

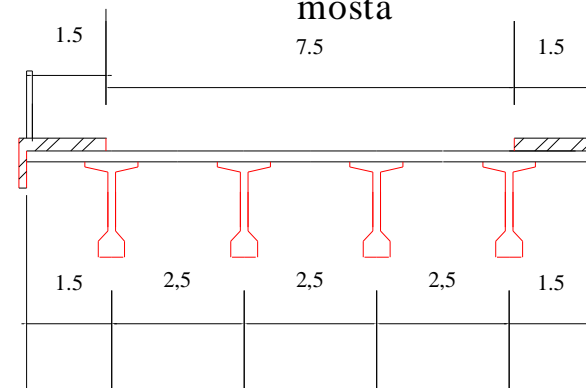
Betonski mostovi 1

Rešenje roka od 14.2.2002

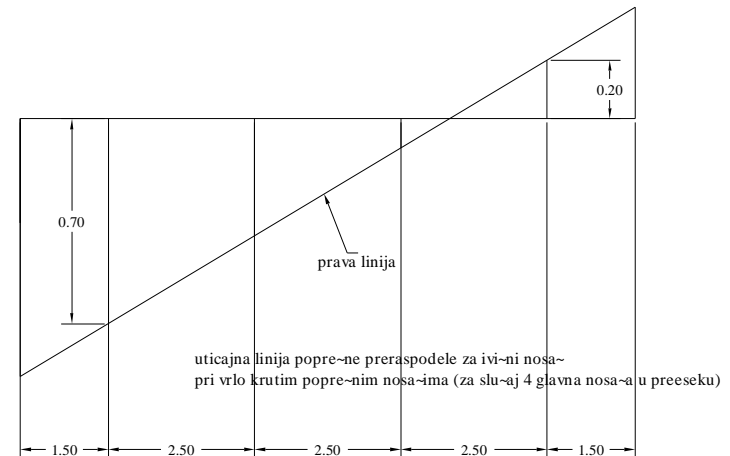
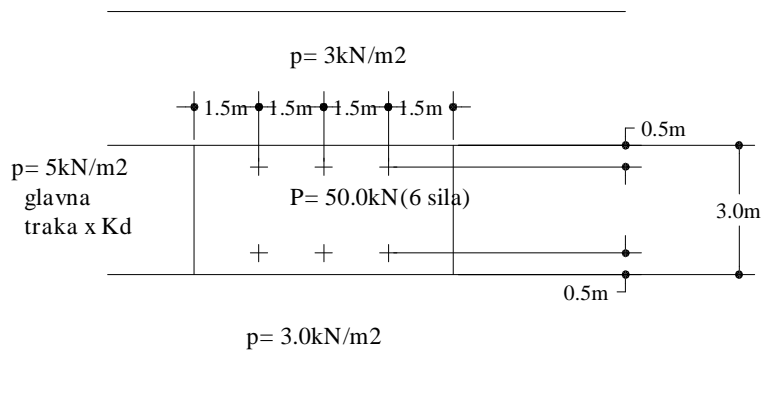
Zadatak 1

- 1. Odrediti podužnu (linisku) šemu opterećenja za ivični nosač u poprečnom preseku mosta prikazanog na slici, i šemu opterećenja prikazanu na skici (Kd=1.25). Uticajna linija poprečne preraspodele za ivični nosač data je u prilogu.

