

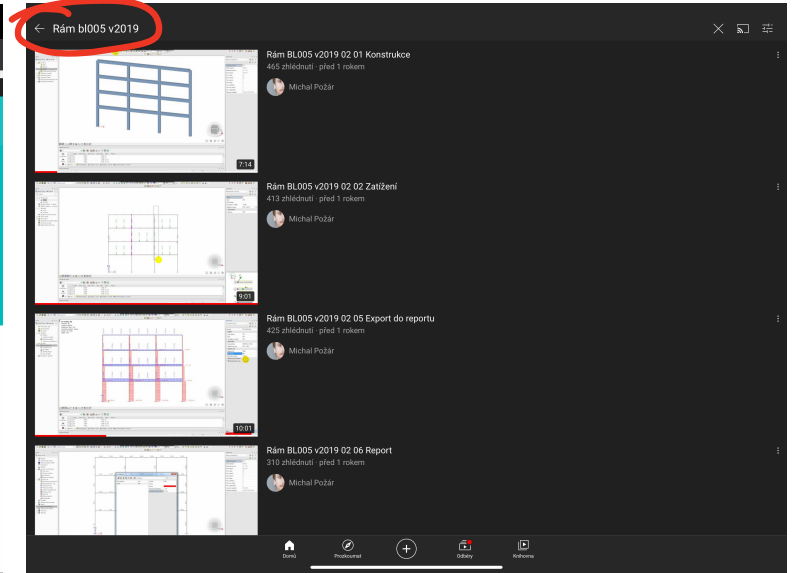
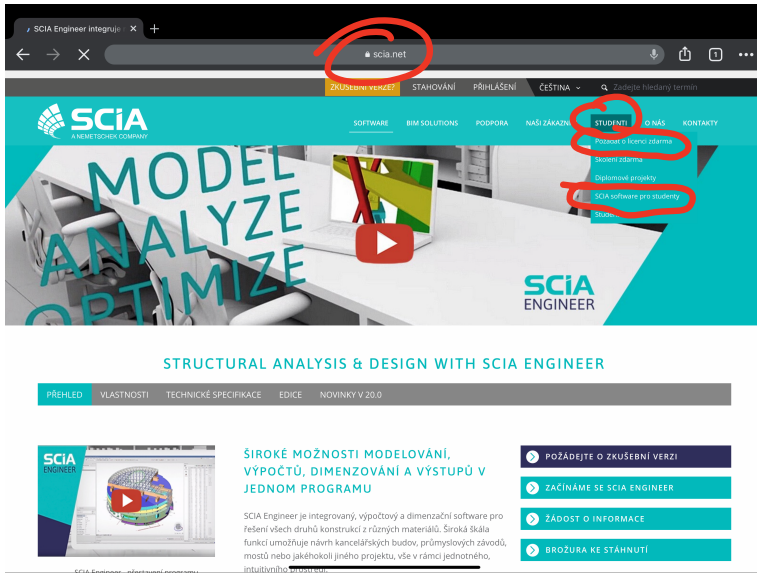
CVIČENÍ ČÍSLO 2

2

* VÝPOČET VYTIŽENÝCH SIL :

- A) SOFTWARE (SCIA, RFEM, IDEA, ...)
- B) MIN. JEDEK ZS RUCNÍM VÝPOČTEM
↳ METODA RÁMOVÝCH VÝSEKŮ

AD A) SOFTWARE: NÁVOD YOUTUBE: "Rám BLOOS v 2019 02"



VÝSTUP Z PROGRAMU → PDF:

- 1) ROZMĚRY RÁMU (KOM), ROZMĚRY PRŮŘEZŮ
- 2) KAŽDÝ ZS - OBRAZEK ZATÍŽENÍ (CHAR. HODNOTY)
- 3) KAŽDÝ ZS - PRŮBĚH N, V, M (CHAR. HODNOTY)

GREAT JOB!

