



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Globálna analýza mostov

Plnostenné mosty s prvkovými mostovkami - zjednodušená analýza

NÁZOV PROJEKTU:

**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov
v oblasti mostného stavitel'stva v cezhraničnom regióne**

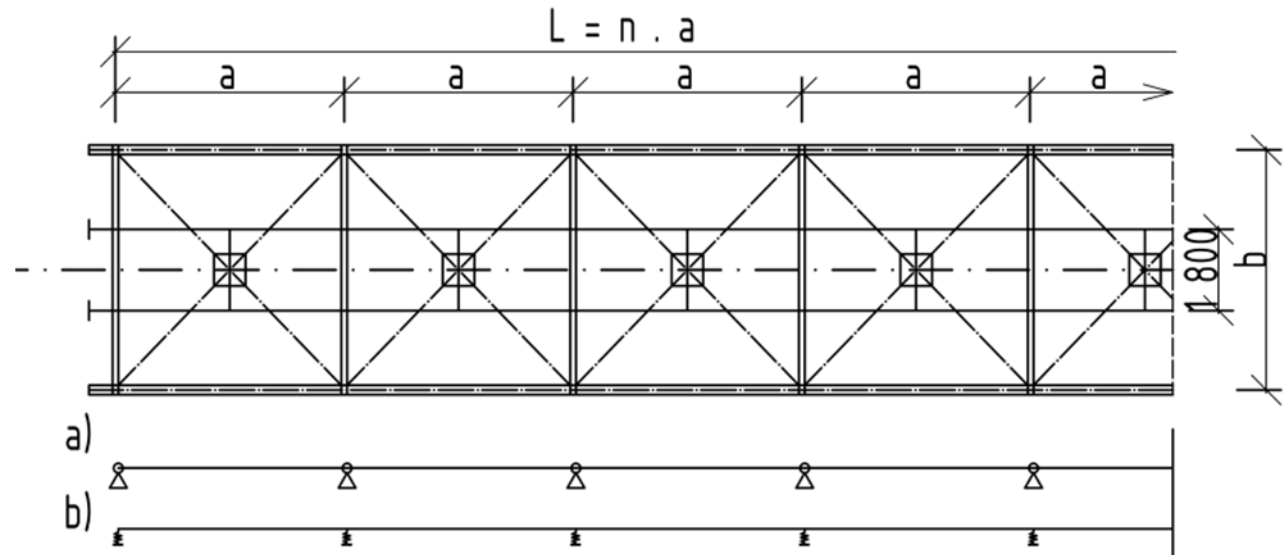
**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**



EDUMOS

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza

Pozdĺžnik



- ohybový moment v krajnom poli alebo v poli s prerušením mostovky:
- ohybový moment vo vnútornom poli:
- ohybový moment nad priečnikom:
- krajná podperová reakcia:
- vnútorná podperová reakcia:

$$M_0 = 1,00 M_{\max},$$

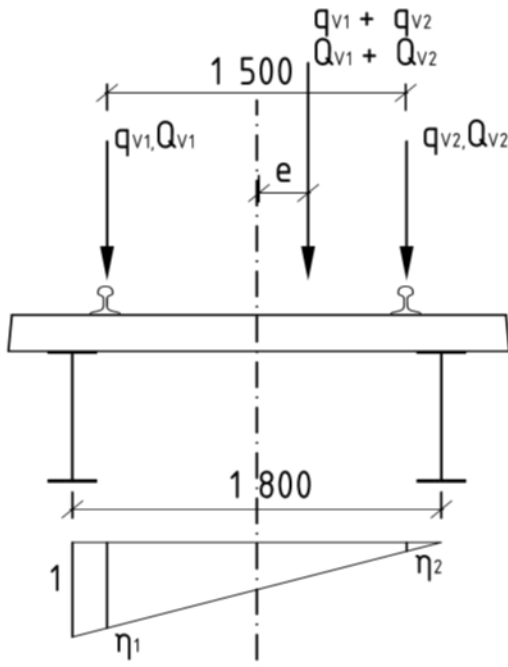
$$M_2 = 0,80 M_{\max},$$

$$M_1 = 0,75 M_{\max},$$

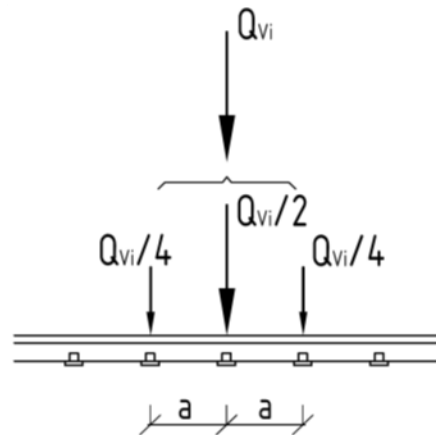
$$A_0 = 1,00 A_{\max},$$

$$A_1 = 1,10 A_p,$$

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza



$$k_{es} = Q_{s1} / Q_v, \text{ resp. } k_{es} = q_{s1} / q_v$$



$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73$$

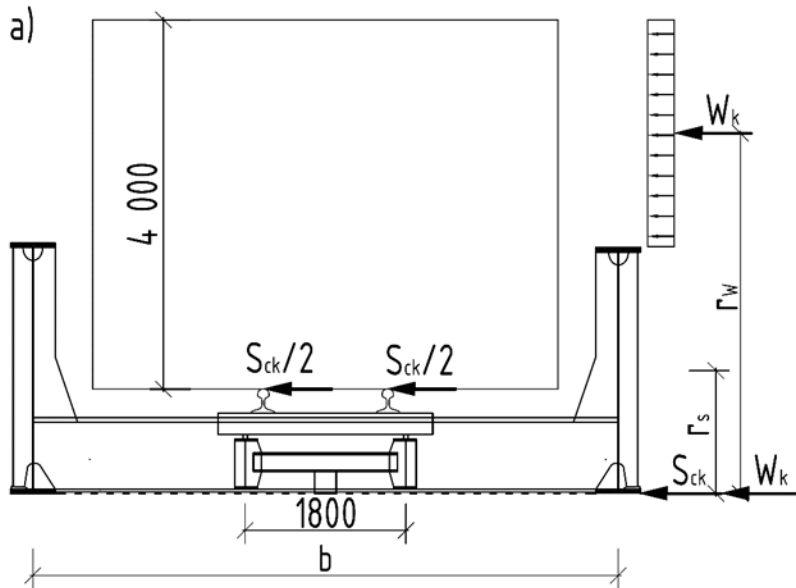
$$M_{LM71,y,j} = \Phi_3 k_{M,j} k_{es} \alpha M_{LM71,max}$$

