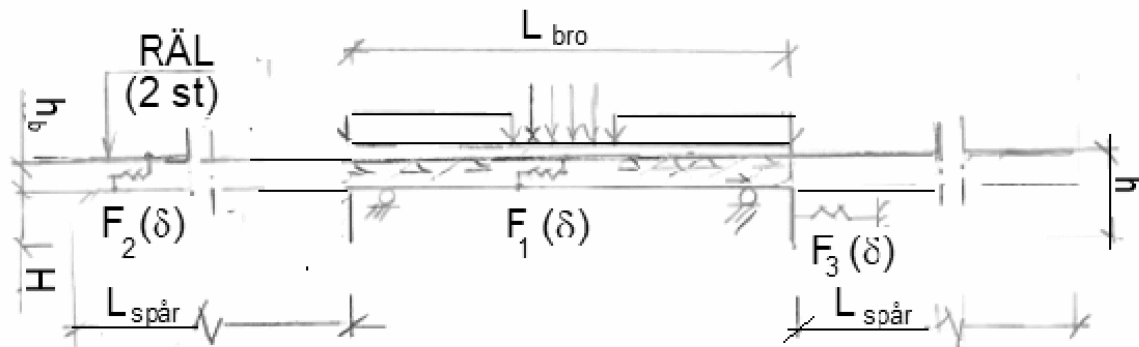
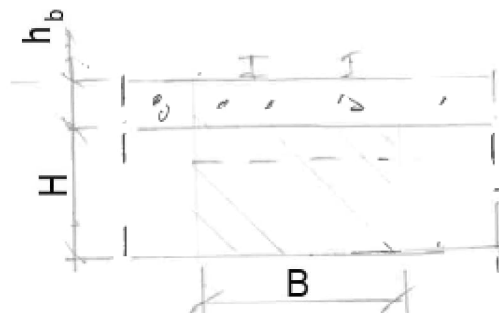


Object: End-shield bridge**Principal sketch****Elevation****Transversal section**

TEORI

Samverkan mellan bro och spårkonstruktion gör att en del av bromskraften upptas av spårkonstruktionen utanför bron, se även SS-EN 1991-2 avsnitt 6.5.3 och avsnitt 6.5.4.

Spårkonstruktionen bärförmåga beror på faktorer nedan:

- (1) Bärförmåga mellan slippers och räl. Denna beror på infästningsanordningens effektivitet.
- (2) Bärförmåga mellan slippers och ballast. Denna beror på bärförmågan i de förekommande horisontella brotytorna. Inuti ballast eller mellan ballast och brobana. Skillnaden i bärförmågan är således mycket stor mellan belastat och obelastat spår.

SS-EN 1991-2 avsnitt 6.5.4.6.1 anger att en förenklad beräkningsmetod är möjlig om kraven för metoden är uppfyllda. Metoden medger att rälsspänning inte behöver beaktas. Då bärförmågan mellan slippers och räl är relativt liten och dessutom beror på effektiviteten hos infästningsanordning så försummas dess bidrag vid bestämning av hur stor bromslast som belastar bron.

TRVINFRA-00227 tabell 7.1-6 (p) anger att den förenklade metoden får användas för samtliga järnvägsbroar kortare än 36 m.

"UIC Code 774-3 R: Track/bridge interaction" avsnitt 3.3 "Simplified rules" anger att bärförmågan i spårkonstruktion ($L_{\text{spår}}$) motsvarande minst 100 m får användas om angivna krav är uppfyllda.

TRVINFRA-00227 tabell 7.1-6 (o) anger att största bärförmåga mellan slippers och räl sker för förskjutning $u_o = 0.5$ mm.

TRVINFRA-00227 tabell 7.1-6 (o) anger att största bärförmåga mellan slippers och ballast sker för förskjutning $u_o = 2.0$ mm.

TSFS:2018:57 kapitel 11 §15 anger att största bärförmåga mellan slippers/ballast/bro varierar från 20 kN/m till 40 kN/m för obelastat spår. Denna stora variation beror på effektivitet i infästningsanordningar. På säkra sidan tillämpas 20 kN/m vilket överensstämmer med förenklad metod enligt SS-EN 1992-1 avsnitt 6.5.4.6.1 (2).

TSFS:2018:57 kapitel 11 §15 anger att största bärförmåga mellan slippers/ballast/bro varierar från 50 kN/m till 60 kN/m för belastat spår. Vid bestämning av bromslast på bro tillämpas 60 kN/m vilket överensstämmer med förenklad metod enligt SS-EN 1992-1 avsnitt 6.5.4.6.1 (2).

Största mothållande jordtryck mot bank uppträder vid förskjutning (δ) motsvarande $H/200$ enligt TRVINFRA-00227 avsnitt 7.2.1.1.2.1.

I denna beräkningsmodell har inverkan av axiell deformation i räl försumrats. Detta då inte entydligt angivits i gällande regelverk om detta är beaktad i den bärförmåga gällande regelverk anger. Om inverkan önskas måste dock noggrann FEM-analys utföras. Eller så väljs ett lägre värde på $L_{\text{spår}}$ än 100 m.

Observera att om $L_{\text{spår}} = 0$ m väljs behövs ingen FEM-analys dock bör aldrig reduktion överstiga mera än 50 % enligt äldre gängse teknisk beräkningspraxis.