(PRO KONTROLU LZE VUTVOŘIT KOMBINACE A OBAČKA ALE NA CVIČENÍ SE TO BUDE POČÍTAT RUCNĚ)



<https://www.youtube.com/playlist?list=PLguHrIKymYJpQIU13PHkh3aQWcCFadcNX>

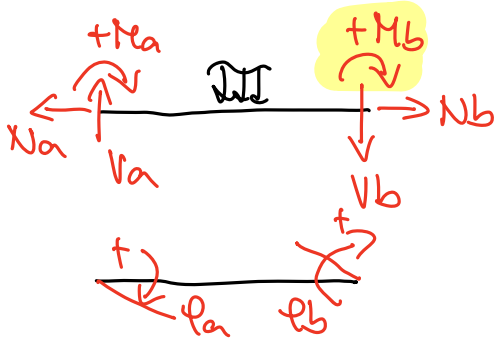
AD B) METODA RÁMOVÝCH ÚSEKŮ

V PŘÍPADĚ ÚPOČTU PROGRAMU STAČÍ POČÍTA JEDEN ZATĚŽOVACÍ STAV (DOPORUČUJI ŠACH).

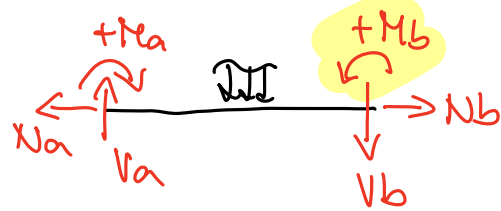
PRO ÚPOČET JE NUTNÉ UVAŽOVAT NĚKTERÁ ZJEDNODUŠENÍ
 → NEPOSUVNOST STUČNÍKŮ
 → PŘEDPOKLADY O POTOČENÍ STUČNÍKŮ
 → ZANEDBÁNÍ MOMENTY NA KONCI PŘÍČLE (ZATÍŽENÍ)

ZNAMĚNKOVÁ KONVENCE

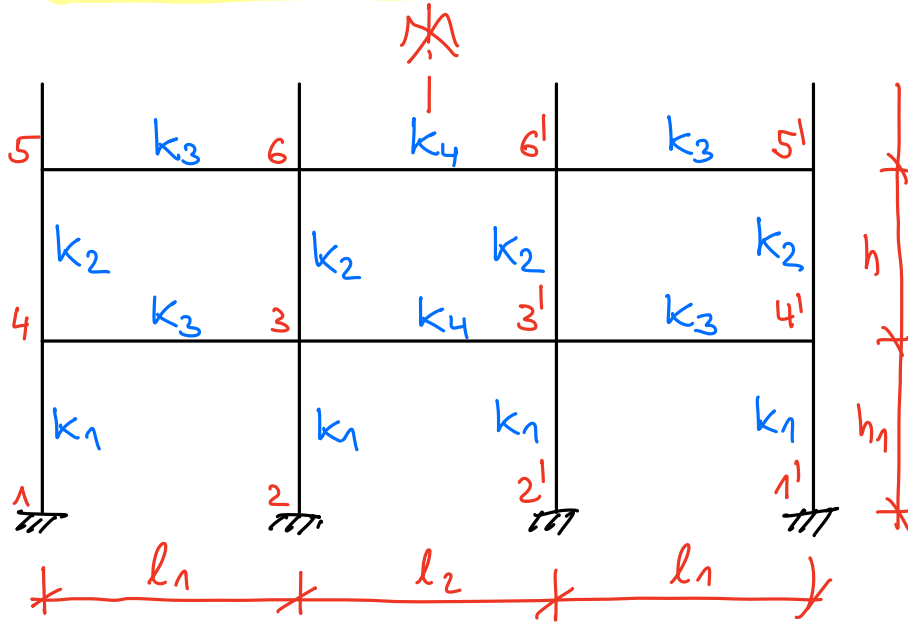
DEFORMAČNÍ METODA



SILOVÁ METODA



OZNAČENÍ STUČNÍKŮ A TUHOSTI



OHYBOVÁ TUHOST:

$$k_i = \frac{E_i \cdot I_i}{l_i}$$

LZE ZJEDNODUŠIT PONDĚREN TUHOSTI K JEDNOTKOVĚ:

$$k_1 = 1 ; E = \text{konst.}$$

$$k_1 = \frac{E \cdot I_1}{l_1} \cdot \left(\frac{l_1}{I_1} \right)^{\text{konst.}} = 1$$