pre $j = 0, 1, 2,$

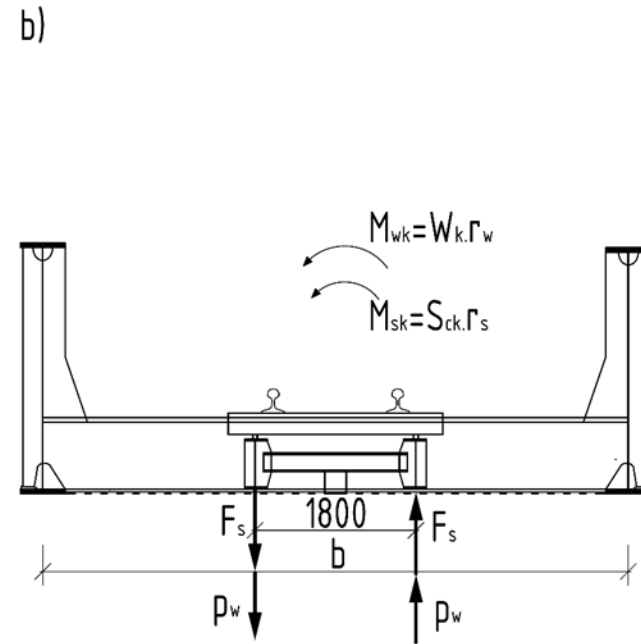
$$A_{LM71,j} = \Phi_3 k_{A,j} k_{es} \alpha A_{LM71,max}$$

pre $j = 0, 1, 2,$

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza



bočné nárazy



$$M_{S,z,k} = S_{ck} \eta / 2$$

$$F_{Sk} = S_{ck} r_s / 1,8$$

$$M_{S,y,k,j} = k_{Mj} M_{S,y,max} = k_{Mj} F_{Sk} a / 4 = 0,25 k_{Mj} S_{ck} r_s a / 1,8 \quad \text{pre } j = 0,1,2$$

...podobne vietor

Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza

- brzdné a rozjazdové sily

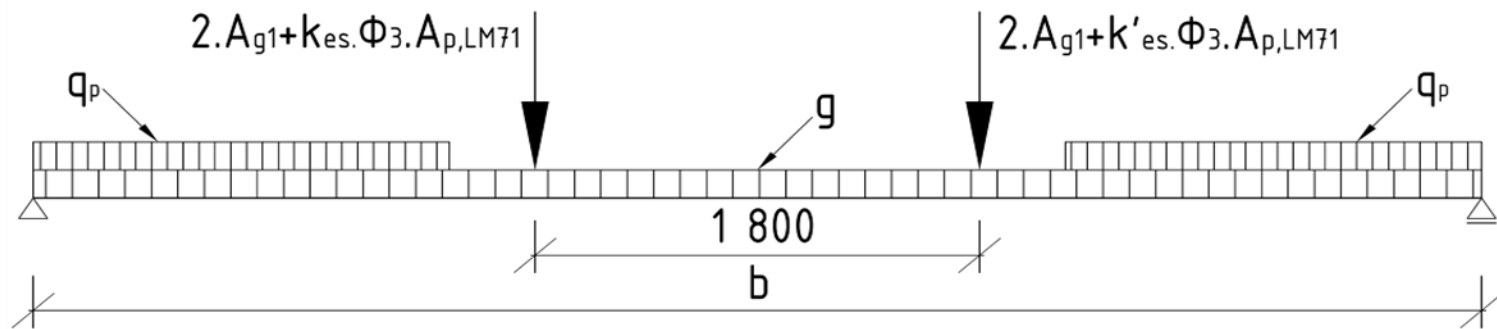
$$Q_{ac,k} = k_{es} \alpha 33 L_{ab} \quad \text{resp.} \quad Q_{bc,k} = k_{es} \alpha 20 L_{ab}$$

$$N_{Qa,k} = \pm Q_{ac,k} \quad \text{resp.} \quad N_{Qb,k} = \pm Q_{bc,k}$$

$$M_{Qa,y,k} \doteq k_{M2} N_{Qa,k} r_Q \quad \text{resp.} \quad M_{Qb,y,k} \doteq k_{M2} N_{Qb,k} r_Q$$

