

BL05 Betonové konstrukce I

Zjednodušené metody řešení patrových rámových konstrukcí
inovovaná přednáška I.

Přednášející: prof. Ing. Ivailo Terzijski, CSc.
Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Středoevropské centrum pro vytváření a realizaci inovovaných
technicko-ekonomických studijních programů

Registrační číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0301

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a
státním rozpočtem České republiky.

METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení svislé

- zjednodušená deformační metoda (neposuvnost styčnicků) s návazností ve svislém i vodorovném směru, návaznost je dána předpoklady o pootočení styčnicků.

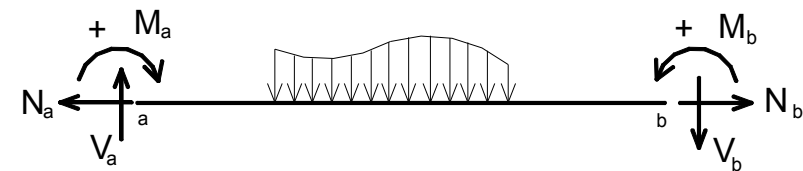
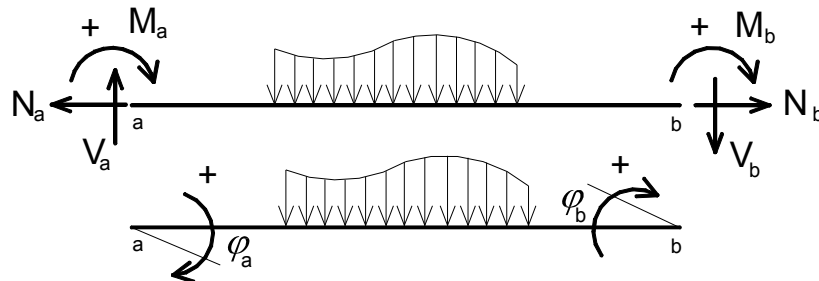
Základní předpoklady pro deformační metodu

- znaménková konvence

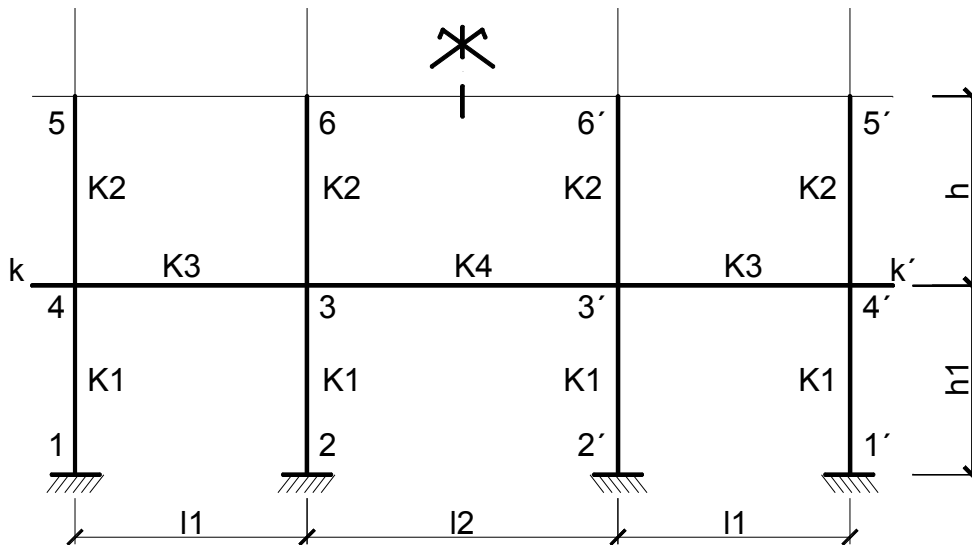
deformační metoda

podle působení styčnicku na prut

!!! silová metoda !!!