MYŠLENO DĚLKA PRUTU k_1

↓

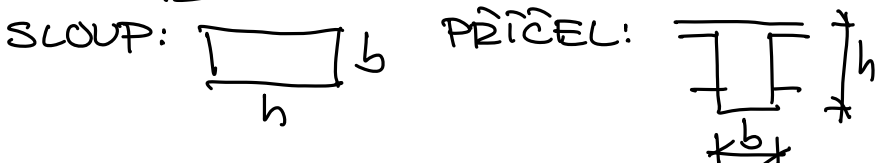
$$k_2 = \frac{E \cdot I_2}{l_2} \cdot \frac{l_1}{I_1} = \dots$$

$$k_3 = \frac{E \cdot I_3}{l_3} \cdot \frac{l_1}{I_1} = \dots$$

$$k_4 = \frac{E \cdot I_4}{l_4} \cdot \frac{l_1}{I_1} = \dots$$

k - OHYBOVÁ TUHOST
 E - MODUL PRUŽNOSTI MAT.
 (JE KONSTANTA = 1)
 l_i - DĚLKA PRUTU (OBECNĚ)

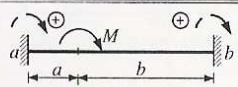
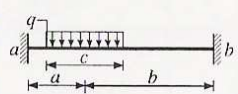
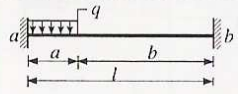
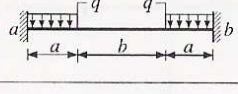
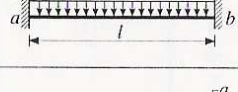
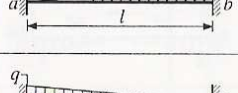
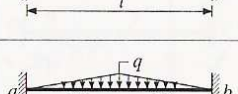

$$I_i = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \quad \text{MOMENT SETŘVAČNOSTI}$$



Tabulka 14.10. Primární momenty a reakce oboustranně dokonale vetknutého nosníku konstantního průřezu

Zatěž. případ	Schéma zatížení	\bar{M}_{ab}	\bar{M}_{ba}	$\bar{V}_{ab} = \bar{R}_a$	$\bar{V}_{ba} = -\bar{R}_b$
1		$-\frac{Fab^2}{l^2}$	$\frac{Fa^2b}{l^2}$	$\frac{Fb^2}{l^3}(l+2a)$	$-\frac{Fa^2}{l^3}(l+2b)$
2		$-\frac{1}{8}Fl$	$\frac{1}{8}Fl$	$\frac{F}{2}$	$-\frac{F}{2}$
3		$-\frac{2}{9}Fl$	$\frac{2}{9}Fl$	F	$-F$
4		$-\frac{Fa}{l}(l-a)$	$\frac{Fa}{l}(l-a)$	F	$-F$
5		$-\frac{5}{16}Fl$	$\frac{5}{16}Fl$	$\frac{3}{2}F$	$-\frac{3}{2}F$
6		$-\frac{2}{5}Fl$	$\frac{2}{5}Fl$	$2F$	$-2F$
7		$-\frac{35}{72}Fl$	$\frac{35}{72}Fl$	$\frac{5}{2}F$	$-\frac{5}{2}F$
8		$-\frac{Fl}{12} \cdot \frac{n^2-1}{n}$	$\frac{Fl}{12} \cdot \frac{n^2-1}{n}$	$\frac{F}{2}(n-1)$	$-\frac{F}{2}(n-1)$

Tabulka 14.10. Primární momenty a reakce oboustranně dokonale vetknutého nosníku konstantního průřezu (pokračování)

Zatěž. případ	Schéma zatížení	\bar{M}_{ab}	\bar{M}_{ba}	$\bar{V}_{ab} = \bar{R}_a$	$\bar{V}_{ba} = -\bar{R}_b$
9		$\frac{Mb}{l^2}(2l - 3b)$	$\frac{Ma}{l^2}(2l - 3a)$	$-\frac{6Mab}{l^3}$	$-\frac{6Mab}{l^3}$
10		$-\frac{qc}{12l^2} \cdot (12ab^2 + ac^2 - 2bc^2)$	$\frac{qc}{12l^2} \cdot (12a^2b + bc^2 - 2ac^2)$	$\frac{qc}{4l^3} \cdot [4b^2(3a+b) + c^2(a-b)]$	$\frac{qc}{4l^3} \cdot [4a^2(a+3b) + c^2(b-a)]$
11		$-\frac{qa^2}{12l^2}(6b^2 + 3ab + al)$	$\frac{qa^3}{12l^2}(3b + l)$	$\frac{qa}{2l^3}[2l(l^2 - a^2) + a^3]$	$-\frac{qa^3}{2l^3}(l + b)$
12		$-\frac{qa^2}{6l}(2l + b)$	$\frac{qa^2}{6l}(2l + b)$	qa	$-qa$
13		$-\frac{1}{12}ql^2$	$\frac{1}{12}ql^2$	$\frac{1}{2}ql$	$-\frac{1}{2}ql$
14		$-\frac{1}{30}ql^2$	$\frac{1}{20}ql^2$	$\frac{3}{20}ql$	$-\frac{7}{20}ql$
15		$-\frac{1}{20}ql^2$	$\frac{1}{30}ql^2$	$\frac{7}{20}ql$	$-\frac{3}{20}ql$
16		$-\frac{5}{96}ql^2$	$\frac{5}{96}ql^2$	$\frac{1}{4}ql$	$-\frac{1}{4}ql$