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza

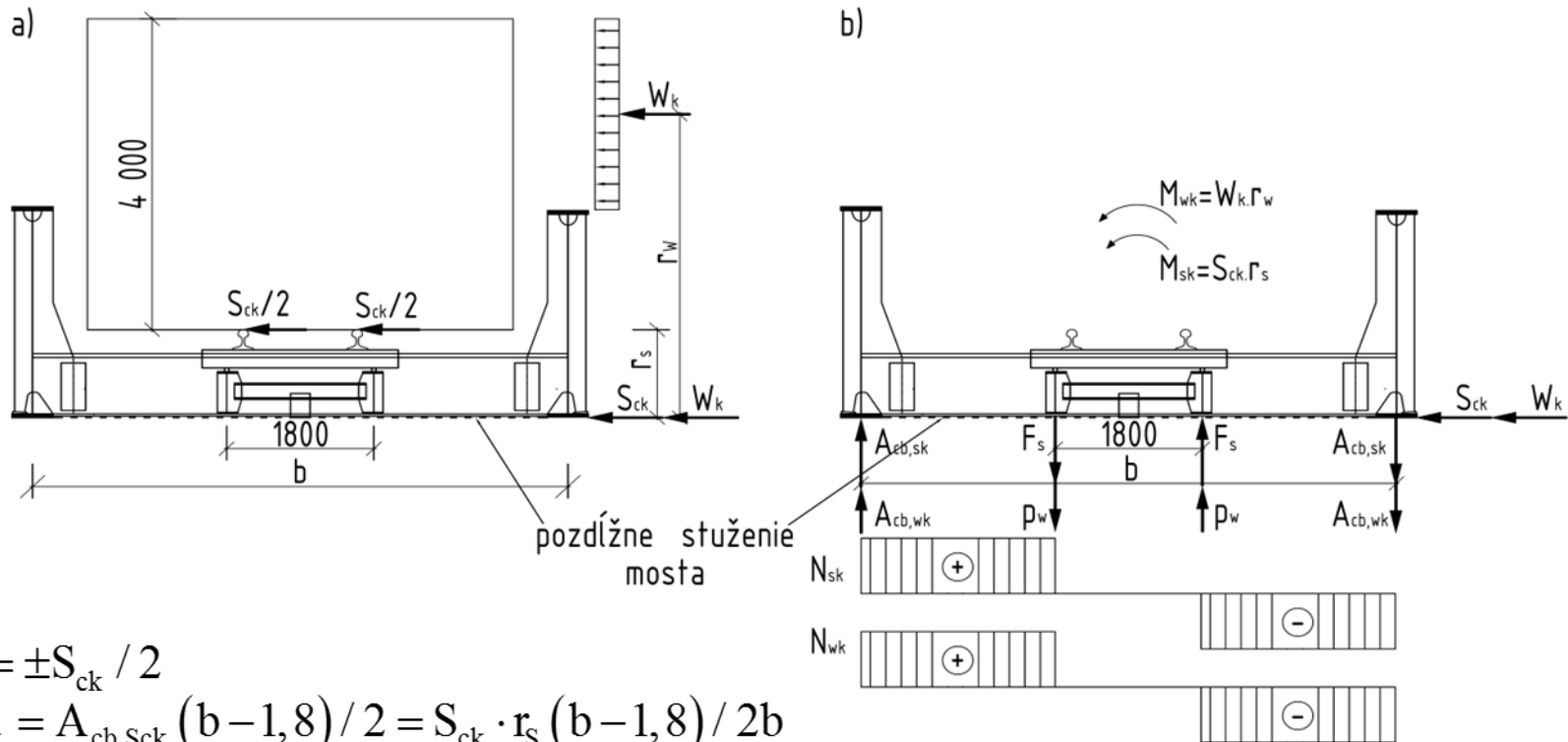
Priečnik



$$A_{s,LM71,k} = \Phi_3 k_{Aj} k_{es} \alpha A_{p,LM71}$$

$$M_{LM71,y,k} = A_{cb,LM71} (b - 1,8) / 2$$

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami železničné – mostovka – zjednodušená analýza



$$N_{S,k} = \pm S_{ck} / 2$$

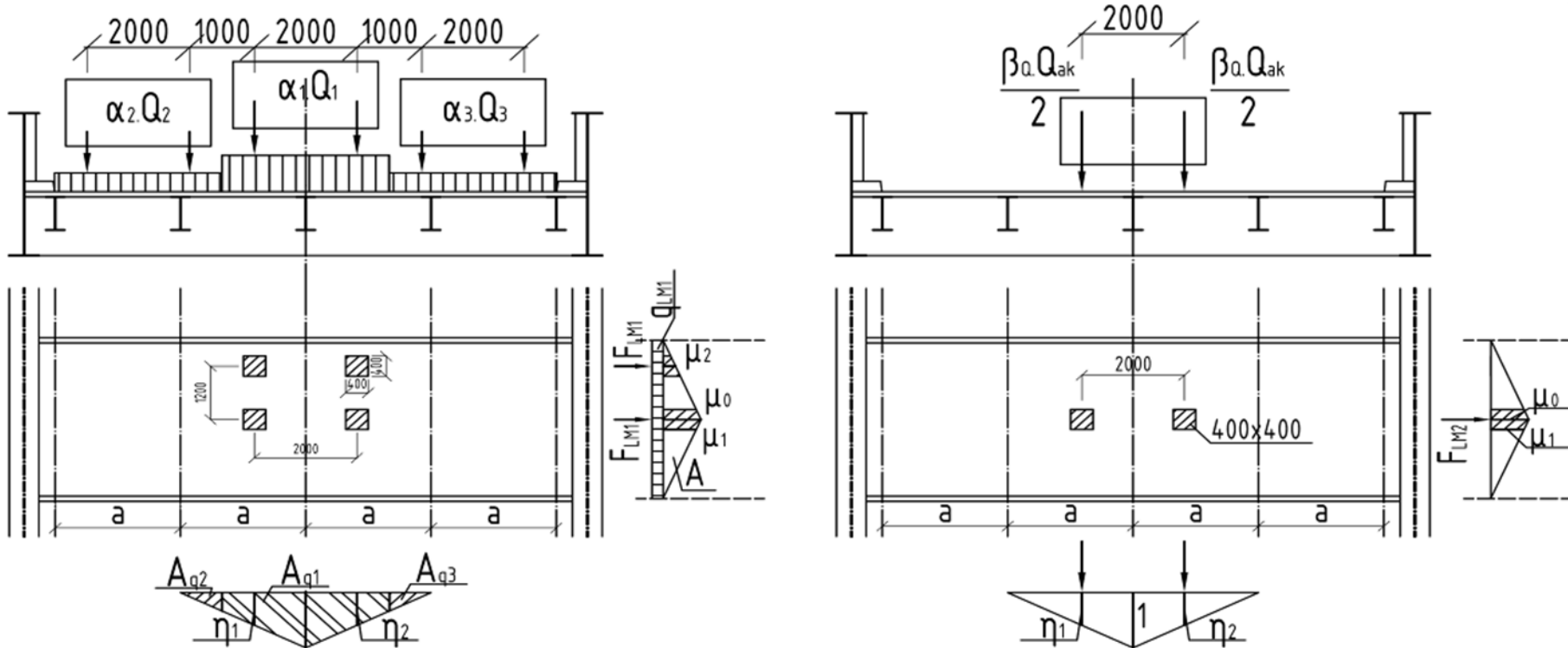
$$M_{S,y,k} = A_{cb,Sck} (b - 1,8) / 2 = S_{ck} \cdot r_s (b - 1,8) / 2b$$