- výpočet ohybových tuhostí – poměrné tuhosti



- tuhost i-tého prutu (lze brát poměrově)

$$k_i = \frac{J_i}{l_i} \cdot E$$

předpoklad $E = \text{konst.}$

- **tuhost konzoly = 0**

- tuhost j-tého styčnicku

$$\rho_j = 2 \cdot \sum_{i=1}^n k_i$$

- styčnicková rovnice

$$\rho_j \cdot \varphi_j + \sum_{i=1}^n k_{ij} \cdot \varphi_i = -\sum_{i=1}^n \overline{M}_{ji}$$

- celkový ohybový moment

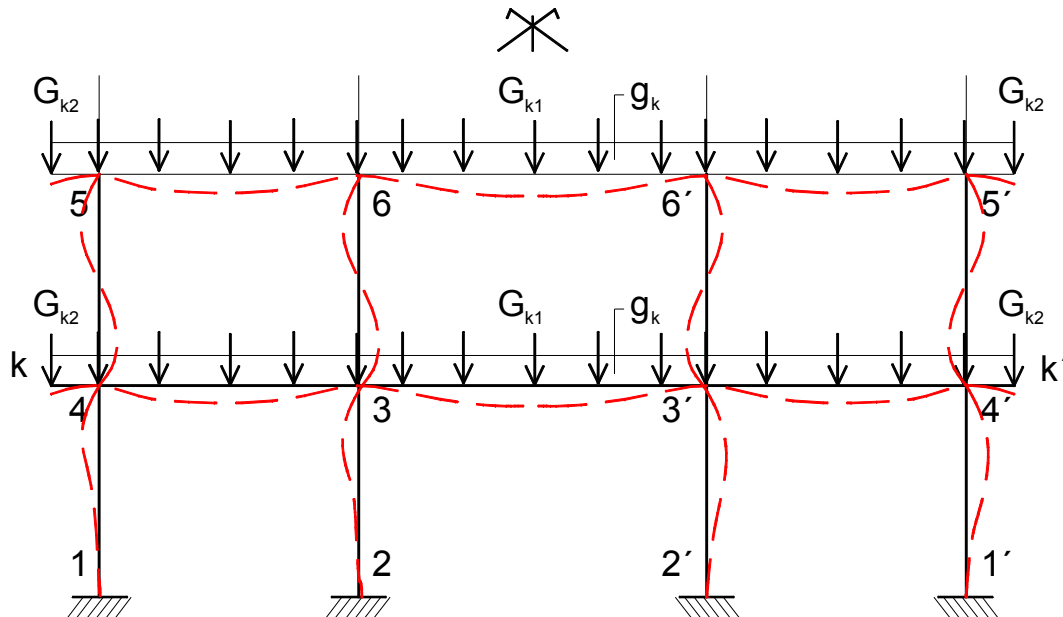
$$M_{ab} = \overline{M}_{ab} + \overline{\overline{M}}_{ab} = \overline{M}_{ab} + K_{ab}(2\varphi_a + \varphi_b)$$

$$M_{ba} = \overline{M}_{ba} + \overline{\overline{M}}_{ba} = \overline{M}_{ba} + K_{ba}(\varphi_a + 2\varphi_b)$$

- primární ohybový moment (značený \overline{M}_{ab} , ve statických tabulkách \mathfrak{M}_{ab}), moment od aktuálního zatížení na oboustranně vetknutém nosníku (popř. konzole). Pro jednotlivé druhy zatížení lze nalézt ve statických tabulkách, platí princip superpozice

- sekundární moment $\overline{\overline{M}}_{ab} = K_{ab} \cdot (2\varphi_a + \varphi_b)$ je moment vzniklý deformacemi konců prutů

ZS1 - stálé



Předpoklady:

- z okrajových podmínek

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_{1'} = \varphi_{2'} = 0$$

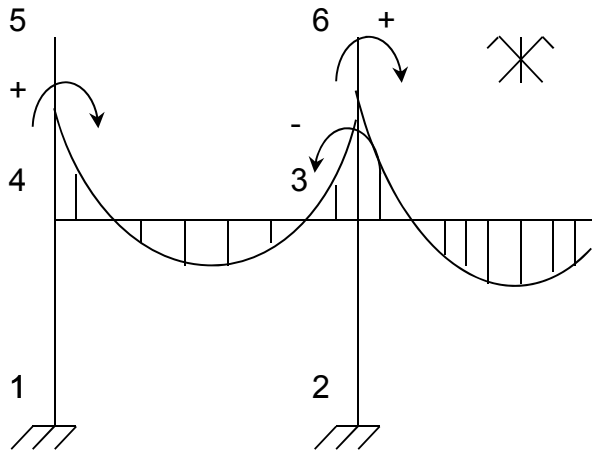
- ze symetrie

$$\varphi_{3'} = -\varphi_3 \quad \varphi_{4'} = -\varphi_4$$

- z předpokladů o defor.