CELKOVÝ OHYBOVÝ MOMENT:

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

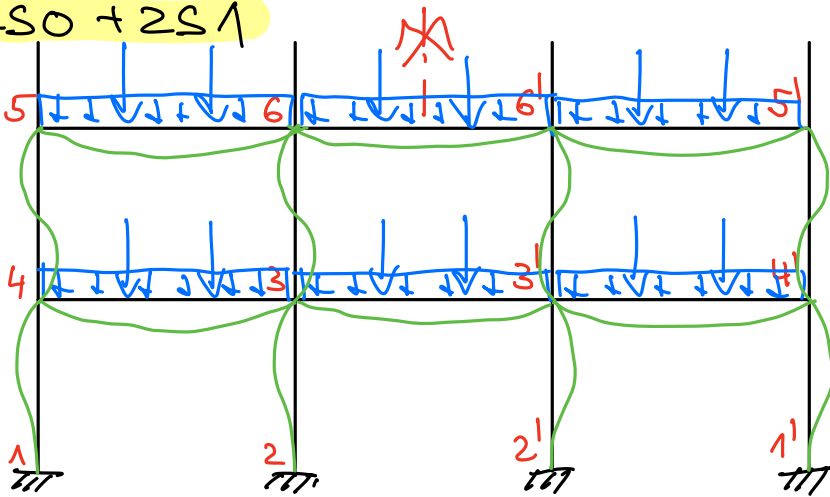
$$M_{ba} = \bar{M}_{ba} + \bar{\bar{M}}_{ba} = \bar{M}_{ba} + K_{ba} \cdot (2 \varphi_b + \varphi_a)$$

\Downarrow SEKUNDÁRNÍ OHYBOVÝ MOMENT
 \Downarrow

PRIMÁRNÍ OHYBOVÝ MOMENT, VIZ STATICKÉ TABULKY PODLE ZATÍŽENÍ

STUČNÍKOVÁ ROVNICE: $\boxed{\sum M_{ij} = 0}$

2SO + 2S1



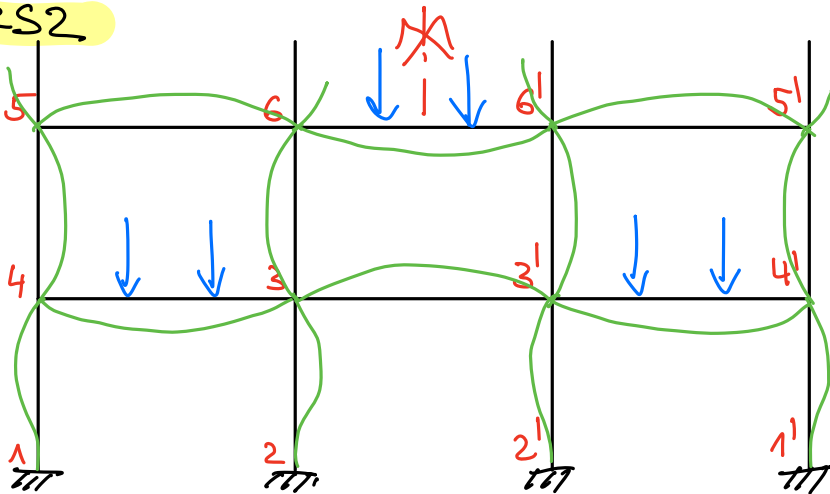
PŘEDPOKLADY:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_1' = \varphi_2' = 0$$