$$N_{w,k} = \pm w_{sk} a / 2$$

$$M_{w,y,k} = A_{cb,w,k} (b - 1,8) / 2 = w_{sk} a r_w (b - 1,8) / 2b$$

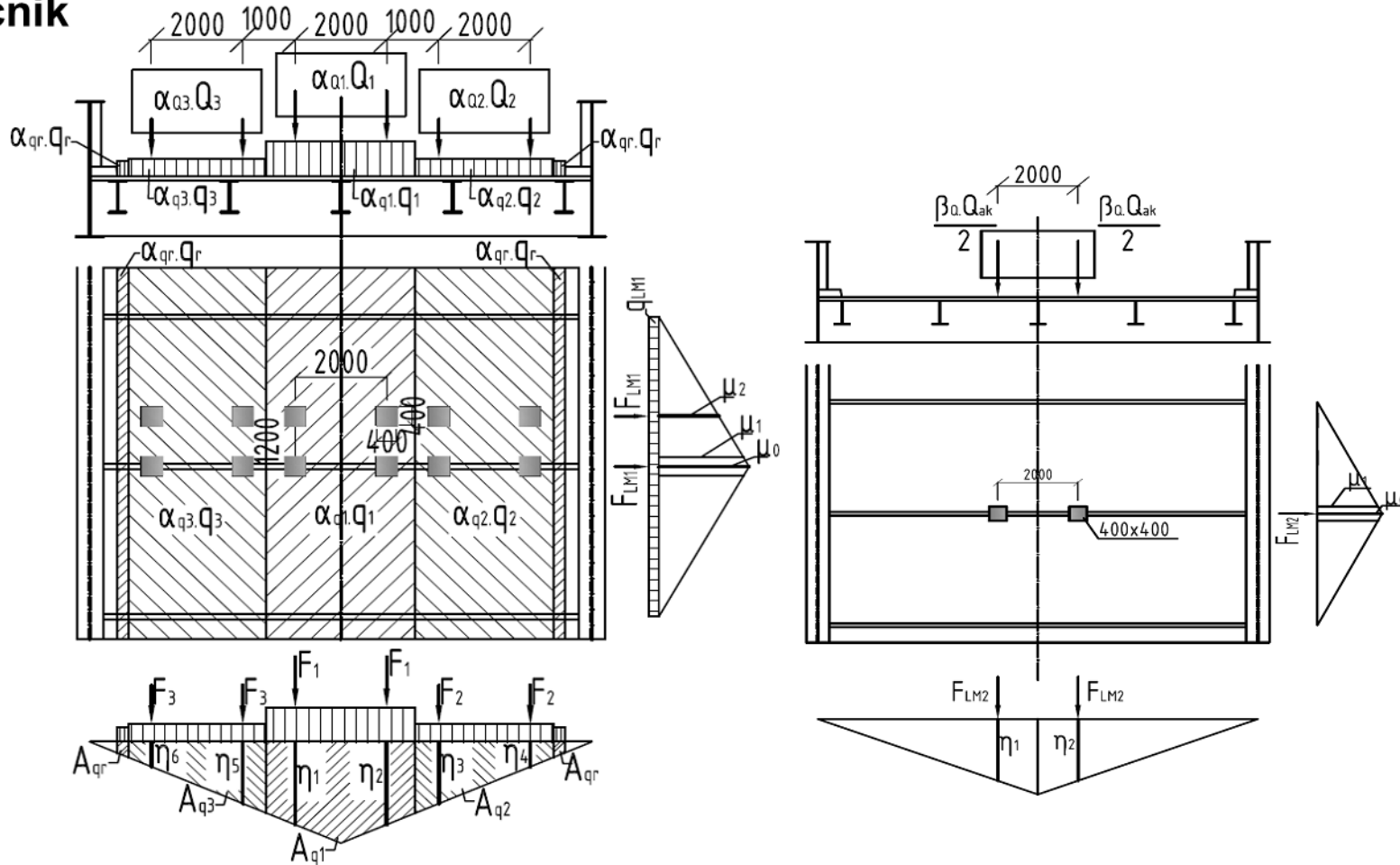
Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami cestné – mostovka – zjednodušená analýza

Pozdĺžnik



Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami cestné – mostovka – zjednodušená analýza

Priečnik



Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami cestné – mostovka – zjednodušená analýza

Pozdĺžnik

$$M_{LM1,y,k} = F_{LM1} (A_1 / 0,4 + \mu_2) + q_{LM1} A =$$

$$= 0,5 \alpha_{Q1} Q_1 (\eta_1 + \eta_2) (2 \cdot 0,2 (\mu_0 + \mu_1) / 2 + \mu_2) + A \sum_{i=1}^3 \alpha_{qi} q_i A_{qi}$$

$$M_{LM2,y,k} = F_{LM2} B_1 / 0,4 = 0,5 \beta_Q Q_{ak} (\eta_1 + \eta_2) \cdot 2 \cdot 0,2 (\mu_0 + \mu_1) / 2$$