INDATA**Geometri**

$$L_{\text{spår}} = 0\text{m}$$

$$h_b = 0.60\text{m}$$

$$H = 2.80\text{m}$$

$$B = 5.75\text{m}$$

$$L_{\text{bro}} = 16.8\text{m}$$

Jordmaterial:

$$K_p = 5.82$$

$$K_0 = 0.29$$

$$\gamma_b = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Fjäder belastad ballast på bro (fjäder:1)

$$\Delta_{p,1} = 2\text{mm}$$

$$p_1 = 60 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fjäder ballast utanför bro (fjäder:2)

$$\Delta_{p,2} = 2\text{mm}$$

$$p_2 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Laster:

(Accelerationslast är dimensionerande)

$$\alpha = 1.6$$

$$p_{\text{broms}} = \alpha \cdot 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

BERÄKNING

Total belastningslängd:

$$h = \begin{cases} 0\text{m} & \text{if } L_{\text{spår}} = 0\text{m} \\ H + h_b & \text{otherwise} \end{cases} \quad h = 0\text{-m}$$

$$L_{\text{broms}} = L_{\text{bro}} + 1.5 \cdot h = 16.8\text{ m}$$

Total bromslast:

$$P_{\text{broms.tot}} = p_{\text{broms}} \cdot L_{\text{broms}} = 887 \cdot \text{kN}$$

Funktion - fjäder 1 (belastad räl):

$$P_{1.\text{max}} = p_1 \cdot L_{\text{broms}} = 1008 \cdot \text{kN}$$

$$F_1 = \begin{cases} F_1 \leftarrow 0\text{kN} & \text{if } \delta < 0\text{mm} \\ F_1 \leftarrow P_{1.\text{max}} & \text{if } \delta > \Delta_{p.1} \\ F_1 \leftarrow P_{1.\text{max}} \frac{\delta}{\Delta_{p.1}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Funktion - fjäder 2 (obelastad räl):

$$P_{2.\text{max}} = \begin{cases} 0\text{kN} & \text{if } (2L_{\text{spår}} - 1.5h) < 0\text{m} \\ p_2 \cdot (2L_{\text{spår}} - 1.5h) & \text{otherwise} \end{cases} \quad P_{2.\text{max}} = 0 \cdot \text{kN}$$

$$F_2 = \begin{cases} F_2 \leftarrow 0\text{kN} & \text{if } \delta < 0\text{mm} \\ F_2 \leftarrow P_{2.\text{max}} & \text{if } \delta > \Delta_{p.2} \\ F_2 \leftarrow P_{2.\text{max}} \frac{\delta}{\Delta_{p.2}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

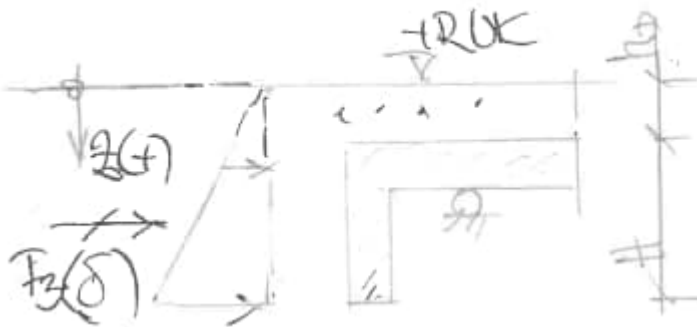
Funktion - fjäder 3 (ändskärm):

$$\Delta_{p.3} = \frac{H}{200} = 14 \cdot \text{mm}$$

$$K_3 = \begin{cases} K_3 \leftarrow 0 & \text{if } \delta < 0 \text{mm} \\ K_3 \leftarrow 0 & \text{if } \delta > \Delta_{p.3} \\ K_3 \leftarrow (K_p - K_0) \cdot \frac{\delta}{\Delta_{p.3}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_3(\delta) = \int_{h_b}^{(h_b+H)} B \cdot \gamma_b \cdot K_3 \cdot z \, dz$$

$$F_3(\Delta_{p.3}) = 3561 \cdot \text{kN}$$



Total bromslast:

(Tillhörande belastningslängd L_{bro})

$$P_{broms.tot} = 887 \cdot \text{kN}$$

Fördelning av total bromslast:

Given

$$P_{broms.tot} = F_1(u) + F_2(u) + F_3(u)$$

$$u_1 = \text{Find}(\delta)$$

$$u_1 = 1.2 \cdot \text{mm} \quad : \text{förskjutning vid jämvikt}$$

$$F_1(u_1) = 590 \cdot \text{kN} \quad : \text{last ballast på belastat spår}$$

$$F_2(u_1) = 0 \cdot \text{kN} \quad : \text{last ballast på obelastat spår}$$

$$F_3(u_1) = 298 \cdot \text{kN} \quad : \text{last ändskärm}$$

$$P_{broms.tot} - F_1(u_1) - F_2(u_1) - F_3(u_1) = 0 \cdot \text{kN}$$

RESULTAT

Oreducerad bromslast utan samverkan:

$$P_{broms.ored} = P_{broms.tot} = 887 \cdot \text{kN}$$

Reducerad bromslast med samverkan:

(Motsvarar last mot ändskärm)

$$P_{broms.red} = F_3(u_1) = 298 \cdot \text{kN}$$

$$\eta_{red} = 1 - \frac{P_{broms.red}}{P_{broms.ored}} = 66 \cdot \%$$