$$\varphi_3 = -\varphi_3' \quad \varphi_4 = -\varphi_4'$$

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

2S2



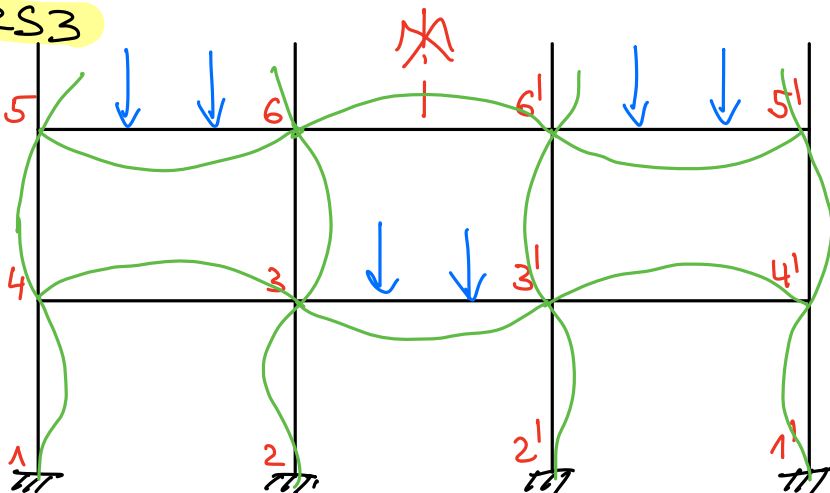
PŘEDPOKLADY:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_1' = \varphi_2' = 0$$

$$\varphi_3 = -\varphi_3' \quad \varphi_4 = -\varphi_4'$$

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

2S3



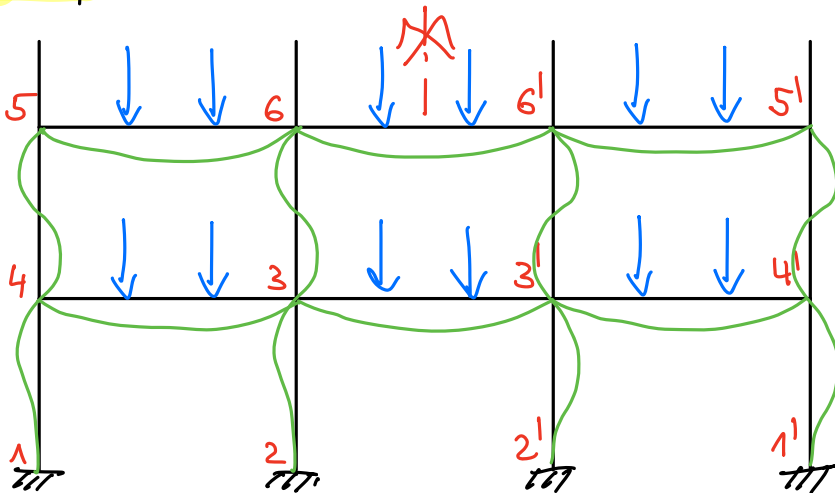
PŘEDPOKLADY:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_1' = \varphi_2' = 0$$

$$\varphi_3 = -\varphi_3' \quad \varphi_4 = -\varphi_4'$$

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

ZS4

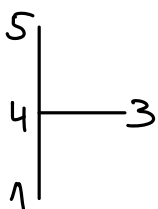


PŘEDPOKLADY:

$$\begin{aligned} \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_1' = \varphi_2' &= 0 \\ \varphi_3 = -\varphi_3' & \quad \varphi_4 = -\varphi_4' \\ \varphi_{6'} = \varphi_3 & \quad \varphi_{5'} = \varphi_4 \end{aligned}$$

PŘÍKLAD, ZS4:

STYČNÍK 4:



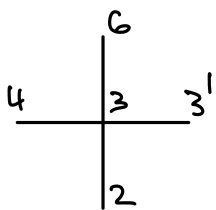
$$M_{41} + M_{43} + M_{45} = 0$$

$$\begin{aligned} M_{41} &= 0 + k_{41} \cdot (2\varphi_4 + 0) && \text{SLOUP} \\ M_{43} &= \overline{M}_{43} + k_{43} \cdot (2\varphi_4 + \varphi_3) && \text{PŘÍČEL} \\ M_{45} &= 0 + k_{45} \cdot (2\varphi_4 + \varphi_5) && \text{SLOUP} \end{aligned}$$