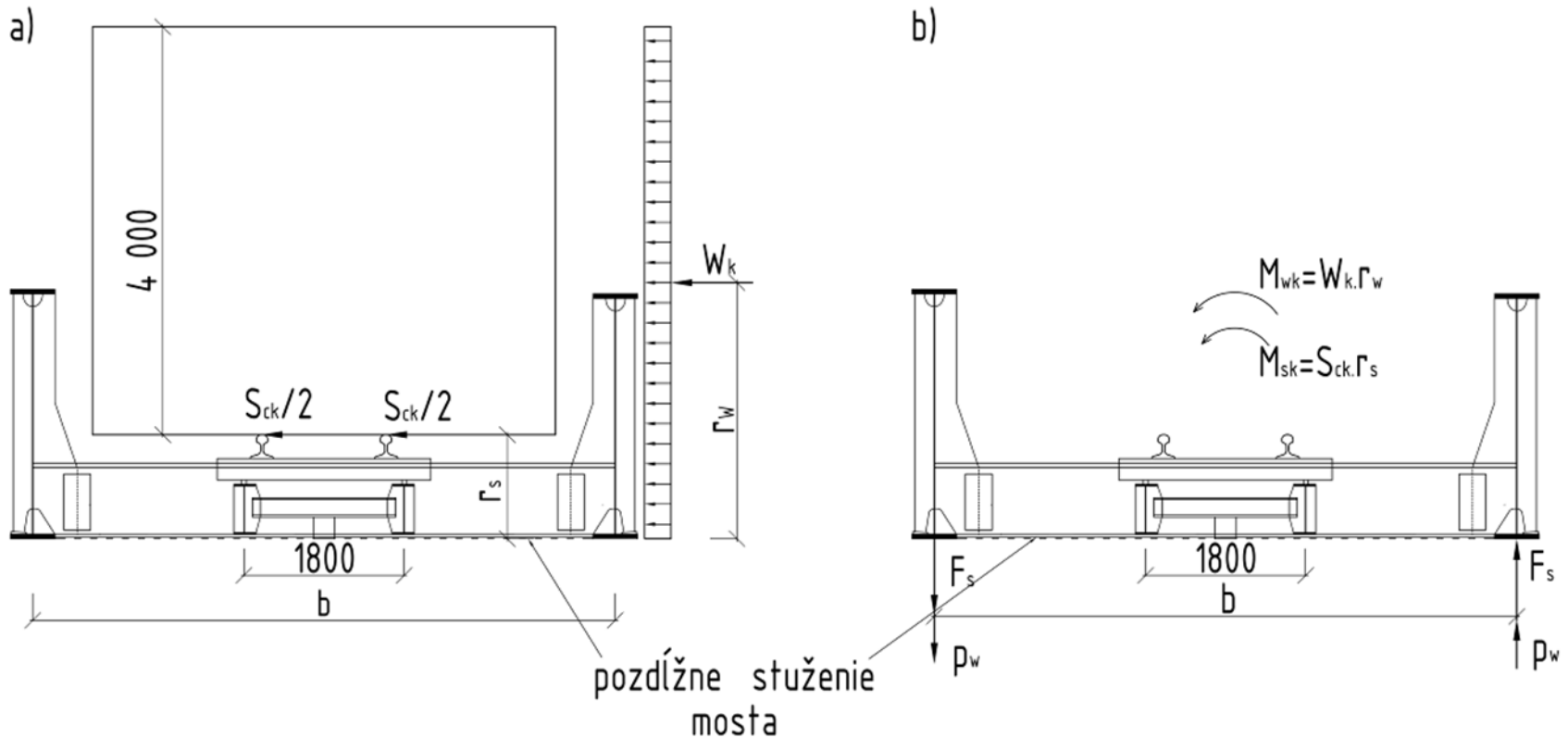
Priečnik

$$M_{LM1,y,k} = F_1 (\mu_1 + \mu_2) + F_2 (\mu_3 + \mu_4) + F_3 (\mu_5 + \mu_6) + q_{LM1} \left(\sum_{i=1}^3 A_{qi} + \sum_{i=1}^2 A_{rq,i} \right)$$

$$M_{LM2,y,k} = F_{LM2} (\mu_1 + \mu_2) = 0,5 \beta_Q Q_{ak} [(\eta_0 + \eta_1) \cdot 2 \cdot 0,2 / 2] (\mu_1 + \mu_2)$$

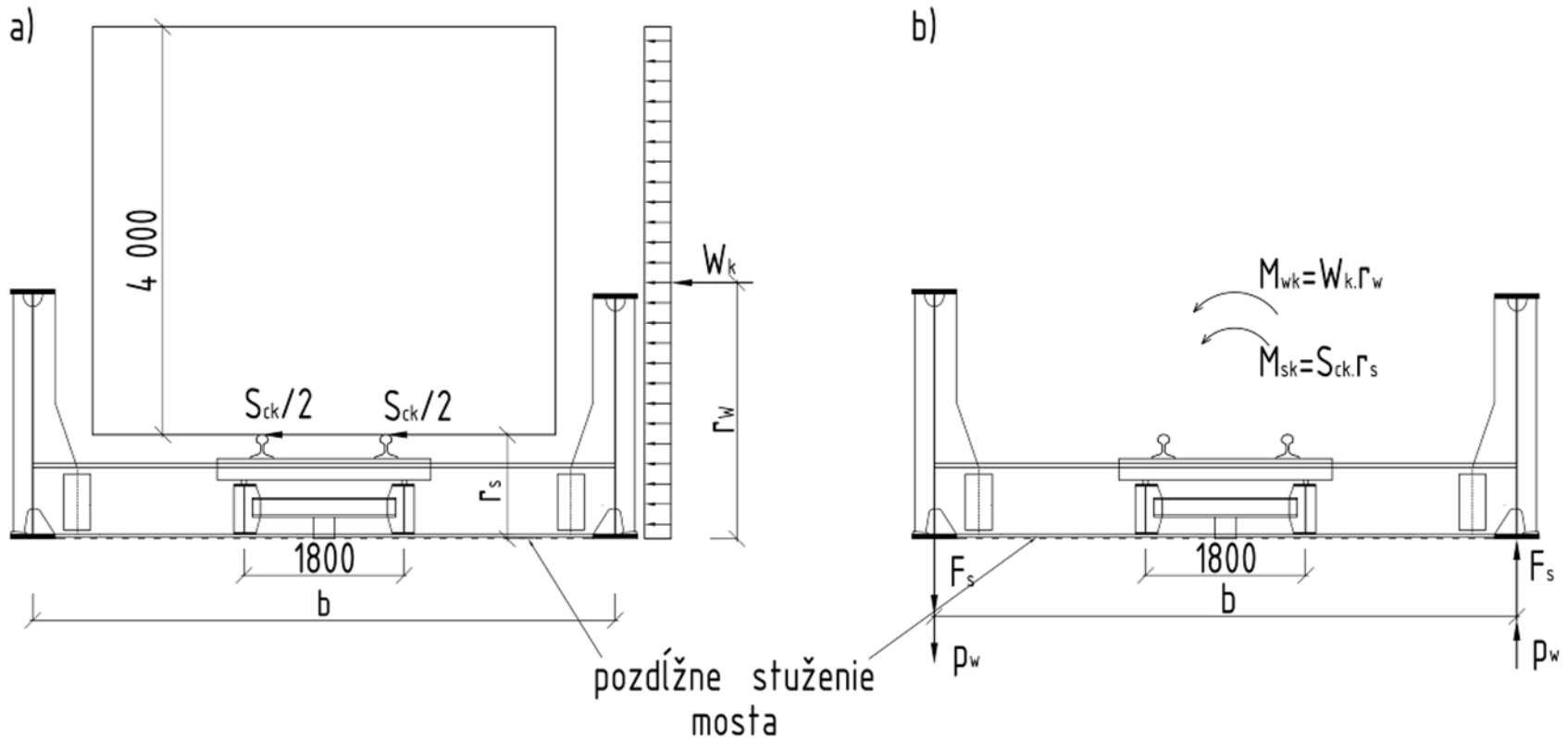
Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami hlavné nosníky – zjednodušená analýza