$$\varphi_6 \cong \varphi_3 \quad \varphi_5 \cong \varphi_4$$

Pro ZS1 platí následující schéma primárních momentů:



Po dosazení předpokladů o φ a provedení základních úprav, lze pro styčníky 4 a 3 sestavit následující dvě styčníkové rovnice:

pro styčník 4:

$$\rho_4 \cdot \varphi_4 + k_{4,3} \cdot \varphi_3 + k_{4,5} \cdot \varphi_4 = -\bar{M}_{4,3}$$

pro styčník 3:

$$\rho_3 \cdot \varphi_3 + k_{3,4} \cdot \varphi_4 + k_{3,6} \cdot \varphi_3 - k_{3,3'} \cdot \varphi_3 = -(\bar{M}_{3,4} + \bar{M}_{3,3'})$$

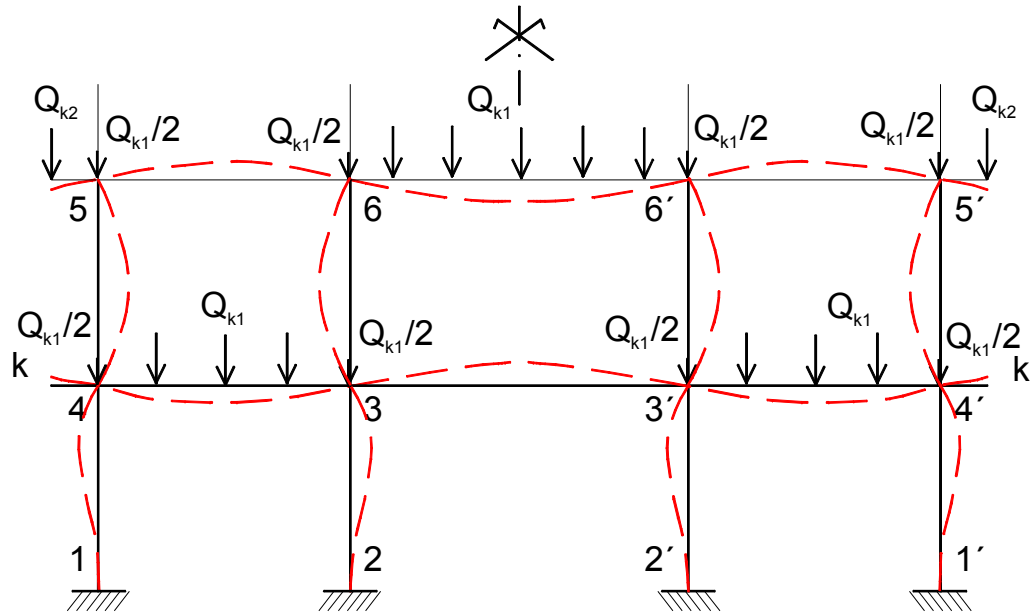
To jsou 2 rovnice o 2 neznámých φ_3 a φ_4 .

Po jejich výpočtu a uplatnění výchozích předpokladů získáme φ pro celý výsek.

Při znalosti všech φ lze dopočítat sekundární a celkové momenty, jakož i další statické veličiny – viz str. 1 a další vztahy z elementární stavební mechaniky.

Naznačený výpočet je nutno provést analogicky i v případě dalších ZS.

ZS2 – proměnné šach1



Předpoklady:

- z okrajových podmínek

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_{1'} = \varphi_{2'} = 0$$

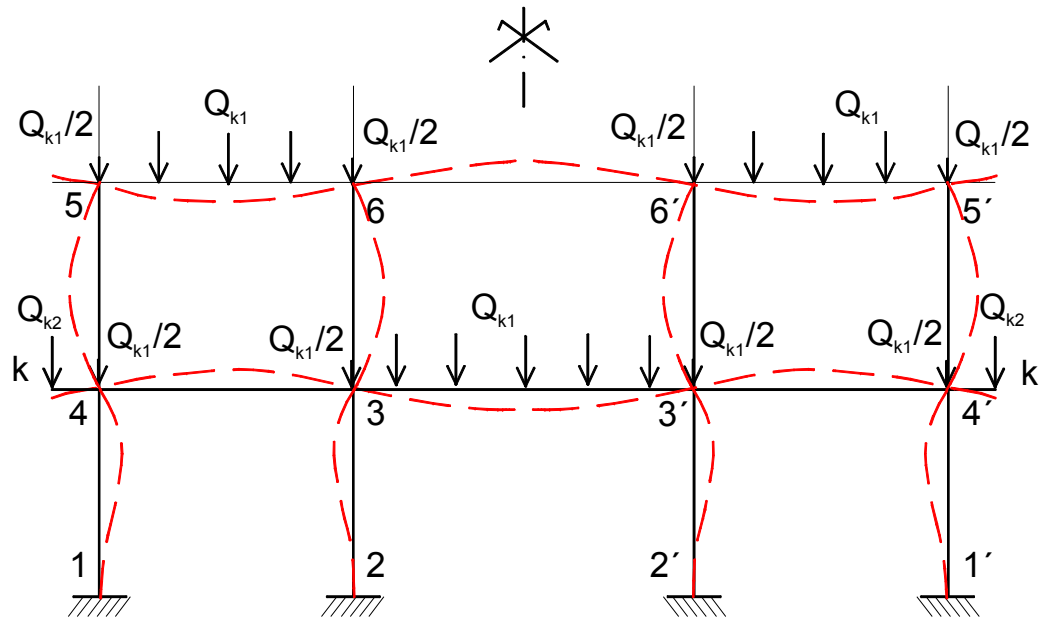
- ze symetrie

$$\varphi_{3'} = -\varphi_3 \quad \varphi_{4'} = -\varphi_4$$

- z předpokladů o defor.

$$\varphi_6 = -\varphi_3 \quad \varphi_5 = -\varphi_4$$

ZS3 – proměnné šach 2



Předpoklady:

- z okrajových podmínek

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_{1'} = \varphi_{2'} = 0$$

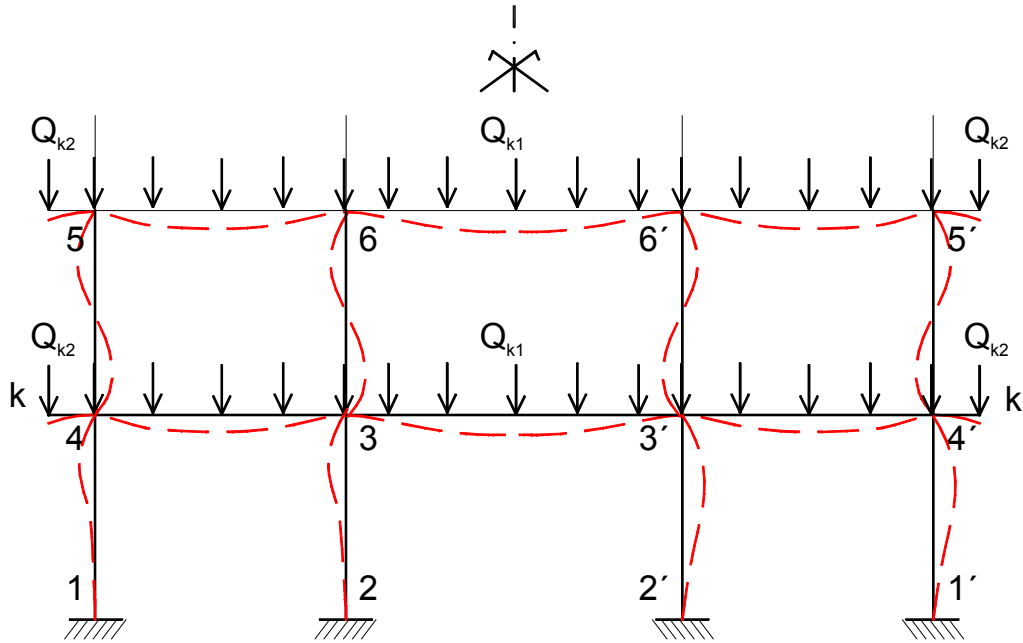
- ze symetrie

$$\varphi_{3'} = -\varphi_3 \quad \varphi_{4'} = -\varphi_4$$

- z předpokladů o defor.

$$\varphi_6 = -\varphi_3 \quad \varphi_5 = -\varphi_4$$

ZS4 – proměnné plné



Předpoklady:

- z okrajových podmínek

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_{1'} = \varphi_{2'} = 0$$

- ze symetrie

$$\varphi_{3'} = -\varphi_3 \quad \varphi_{4'} = -\varphi_4$$

- z předpokladů o defor.