NGZNAĀDA } $\varphi_3; \varphi_4$

$\varphi_5 = \varphi_4$

STYČNÍK 3:



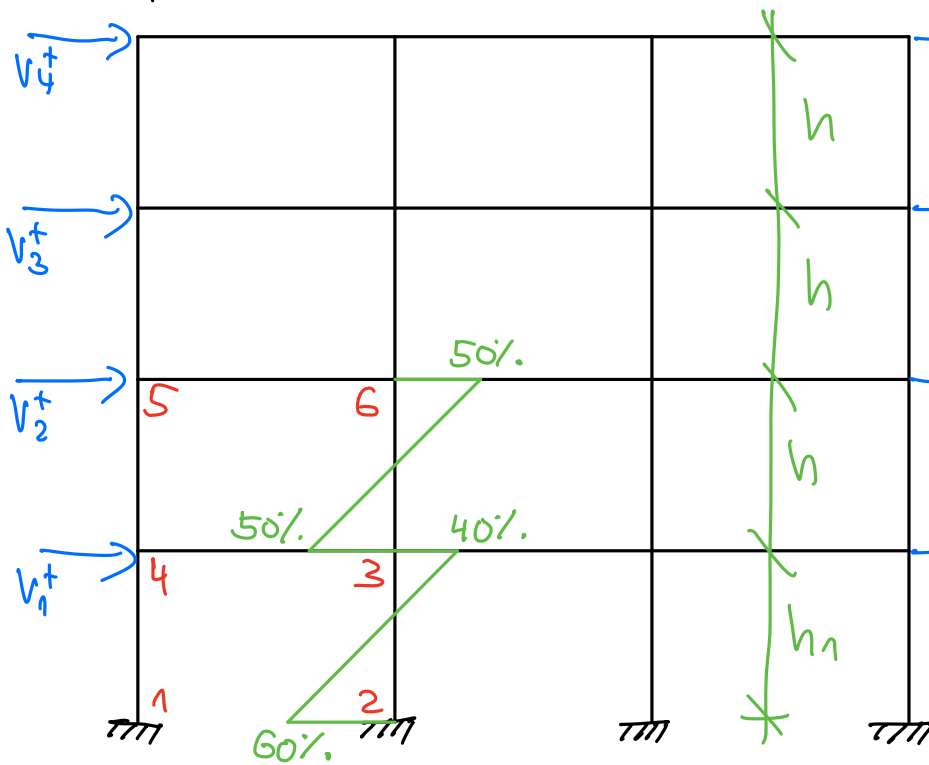
$$M_{32} + M_{33'} + M_{36} + M_{34} = 0$$

... NGZNAĀDA $\varphi_3; \varphi_4$

$M_{ij} = \dots$

2 ROVNICE O 2 NGZNAĀMŮCH
 $\rightarrow \varphi_3 = \dots$
 $\varphi_4 = \dots$

ZS5 ; ZS6



$$\begin{aligned} V_1 &= |V_1^+| + |V_1^-| \\ V_2 &= |V_2^+| + |V_2^-| \\ &\vdots \end{aligned}$$

II. PATRO

I. PATRO

TZV. "PATROVĚ ROVNICE"

Ⓘ $M^I = \left(\sum_{i=1}^n V_i \right) \cdot h_1 \Rightarrow$ MOMENT NA 4 SLOUPY

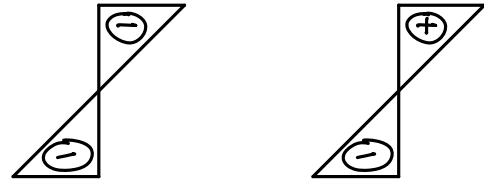
$M_{1,4} = -0,6 \cdot \frac{M^I}{4}$ $M_{4,1} = -0,4 \cdot \frac{M^I}{4}$

Ⓜ $M^II = \left(\sum_{i=2}^n V_i \right) \cdot h$

$M_{4,5} = M_{5,4} = -0,5 \cdot \frac{M^II}{4}$

KONVERGENCE:

- DEF. METODA
- SILOVÁ MET.