Hlavný nosník



Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami hlavné nosníky – glob. analýza

Hlavný nosník



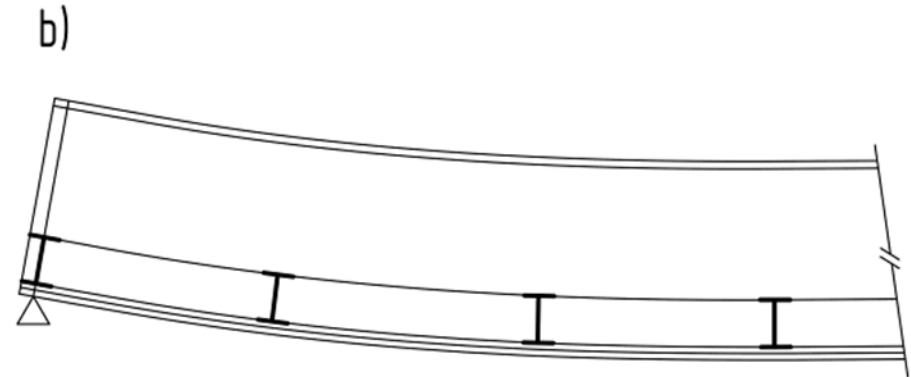
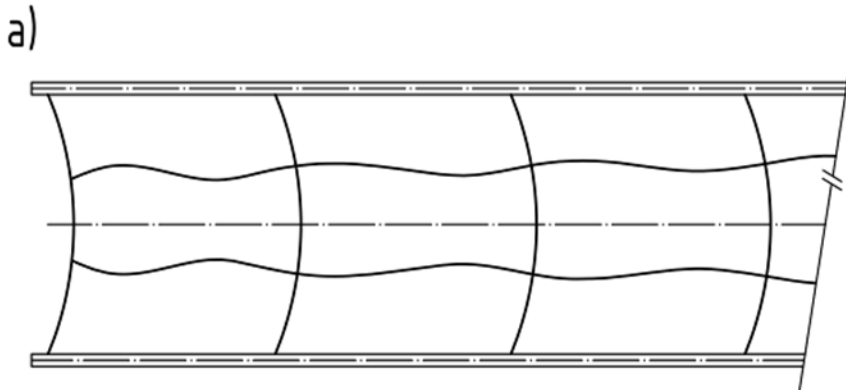
Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami hlavné nosníky – zjednodušená analýza

Brzdné a rozjazdové sily

$$N_{Qac,k} = \pm k_{e,mg} \quad \alpha \quad Q_{ac,k} = k_{e,mg} \quad \alpha \quad 33 L, \text{ resp.}$$
$$N_{Qbc,k} = \pm k_{e,mg} \quad \alpha \quad Q_{bc,k} = k_{e,mg} \quad \alpha \quad 20 L.$$