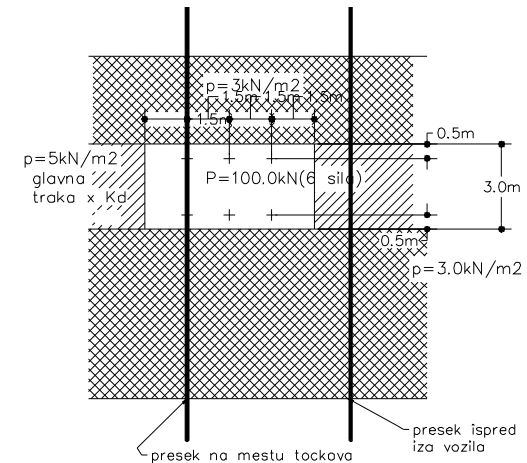
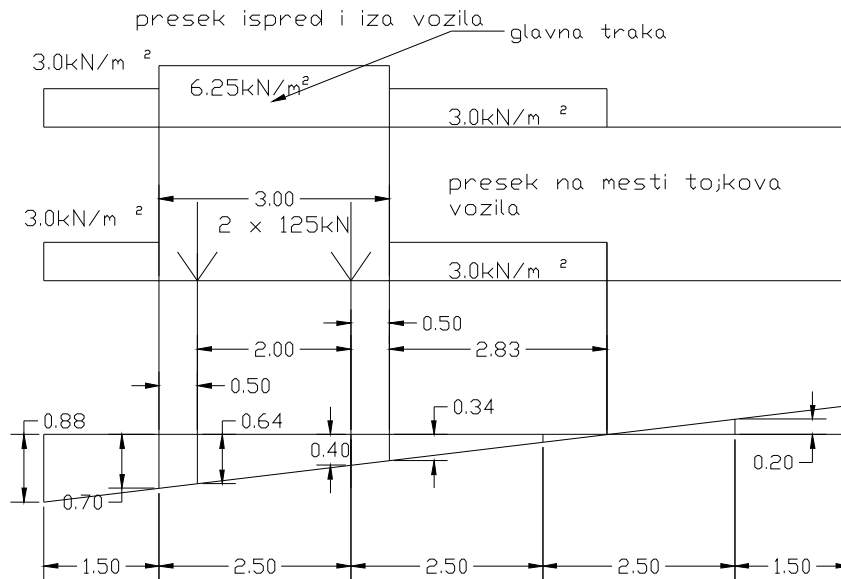
poprečni presek drumskog mosta



šema opterećenja V300



Rešenje zadatka 1



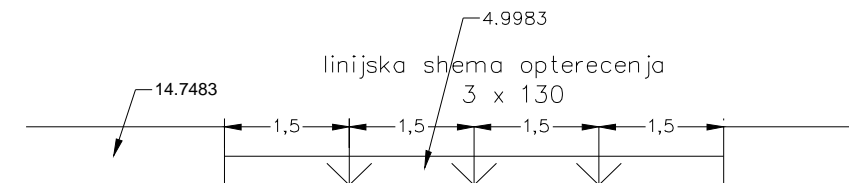
Na mestu točkova vozila :

$$P = 125 \times (0.64 + 0.4) = 130 \text{ kN}$$

$$p'' = 3.0 \times (1.5/2 \times (0.88 + 0.7) + 2.83/2 \times 0.34) = 4.9983 \text{ kN/m}$$

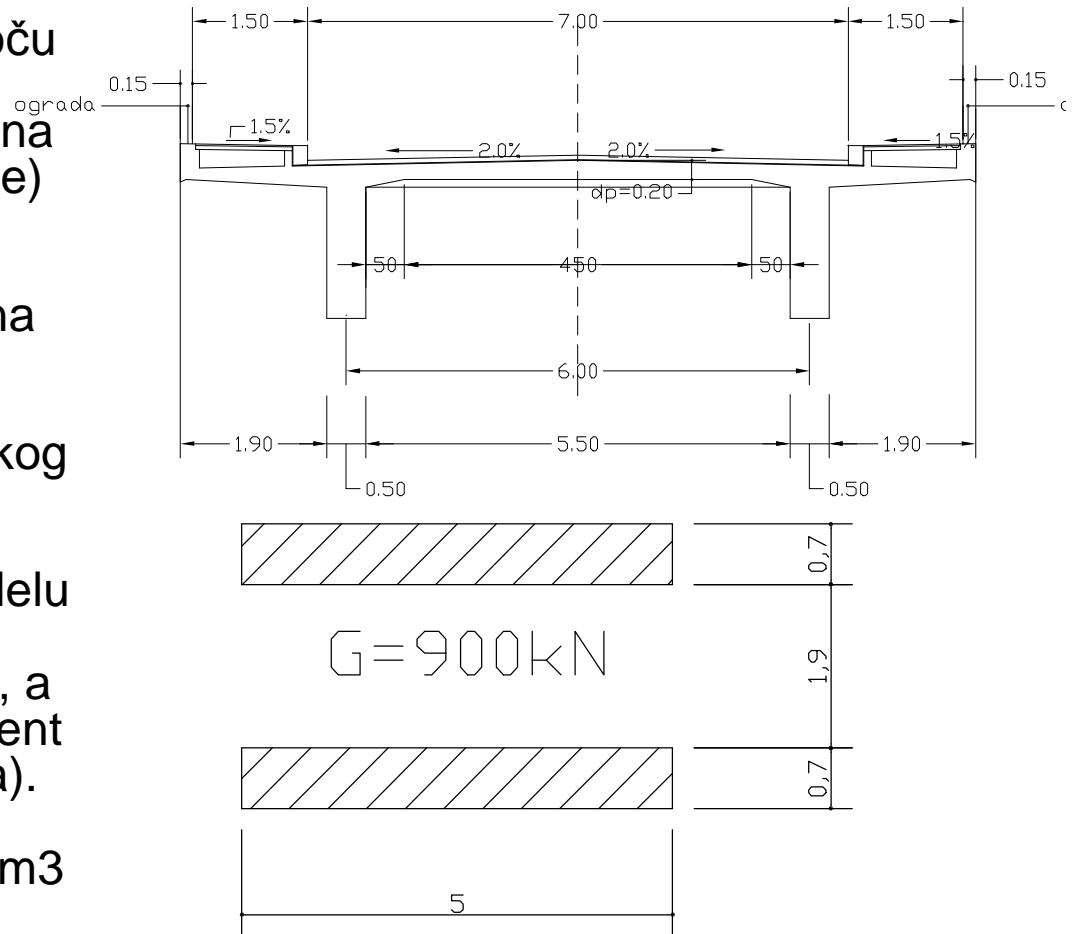
Na delu ispred i iza vozila:

$$p' = p'' + 6.25 \times 3/2 \times (0.7 + 0.34) = 14.7483 \text{ kN/m}$$



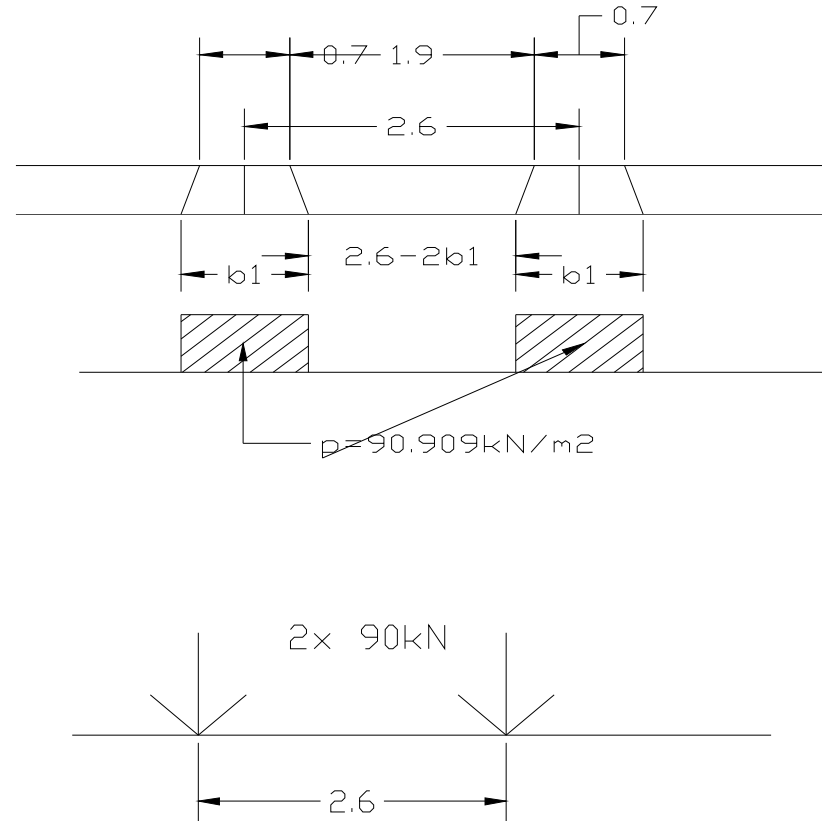
Zadatak 2

- 2. Dimenzionisati kolovoznu ploču (odrediti potrebnu armaturu i visinu vute tako da bude potrebna ista armatura kao u sredini ploče) drumskog mosta poprečnog preseka prikazanog na skici. Usvojiti da su poprečni nosači na razmaku 12.5m. Kao pokretno opterećenje usvojiti guseničar (prikazan na skici) bez dinamičkog koeficienta (pored guseničara nema ostalih pokretnih opterećenja na ploči. Za raspodelu momenata u ploči usvojiti da je moment nad nosačem $0.7M_0$, a u polju $0.5M_0$ (gde je M_0 moment proste grede raspona kao ploča). Pri analizi stalnog opterećenja usvojiti $\gamma_{hi}=16\text{kN/m}^3$; $\gamma_a=24\text{kN/m}^3$