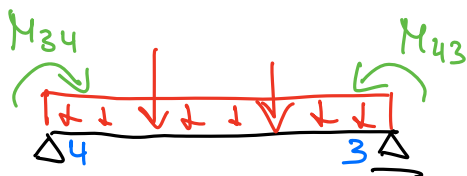
ROZDĚLENÍ MOMENTŮ ZE SLOUPŮ DO PŘÍČLE

SILOVÁ METODA	DEFORMAČNÍ METODA	
⊕	⊕	$M_{43} = - (+ M_{45} + M_{41})$
⊖	⊕	$M_{34} = \frac{k_3}{k_3+k_4} \left[- (M_{36} + M_{32}) \right]$
⊕	⊕	$M_{33'} = \frac{k_4}{k_3+k_4} \left[- (M_{36} + M_{32}) \right]$

ZS7

→ PRO VÝPOČET (M) NA PŘÍČLI V 1XP LZE ZANECHAT

TIKLE SE VYPOČÍTALI POUZE OHYBOVÉ MOMENTY VE SPOJNICÍCH. PRO VYKRESLENÍ (M) NA PŘÍČLI JE POTŘEBA DALŠÍ DOPOČET.



- HODNOTY ZE ZATÍŽENÍ
- HODNOTY Z VÝPOČTU MRV.

• V PŘÍPADĚ CELEHO VÝPOČTU N, V, M PŮČNE SE HODNOTY POČÍTADÍ AŽ V KOMBINACÍCH

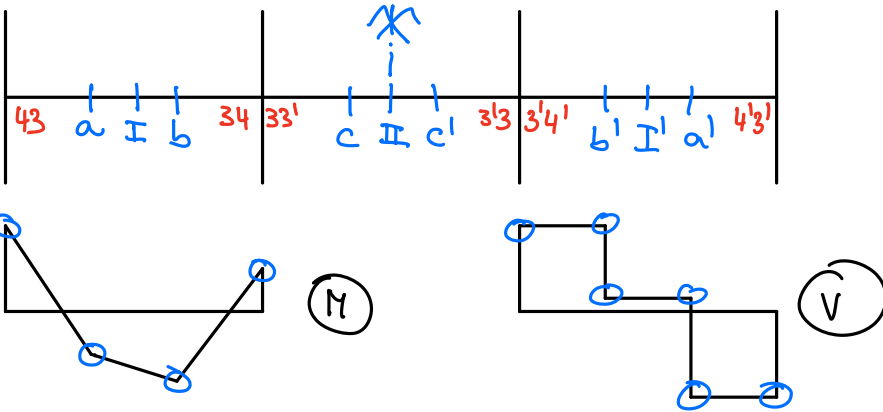
NA ZÁVĚR VYKRESLIT PRŮBĚH (V) A (M) PRO ŘEŠENÝ ZS A SROVNAT S VÝPOČTEM V SOFTWARE (DO ZÁVORKY)

KOMBINACE ZATÍŽENÍ (PŘÍČEL)

KOMBINACE DLE ROVNICE 6.10

VNITŘNÍ SILY ZE ZAT. STAVŮ:

ZS	M_{43}	M_a	M_b	M_{34}	$M_{33'}$	M_c	V_{43}	V_{aL}	V_{aP}	V_{bL}	V_{bP}	V_{34}	$V_{33'}$	V_{cL}	V_{cP}
0+1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															



MOŽNO ZJEDNODUŠIT:
 (VYBÍRAT IVĚTŠÍ HODNOTU)
 $V_{43} \doteq V_{aL}$
 $V_{aP} \doteq V_{bL}$
 $V_{bP} \doteq V_{34}$
 $V_{33'} \doteq V_{cL}$

KOMBINACE 6.10 (MSŮ)

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k1} \cdot \gamma_{Q1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{ki} \cdot \gamma_{Qi} \quad i > 1$$

V KAŽDÉM MÍSTĚ MUSÍ BÝT VYTVOŘENA TAKOVÁ KOMBINACE ZATÍŽENÍ, ABY BYLO DOSAŽENO EXTRÉMNÍCH (MAX, MIN) ÚČINKŮ NA PRVKU

$$\gamma_G = 1,35 ; 1,0$$

$$\gamma_Q = 1,5 ; 0$$

Zatížení ¹⁾	Součinitel		
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Užitné kategorie zatěžovaných ploch (viz ČSN EN 1991-1-1):			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy, tíha vozidla ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy, $30\text{kN} < \text{tíha vozidla} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H: střechy	0,7	0,2	0
Zatížení sněhem ²⁾ (viz ČSN EN 1991-1-3):			
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H > 1000\text{m n.m.}$	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H \leq 1000\text{ m n.m.}$	0,5	0,2	0
Zatížení větrem (viz ČSN EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Teplota (s výjimkou požáru) (viz ČSN EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
Zatížení námrazou	0,5	0,2	0
Zatížení vodou s proměnnou hladinou	0,5	0,2	0