$$M_{Qac,y,k} = N_{Qac,k} e \quad \text{resp.} \quad M_{Qbc,y,k} = N_{Qbc,k} e$$

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi



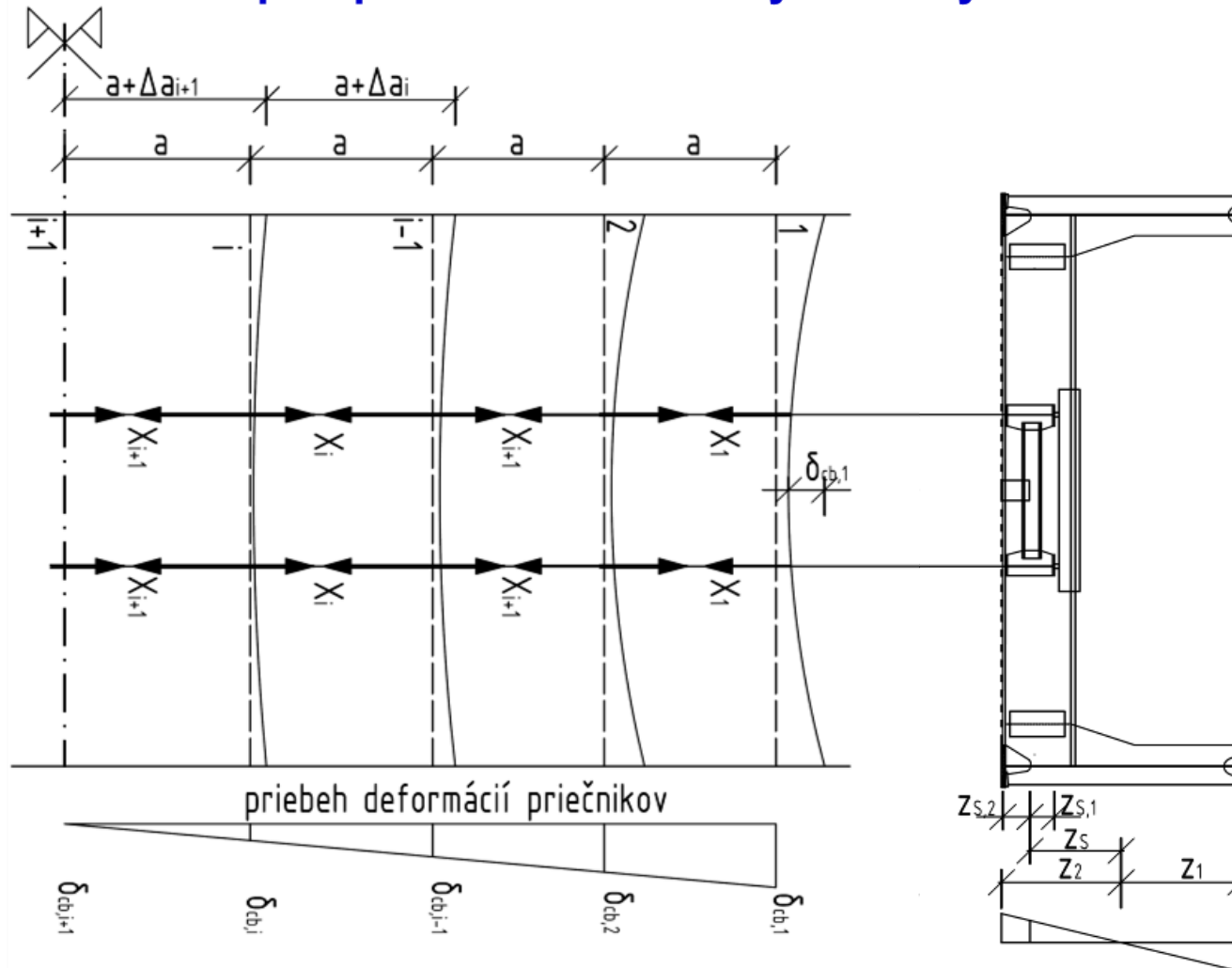
Reálna nosná konštrukcia mosta predstavuje zložitý priestorový celok

V prípade plnostenných mostov s prvkovými mostovkami je priestorovým pôsobením konštrukcie negatívne postihnutá mostovka, v ktorej sa indukujú sekundárne účinky vyplývajúce z jej spolupôsobenia s hlavnými nosníkmi mosta.

Priťaženie mostovkových prvkov je vzhľadom na ich geometrické parametre pomerne veľké a treba ho pri posúdení zohľadniť.

Preto sa v normách požaduje vplyv spolupôsobenia, ak sa nevystihne presnejšie priestorovými modelmi, vyjadriť dodatočne doplnkovými modelmi spolupôsobenia mostovky s hlavnými nosníkmi

Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi



Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi

Deformačná podmienka

$$X_i (\Delta L_{si} + \Delta L_{mg,i} + \delta_{cb,i} + \delta_{cb,i+1}) - X_{i-1} \delta_{cb,i-1} + X_{i+1} \delta_{cb,i+1} - \delta_{0i} = 0$$

ΔL_{si} je predĺženie pozdĺžnikov v poli i od $X_i = 1$,

$\Delta L_{mg,i}$ je skrátenie hlavných nosníkov od $X_i = 1$,

$\delta_{cb,i}, \delta_{cb,i-1}, \delta_{cb,i+1}$ sú vodorovné priehyby priechnikov $i, i-1, i+1$ v mieste pripojenia pozdĺžnikov,

δ_{0i} je predĺženie hlavných nosníkov od zvislého návrhového zaťaženia v poli i v úrovni ťažísk pozdĺžnikov.

Pre všetky polia získavame sústavu lineárnych rovníc

$$[\delta] \{X\} = \{\delta_0\}$$

$[\delta]$ je matica deformácií základnej staticky určitej sústavy od jednotkových zaťažovacích stavov,

$\{X\}$ je vektor staticky neurčitých osových síl v pozdĺžnikoch,

$\{\delta_0\}$ je vektor deformácií základnej staticky určitej sústavy od zvislého návrhového zaťaženia.

Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi

Podmienka - kompatibilita pretvorenia hlavných nosníkov a mostovkových prvkov v úrovni ťažísk pozdĺžnikov v tvare

$$\Delta L_{mg} = \Delta L_s + \delta_{cb,1}$$

ΔL_{mg} je deformácia hlavného nosníka od zvislého návrhového zaťaženia v úrovni ťažísk pozdĺžnikov,

ΔL_s je celkové predĺženie pozdĺžnikov pásov,

$\Delta_{cb,1}$ je vodorovný priehyb krajného priečnika v mieste pripojenia pozdĺžnikov.

Riešenie

$$\sigma_{av} m a z_s / z_2 = X_1 \left[k c^3 / I_{z,cb} + \mu m a \left(1 / A_s + 1 / A_{mg} + z_s^2 / I_{y,mg} \right) \right]$$

z výskumov

$$\sigma_{av} \doteq 0,73 \cdot \sigma_{max}$$

Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi

Pre ťahovú silu v krajnom pozdĺžniku potom platí

$$X_1 = \frac{0,73 \sigma_{\max} m a z_s / z_2}{k c^3 / I_{z,cb} + \mu m a \left(1 / A_s + 1 / A_{mg} + z_s^2 / I_{y,mg} \right)}$$

