</u> ;	5,0
E	0,8 až <u>2,0</u> ;	2,0
V ČSN 73 0035 pro B	0,5	
C5	1,5	

Vodorovná zatížení na svodidla

Síla v kN působící kolmo na 1,5 m svodidla

$$F = 0,5 m v^2 / (\delta_c + \delta_b)$$

δ_c deformace vozidla (mm)

δ_b deformace svodidla (mm)

m hmotnost vozidla (kg)

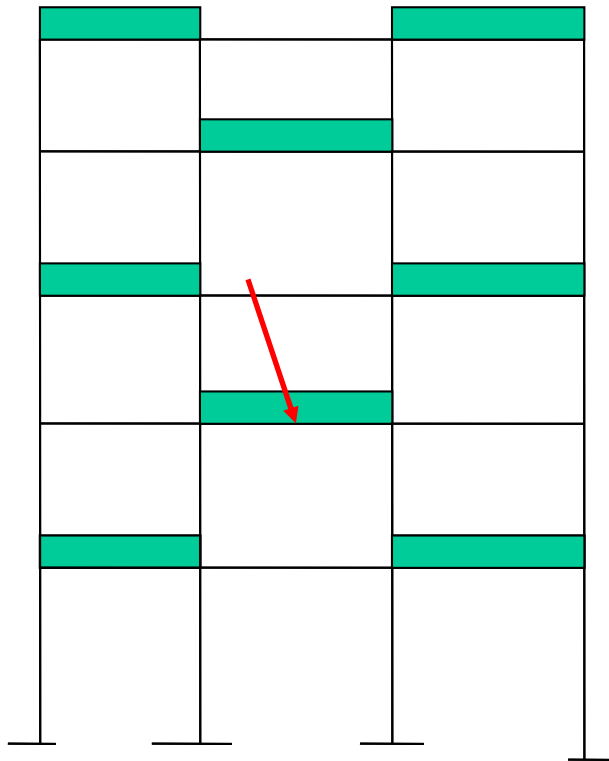
v rychlost vozidla v kolmém směru (m/s)

Příklad $m = 1500$ kg, $v = 4,5$ m/s, $\delta_c + \delta_b = 100$ mm

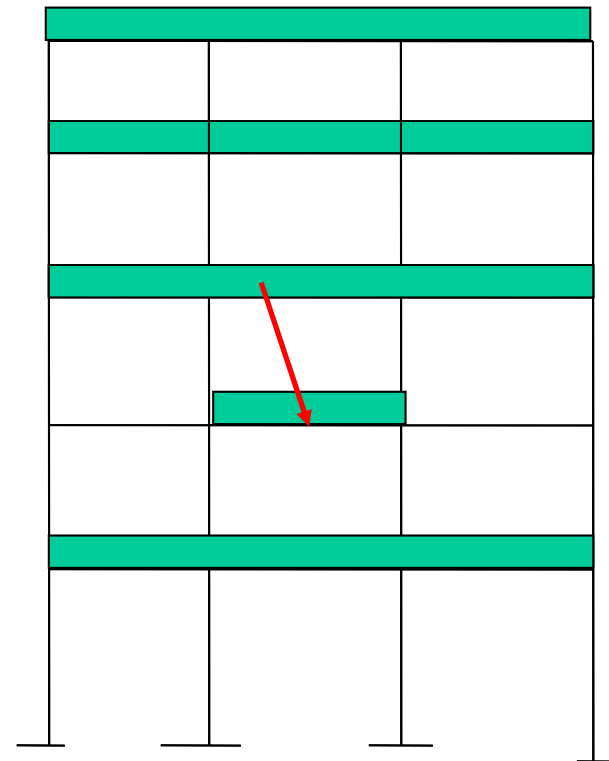
$$F = 0,5 m v^2 / (\delta_c + \delta_b) = 0,5 \times 1500 \times 4,5^2 / 100 = 300 \text{ kN}$$

Uspořádání zatížení na konstrukci

Výpočet mezipodporového momentu ve vyznačeném poli



Šachovnicové zatížení



Zjednodušení v EN 1991-1-1

Závěrečné poznámky

- **Zatížení se musí stanovit podle platných norem,** zejména podle norem ČSN EN 1990 a jednotlivých Částí ČSN EN 1991.
- Pokud není k dispozici původní dokumentace, ze které lze zjistit uspořádání a velikost působících zatížení, zjišťují se tato zatížení šetřením na místě.
- Pro návrh svislých prvků, zatížených z několika podlaží, lze předpokládat, že zatížení jsou rozložena rovnoměrně.
- Soustředěná a rovnoměrná zatížení se mají uvažovat odděleně.
- Redukční součinitel ψ nelze uvažovat společně s redukčním součinitelem α .