Rešenje

- Analiza opterećenja:
 - stalno opterećenje:
 - asfalt $0,07 \cdot 24 = 1,68 \text{ kN/m}^2$
 - hidroizolacija $0,01 \cdot 16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$
 - ploča $0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ kN/m}^2$
 - **ukupno** **$g = 8,09 \text{ kN/m}^2$**
 - pokretno opterećenje :
- guseničar
 - raspodela opterećenja upravno na pravac vožnje::
- $b_1 = 0,7 + 2 \cdot (0,07 + 0,01 + 0,25/2) = 0,99 \text{ m}$
 - rasprostiranje opterećenja u pravcu vožnje
- $b_2 = 5,0 + 2 \cdot (0,01 + 0,07 + 0,25/2) = 5,25 \text{ m}$
- $b_{\text{eff}} = b_2 + A_p/A \cdot L = 5,25 + 0,35 \cdot 6,0 = 7,7 \text{ m}$
- međutim obzirom na dužinu gusenica od 5.0m može se razmatrati kao linisko opterećenje usvajajući **$b_{\text{eff}} = 5,0 \text{ m}$** (što je na strani sigurnosti) – i dimenzionisati ploču na 1m širine
 - opterećenje u poprečnom preseku po jednoj gusenici
- $p = 900/2 / (0,99/5,0) = 90,909 \text{ kN/m}^2$
- liniska šema opterećenja u poprečnom preseku data je na skici

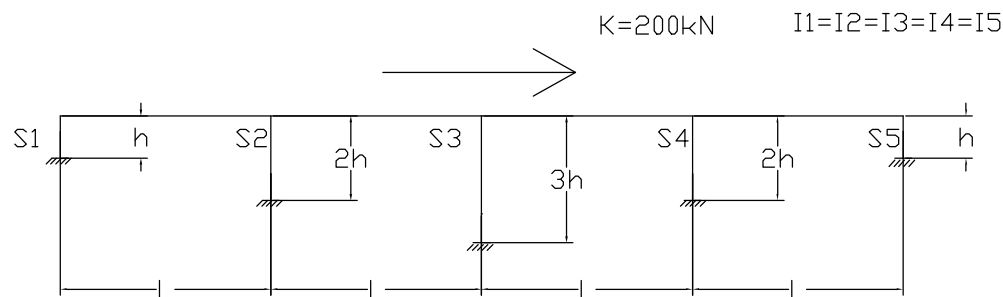


Uticaji i dimenzionisanje

- Statički uticaji – sistem proste grede raspona 6,0m
 - $M_g = 8,09 \cdot 62/8 = 36,405 \text{ kNm/m}$
 - za pokretno opterećenje dovoljan je samo jedan kritičan položaj npr.
 - kad sredina ploče dolazi na sredinu između gusenica
- $M_p = 153 \text{ kNm/m}$
 - kad jedna gusenica pada tačno na sredinu ploče
- $M_p = 153 \text{ kNm/m}$
- *ovi rezultati su na strani sigurnosti – ako bi uticaje određivali sa sistemom podeljenog opterećenja ova dva položaja bi dala malo različite međusobne rezultate i to:*
- *kad sredina ploče dolazi na sredinu između gusenica $M_p = 153 \text{ kNm/m}$*
- *kad jedna gusenica pada tačno na sredinu ploče*
- $M_p = 142,03 \text{ kNm/m}$
- Dimenzionisanje:
 - raspodela uticaja na elastičnu uklještenje i sredinu polja 0,7/0,5
 - $M_u = 1,6M_g + 1,8M_p = 333,65 \text{ kNm/m}$
 - momenat u sredini $M_{up} = 0,5M_u = 166,85 \text{ kNm/N}$
 - potrebna armatura u polju – približan obrazac
- - pretpostavka F 19 - $a = 1,5 + 1,9/2 = 2,5 \text{ cm}$
 $h = 25 - 2,5 = 22,5 \text{ cm}$
 $F_a = 166,86 \cdot 100 / (0,9 \cdot 22,5 \cdot 40) = 20,6 \text{ cm}^2/\text{m}$
– usvojeno RF16/10 ($F_a = 20,1 \text{ cm}^2/\text{m}$)
- *nešto manja armatura nego potrebna (manje od 3%) ali zato je F manje od predpostavljenog – te je h-veće (za 1,5mm)*
 - momenat nad glavnim nosačem – osloncem $M_{uo} = 0,7 \cdot M_u = 233,55 \text{ kNm/m}$
 - potrebna visina nad osloncem – približan obrazac
- $h = 233,55 \cdot 100 / (0,9 \cdot 20,1 \cdot 40) = 32,28 \text{ cm}$
 - visina vute – uz pretpostavku istog zaštitnog sloja visina vute je razlika statičkih visina nad osloncem i u polju
- $h_v = 32,28 - 22,5 = 9,78 \text{ cm}$ usvojeno 10cm