$$\varphi_6 = \varphi_3 \quad \varphi_5 = \varphi_4$$

METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení vodorovné

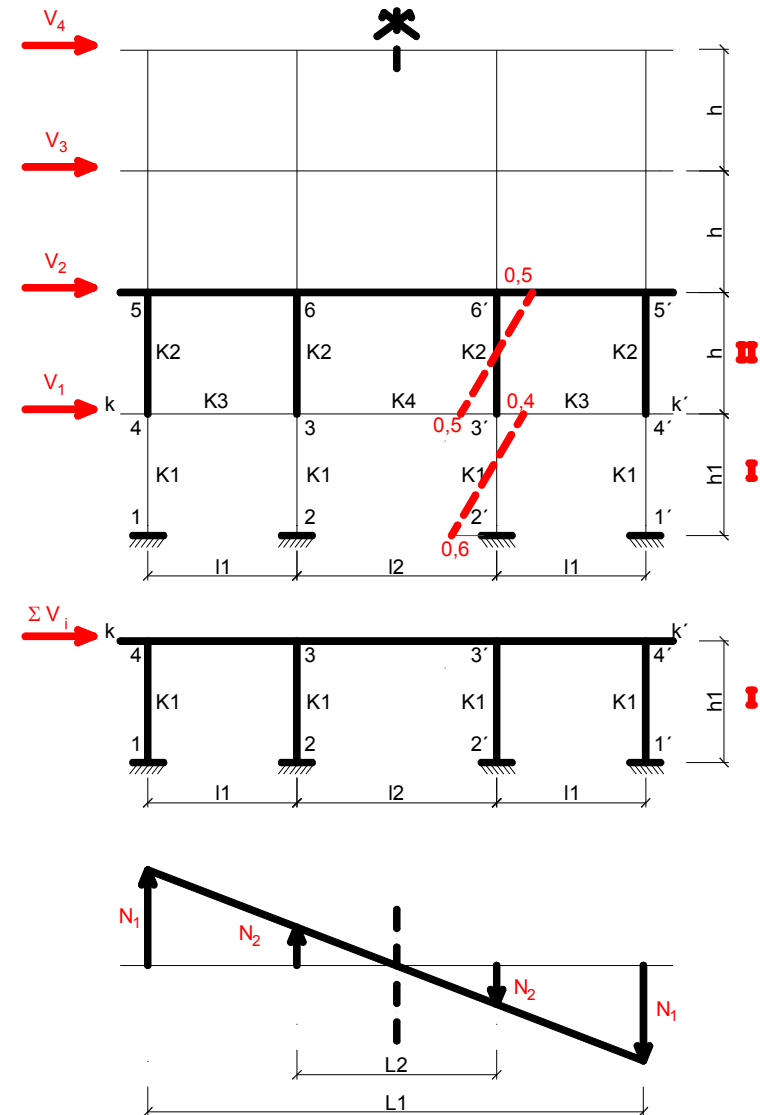
ZS5 – vítr zleva

Uplatňuje se silová konvence:
moment se vykresluje na stranu tažených vláken.

Jsou-li tažena:

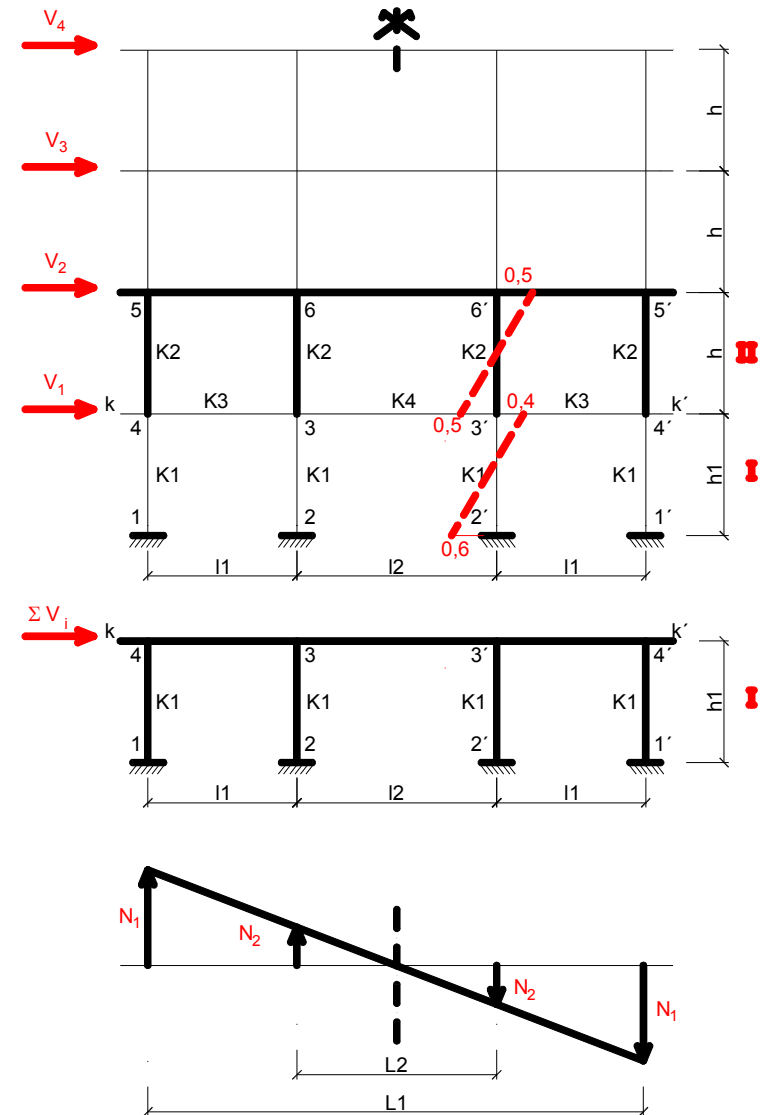
dolní	-	je sign M +
horní	-	je sign M -
pravá	-	je sign M +
levá	-	je sign M -

Z hlediska dimenzování nosné konstrukce rámu jsou účinky tahových sil v příčlích zanedbatelné. Proto lze silovou výslednici tahu sání na závětrné straně přičíst s opačným znaménkem k tlakové výslednici na straně návětrné. Výslednou sílu zde značíme **V1 až V4**.



METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení vodorovné

ZS5 – vítr zleva



Z momentové podmínky rovnováhy lze odvodit velikost normálových sil ve sloupech. Jejich velikost je v poměru k silám od svislého zatížení velmi malá, a lze je tedy při zjednodušeném výpočtu zanedbat.

METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení vodorovné

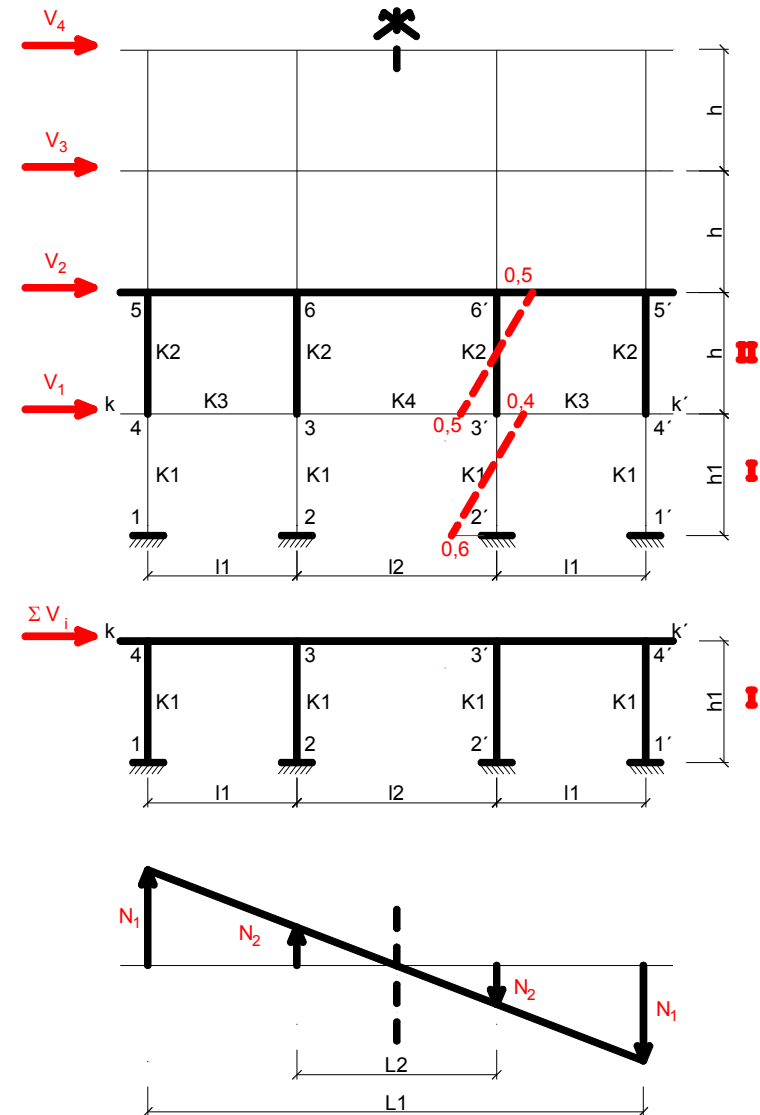
ZS5 – vítr zleva

Momentová podmínka pro první patro – konstrukce nad ním je uvažována jako tuhý celek.

$${}^I M = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) \cdot h_1$$

$${}^I K = 4K_1$$

$$M_{14} + M_{41} = {}^I M \left(\frac{K_1}{{}^I K} \right) = {}^I M / 4$$



METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení vodorovné

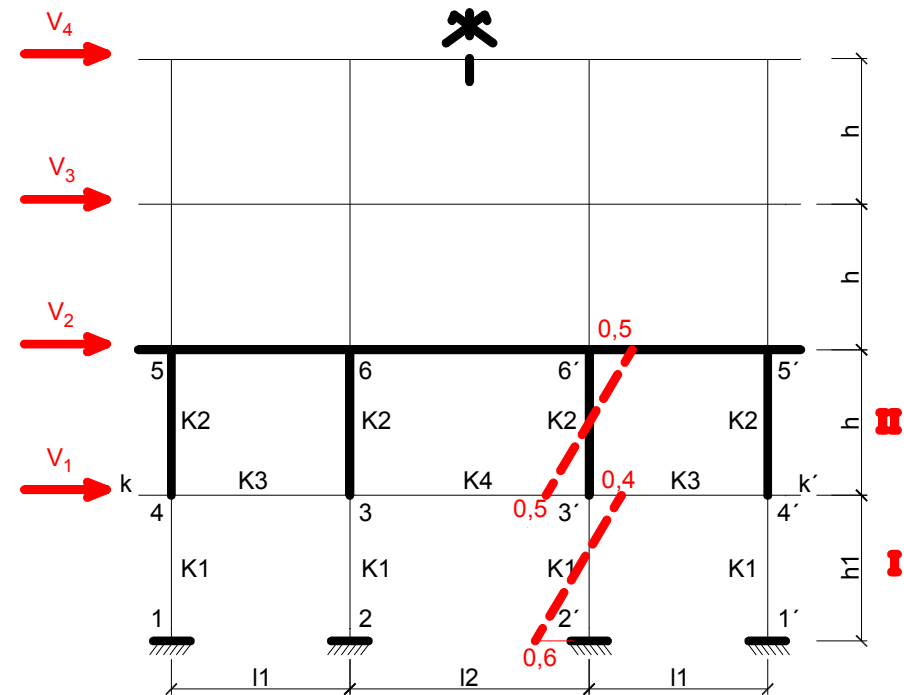
ZS5 – vítr zleva

Rozdělení momentu jedné stojky do hlavy a paty je v poměru tuhostí dle okrajových podmínek.

V běžném patře se předpokládá stejná tuhost připojení do hlavy i paty, dělení je tedy 0,5 : 0,5. Vetknutí sloupu do patky se považuje za tužší než připojení do styčnicku. Proto je zde dělení 0,6 : 0,4.