σ_{av}	je priemerná hodnota napätia v dolnej pásnici hlavného nosníka,
σ_{\max}	je maximálna hodnota napätia v dolnej pásnici hlavného nosníka,
m	je počet polí na polovici rozpätia nosnej konštrukcie mosta,
a	je dĺžka jedného poľa pozdĺžnikov, t.j. rozpätie pozdĺžnikov,
$I_{z,cb}$	je kvadratický moment plochy prierezu priečnika k osi z ,
$I_{y,mg}$	je kvadratický moment plochy prierezu hlavného nosníka k osi y ,
A_s	je plocha prierezu pozdĺžnika,
A_{mg}	je plocha prierezu hlavného nosníka,
k	je koeficient,
$k = (3b - 4c) / 6c$	pre priečnik klbovo pripojený vo vodorovnom smere na hlavný nosník,
$k = (2b - 3c) / 6b$	pre tuho pripojený priečnik na hlavný nosník,
$\mu = (m + 1)(2m + 1) / 6m$	

Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi

Namáhanie pozdĺžnikov

$$X_1 = \dots$$

$$X_2 = 1,07 X_1 (2m - 1) / m,$$

$$X_{\max} = 1,15 X_1 (m + 1) / 2,$$

V prípade tuhého prípoja pozdĺžnika na priečnik

$$\Delta M_{y,s,j,Ed} = M_{y,mg,j,Ed} I_{y,s} / (I_{y,mg} + I_{y,s})$$

Namáhanie priečnikov

$$\Delta M_{z,k} = (X_2 - X_1) c$$

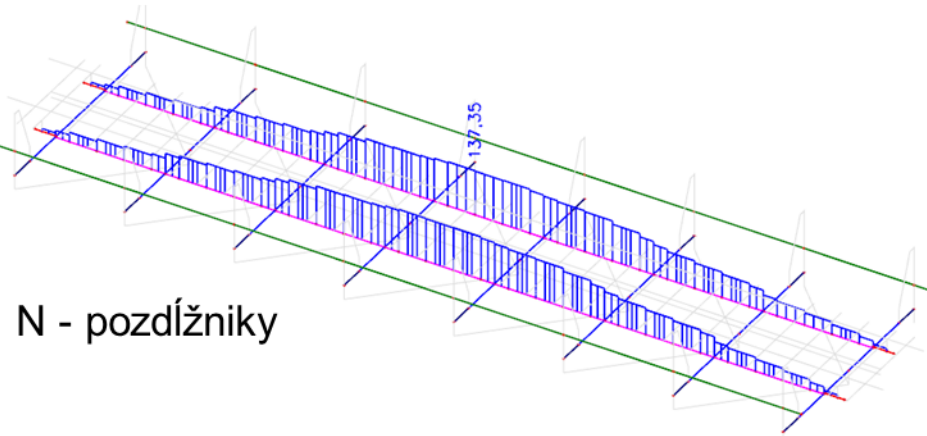
pre kĺbovo uložený priečnik na hl. nosník

$$\Delta M_{z,k} = (X_2 - X_1) c^2 / b$$

pre tuho pripojený priečnik na hl. nosník

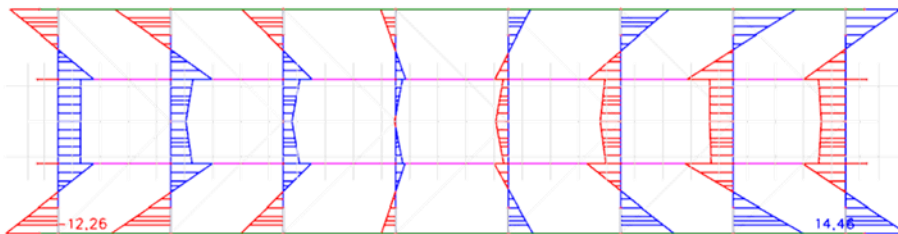
Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami spolupôsobenie mostovky s hlavnými nosníkmi

Príklad - 3D model plnostenného mosta + aj mostnice + polotuhý prípoj pozdĺ./priečnik
- vyobrazené sú len hl. nosníky, pozdĺžniky a priečniky

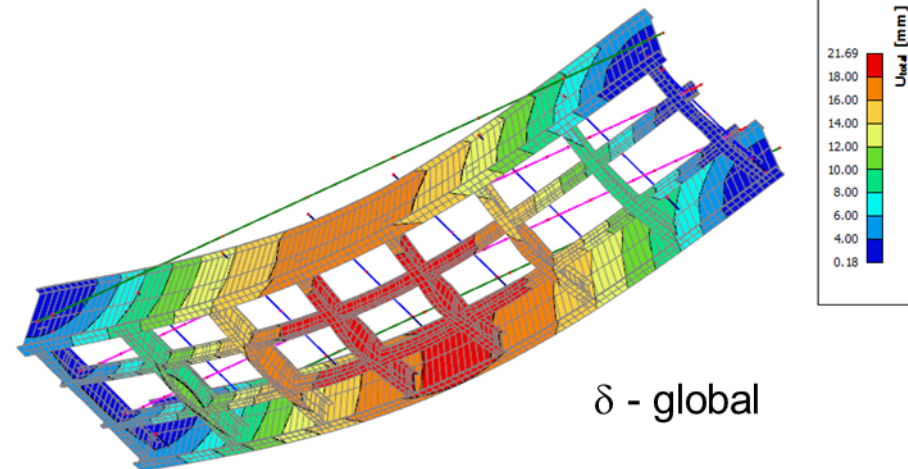
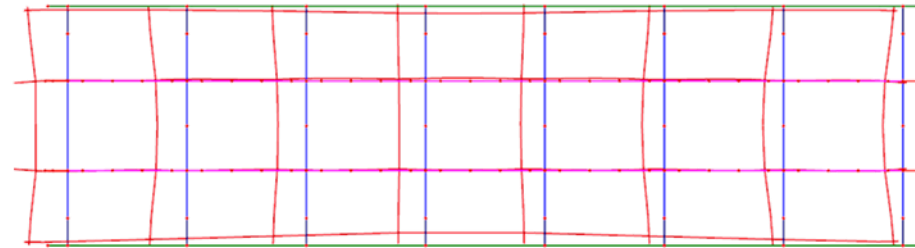


N - pozdĺžniky

M_z - priečniky



δ - osi zhora



δ - global