Zadatak3

- 3. Za ram prikazan na skici, odrediti, po približnom postupku za ramove na vitkim stubovima, koji će stub imati najveće a koji najmanje uticaje pri zajedničkom dejstvu sile kočenja **K** prikazanog smjera i porasta temperature Δt u osi rigle. Odrediti uticaje u stubovima za **$K=200kN$** kao i uticaje od zajedničkog dejstva sile **$K=200kN$** i Δt u osi rigle (Δt određeno tako da uticaji budu **nula** u stubu koji ima najmanje uticaje od zajedničkog dejstva sile kočenja i temperature - određeno u prethodnoj tački).



rešenje

- Posmatrani ram je u potpunosti simetričan što znači da je nepokretna tačka za uticaje temperature u sredini rama.
 $\Delta 1(\text{negativno}) = -\Delta 5(\text{pozitivno}) = 2\Delta 2 = -2\Delta 4$ i $\Delta 3 = 0$
- od uticaja sile kočenja pomeranja svih stubova su ista i pozitivna :
 $\Delta 1^* = \Delta 2^* = \Delta 3^* = \Delta 4^* = \Delta 5^*$
- Kako su uticaju od temperature i kočenja alternativni to se kao minimalna vrednost uticaja usvaja po apsolutnoj vrednosti – odnosno minimalne vrednosti su **0**
- Iz toga proizilazi da se pomeranja usled simultanog dejstva temperature i kočenja (pri zadatim smerovima promene istih) mogu anulirati ili u stubu S1 ili u stubu S2
- Treba ispitati oba slučaja

Poništavaju se uticaji u stubu S1

- $-\Delta_1 = \Delta_1^*$
- $2L\Delta t \alpha t = \Delta_1^*$;
 $\Delta_1^* = H_1 \times h_1^3 / (12EI) = H_2 \times h_2^3 / (12EI) = H_3 \times h_3^3 / (12EI) =$
- $= H_4 \times h_4^3 / (12EI) = H_5 \times h_5^3 / (12EI)$ i $H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 = K$
- sređivanjem se dobije:
- $H_1 = 8H_2 = 27H_3 = 8H_4 = H_5$ odnosno $K = 494/216 H_1$ te je :
 $\Delta_1^* = K \times h_1^3 / (12EI) \times 108/247 = 9/247 K \times h_1^3 / (EI) = 9/247 \times C$
- ($C = K \times h_1^3 / (EI)$)
- za odnos $\Delta t / K = h_1^3 / (EIL\alpha t) \times 9/494$ poništavaju se uticaji u stubu S1

Uticaji u ostalim stubovima

- **u S2 :**
 - od porasta temperature $\Delta 2 = -L \Delta t \alpha t = -9/494 \times C$
 - od kočenja $\Delta 2^* = \Delta 1^* = 9/247 \times C$
- ukupno $\Delta S2 = 9/494 \times C$ - pozitivno
- što izaziva uticaje $H2 = (12EI) \times 9/494 \times C/h^3 = 108/494 \times K/8 = 13,5/494 \times K$;
- $M2 = H2 \times h/2 = K \times h \times 13,5/247$
- **u S4 :**
- pomeranje od porasta temperature $-\Delta 4 = 9/494 \times C$
- od kočenja $\Delta 4^* = 9/247 \times C$
- ukupno $\Delta S4 = 27/494 \times C$ - pozitivno
- što izaziva uticaje: $H4 = (12EI) \times 27/494 \times C/h^3 = 40,5/494 \times K$
- $M4 = H4 \times h/2 = K \times h \times 40,5/494$
- **u S3**
- pomernje od porasta temperature je 0
- od kočenja $\Delta 3^* = \Delta 1^* = 9/247 \times C$
- ukupno $\Delta S3 = 9/247 \times C$
- što izaziva uticaje: $H3 = (12EI) \times 9/247 \times C/h^3 = 4/247 \times K$;
- $M3 = H3 \times h/2 = K \times h \times 6/247$
- **u S5:**
- pomeranje od porasta temperature – isto kao u S1 ali pozitivno $\Delta 5 = 9/247 \times C$
- od kočenja $\Delta 5^* = 9/247 \times C$
- ukupno $\Delta S5 = 18/247 \times C$ - pozitivno
- što izaziva uticaje: $H5 = (12EI) \times 18/247 \times C/h^3 = 216/247 \times K$
- $M5 = H5 \times h/2 = K \times h \times 108/247$