1) Hodnoty součinitelů pro staveništní zatížení - viz ČSN EN 1991-1-6.
 2) Pro země, které zde nejsou uvedené, se součinitele ψ stanoví podle místních podmínek.

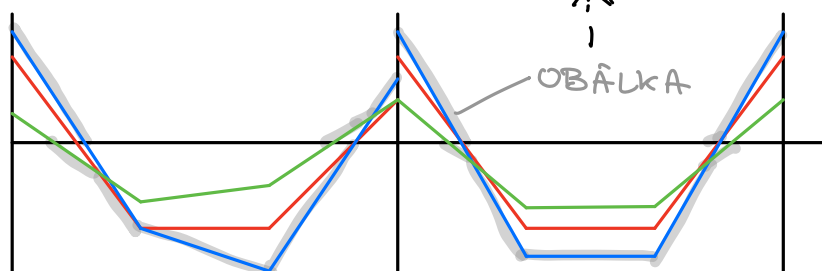
(M)	M_{43}	M_a	M_b	M_{34}	$M_{33'}$	M_c	ZÁPIS ROVNICE (ČÍSELNĚ)
$M_{43,max}$							
$M_{43,min}$							
$M_{a,max}$							
$M_{a,min}$							
$M_{b,max}$							
$M_{b,min}$							
$M_{34,max}$							
$M_{34,min}$							
$M_{33',max}$							
$M_{33',min}$							
$M_{c,max}$							
$M_{c,min}$							

max \rightarrow NEUVIČ \oplus
 min \rightarrow NEUVIČ \ominus

(V)	V_{43}	V_{aL}	V_{aP}	V_{bL}	V_{bP}	V_{34}	$V_{33'}$	V_{cL}	V_{cP}	ZÁPIS ROVNICE (ČÍSELNĚ)
$V_{43,max}$										
$V_{43,min}$										
$V_{aL,max}$										
$V_{aL,min}$										
$V_{aP,max}$										
$V_{aP,min}$										
$V_{bL,max}$										
$V_{bL,min}$										
$V_{bP,max}$										
$V_{bP,min}$										
$V_{34,max}$										
$V_{34,min}$										
$V_{33',max}$										
$V_{33',min}$										
$V_{cL,max}$										
$V_{cL,min}$										
$V_{cP,max}$										
$V_{cP,min}$										

\rightarrow SLOUČIT VŠECHNY KOMBINACE PRO (M) A PRO (V) DO TZV. "OBÁLKY"

(M)



(V)

OBDOBNE

UNITRNÍ SILY 2E ZAT. STAVŮ:

ZS	M ₄₃	M _a	M _b	M ₃₄	M _{33'}	M _c
0+1		+10				
2		+5				
3		-5				
4		+8				
5		+7				
6		-7				
7		+1				

- ST-2.
 } PROM-2.
 } VÍTR
 SNÍH

$$\mu_G = \begin{cases} 1,35 \\ 1,0 \end{cases}$$

$$\mu_Q = \begin{cases} 1,5 \\ 0 \end{cases} \quad (.40)$$

(M)	M ₄₃	M _a	M _b	M ₃₄	M _{33'}	M _c	ZÁPIS ROVNICE (ČÍSELNĚ)
M _{43,max}							
M _{43,min}							
M _{a,max}	
M _{a,min}							
M _{b,max}							
M _{b,min}							
M _{34,max}							
M _{34,min}							
M _{33',max}							
M _{33',min}							
M _{c,max}							
M _{c,min}							

$$M_{a,max} = +10 \cdot 1,35 + 8 \cdot 1,5 + 7 \cdot 1,5 \cdot 0,6 + 1 \cdot 1,5 \cdot 0,5$$

$$M_{a,min} = +10 \cdot 1,0 + (-5) \cdot 1,5 \cdot 0,4 + (-7) \cdot 1,5$$

↳ 0,7