$$M_{14} = -0,6 \frac{M}{4} = M_{23} = M_{2'3'} = M_{1'4'}$$

$$M_{41} = -0,4 \frac{M}{4} = M_{32} = M_{3'2'} = M_{4'1'}$$



METODA VÝSEKU RÁMU – pro zatížení vodorovné

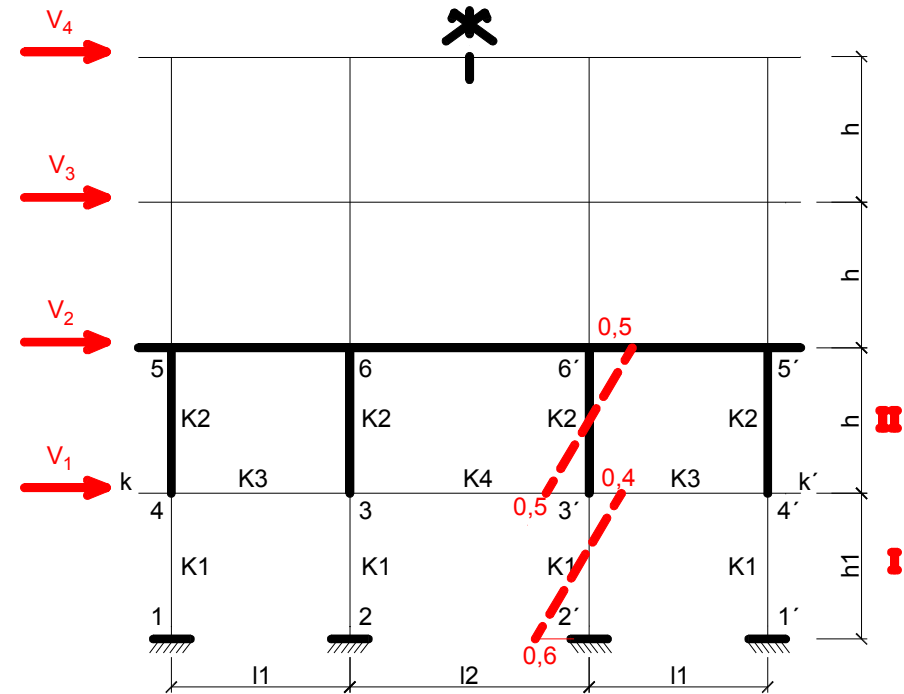
ZS5 – vítr zleva

Momentová podmínka pro druhé patro – konstrukce nad a pod uvažována jako tuhý celek.

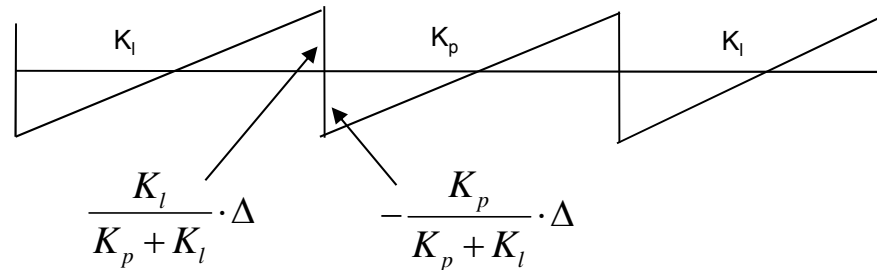
$${}^{\text{II}}M = (V_2 + V_3 + V_4) \cdot h$$

$$M_{45} = -0,5 \frac{{}^{\text{I}}M}{4} = M_{36} = M_{3'6'} = M_{4'5'}$$

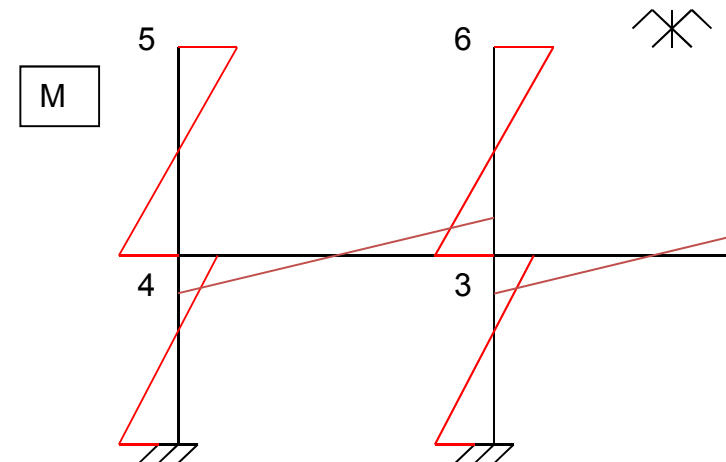
$$M_{54} = -0,5 \frac{{}^{\text{I}}M}{4} = M_{63} = M_{6'3'} = M_{5'4'}$$



Rozdělení momentů do příčle se děje za předpokladu zachování rovnováhy ve styčnicku:



Sign	
+	$M_{43} = -(+M_{45}^- + M_{41}^-)$
-	$M_{34} = \frac{k_3}{k_3 + k_4} [-(M_{36}^- + M_{32}^-)]$
+	$M_{33'} = \frac{k_4}{k_3 + k_4} [-(M_{36}^- + M_{32}^-)]$



Děkuji za pozornost.