Poništavaju se uticaji u stubu S2

- $-\Delta_2 = \Delta_2^*$ i poštujući isto razmatranje kao u prethodnom slučaju važi
 $\Delta_2^* = \Delta_1^* = 9/247 K \times h_1^3 / (EI) = 9/247 \times C$ pa se za odnos temperature i sile kočenja:
 $\Delta t / K = h_1^3 / (EI L \alpha t) \times 9/247$ poništavaju se uticaji u stubu S2

Uticaji u ostalim stubovima

- **u S1 :**
 - od porasta temperature $\Delta 1 = -2L\Delta t \alpha t = -18/247 \text{ x C}$
 - od kočenja $\Delta 1^* = \Delta 2^* = 9/247 \text{ x C}$
 - ukupno $\Delta S1 = 9/247 \text{ x C}$ - negativno
 - što izaziva uticaje: **$H2 = -108/247 \text{ x K}$** ;
 - **$M1 = H1 \cdot h1/2 = -K \text{ x } h1 \text{ x } 54/247$**
-
- **u S4 :**
 - pomeranje od porasta temperature – isto kao u S2 ali pozitivno
 $\Delta 4 = 9/247 \text{ x C}$
 - od kočenja $\Delta 4^* = 9/247 \text{ x C}$
 - ukupno $\Delta S4 = 18/247 \text{ x C}$ - pozitivno
 - što izaziva uticaje: **$H4 = 27/247 \text{ K}$**
 - **$M4 = H4 \text{ x } h4/2 = K \text{ x } h1 \text{ x } 27/247$**
-
- **u S3**
 - pomernje od porasta temperature je 0
 - od kočenja $\Delta 3^* = \Delta 2^* = 9/247 \text{ x C}$
 - ukupno $\Delta S3 = 9/247 \text{ x C}$ - pozitivno
 - što izaziva uticaje: **$H3 = 4/247 \text{ x K}$** ;
 - **$M3 = Kh1 \text{ x } 6/247$**
-
- **u S5:**
 - pomeranje od porasta temperature – isto kao u S1 ali pozitivno
 $\Delta 5 = 18/247 \text{ x C}$
 - od kočenja $\Delta 5^* = 9/247 \text{ x C}$
 - ukupno $\Delta S5 = 27/247 \text{ x C}$ - pozitivno
 - što izaziva uticaje: **$H5 = 324/247 \text{ x K}$**
 - **$M5 = H5 \text{ x } h5/2 = Kh1 \text{ x } 162/247$**

Pregled uticaja u dva slučaja

stub	slučaj 1		slučaj 2	
	H/K	M(Kh1)	H/K	M(Kh1)
S1	0	0	-108/247	-54/247
S2	6,75/247	13,5/247	0	0
S3	4/247	6/247	4/247	6/247
S4	20,25/247	20,25/247	27/247	27/247
S5	216/247	108/247	324/247	162/247

zaključak

- Iz priložene tabele se uočava da je, za konstantnu silu kočenja i prikazanu dispoziciju rama, merodavan slučaj 2 – kada se uticaji u stubu S2 poništavaju i tada je najopterećeniji stub S5.
- To se dešava za $Dt/K = h_1^3/(EIL\alpha t) \times 9/247$ – što je duplo veća temperaturna razlika nego u slučaju 1.
- **Uticaji u stubovima usled dejstva samo sile kočenja od 200kN su :**
- $H_1=H_5=87.45\text{kN}$; $H_2=H_4=10.93\text{kN}$; $H_3=3.24\text{kN}$
- Kontrola $2H_1+2H_2+H_3=200$ (sila kočenja)
- $M_1=M_5=43.72 \cdot h_1$; $M_2=M_4=10.93h_1$; $M_3=4.86h_1$

Istovremeno delovanje sile kočenja od 200kN i
temperature iznosa

$$D_t = \frac{h^3}{(E I \alpha t))} \times 1800/247$$

stub	H	M/h1
S1	-87,54kN	-43,725 kNm
S2	0	0
S3	3,24kN	4,86kNm
S4	21,86kN	21,86kNm
S5	262,35kN	131,175kNm