

## Örnek 02 63kN x 15m Çift Kiriş Gezer Köprü Vinci, KK

Vinç := "63kN x 15m"

### Bilinen değerler:

Kaldırma yükü

Kaldırma hızı

Kaldırma yüksekliği

Vincin ray açıklığı

Köprü yürüme hızı

Araba ve Ceraskalın zati ağırlığı

Araba yürüme hızı

Araba tekerlek aks açıklığı

Araba Tekerlek sayısı çiftkirişte 4, tek kirişte 2 verilir

Gerekli sehim oranı

Vincin Yükleme ehali

Vincin Kaldırma (Yükleme) sınıfı "DIN 15018"

Vincin Yükleme Grubu "DIN 15018"

Çentik Grubu "DIN 15020"

Vincin Tahrik Grubu "DIN 15020"

Gerekli sehim

$$f_{ger} := \frac{1}{k_f} \cdot L_K$$

Dinamik katsayısı

$$\psi_K := 1.2 + 0.0044 \cdot \min \cdot m^{-1} \cdot v_H$$

Öz ağırlık katsayısı

### Malzemenin mukavemet değerleri

Malzeme

Kopma mukavemeti

Akma mukavemeti

Elastiklik modülü

Poisson sayısı

Özgül ağırlığı

### Statik değerler :

I. Hal için

çekme

basma

kayma

Atölye, tek vardiya, 4 saat

$$F_Y := 63 \cdot kN$$

$$v_H := 8 \cdot m \cdot \min^{-1}$$

$$H_K := 10 \cdot m$$

$$L_K := 15 \cdot m$$

$$v_V := 25 \cdot m \cdot \min^{-1}$$

$$F_A := 17 \cdot kN$$

$$v_A := 15 \cdot m \cdot \min^{-1}$$

$$L_{TA} := 120 \cdot cm$$

$$n_{Tek} := 4$$

$$k_f := 1000$$

$$Y_{üHa} := "H"$$

$$K_{aSl} := "H2"$$

$$Y_{üGr} := "B3"$$

$$Çe_{Gr} := "K3"$$

$$T_{aGr} := "2m"$$

$$f_{ger} = 15 \cdot mm$$

$$\psi_K = 1.235$$

$$\varphi_K := 1.1$$

$$\text{Malzeme} := "St 37"$$

$$R_m := 340 \cdot MPa$$

$$R_e := 235 \cdot MPa$$

$$E_{dyn} := 210000 \cdot MPa$$

$$\nu_{St} := 0.3$$

$$\rho_{St} := 0.00785 \cdot kg \cdot cm^{-3}$$

$$\sigma_{StçEM} := 160 \cdot MPa$$

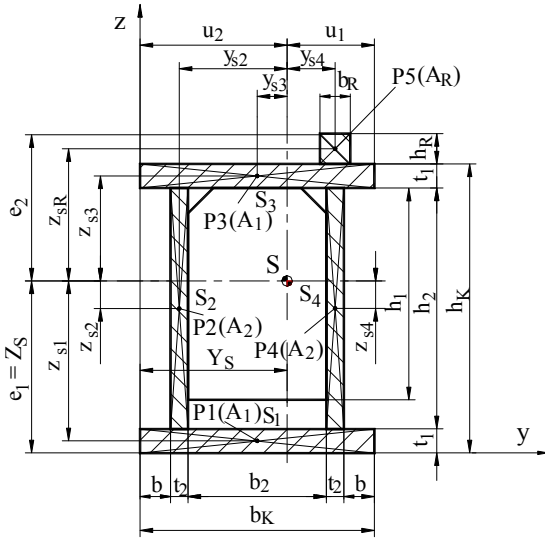
$$\sigma_{StbEM} := 140 \cdot MPa$$

$$\tau_{StEM} := 92 \cdot MPa$$

Hesap için gerekli tekerlek kuvveti  $F_{\text{Tek}} := \frac{\psi_K \cdot F_Y + \varphi_K \cdot F_A}{n_{\text{Tek}}}$   $F_{\text{Tek}} = 24.1 \cdot \text{kN}$

Gerekli atalet momenti  $J_{\text{yger}} := \frac{F_{\text{Tek}} \cdot (L_K - L_{\text{TA}})}{48 \cdot E_{\text{dyn}} \cdot f_{\text{ger}}} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{\text{TA}})^2]$   $J_{\text{yger}} = 1067 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

## Kutu kiriş değerleri



Yan plaka yükseliği, 1,5 m den iki adet almak için

$$h_2 := 740 \cdot \text{mm} \quad h_4 := h_2$$

Yan plaka kalınlığı  $t_{2x} := h_2 \cdot 125^{-1}$   $t_{2x} = 5.9 \cdot \text{mm}$

$$t_2 := 6 \cdot \text{mm} \quad t_4 := t_2$$

Alt ve üst kuşak genişliği, 1,5 m den beş adet almak için

$$b_1 := 290 \cdot \text{mm} \quad b_3 := b_1$$

Üst ve alt kuşak kalınlığı  $t_{3x} := 1.2 \cdot t_2$   $t_{3x} = 7.2 \cdot \text{mm}$

$$t_1 := 6 \cdot \text{mm} \quad t_3 := t_1$$

Ray ölçüleri  $h_R := 40 \cdot \text{mm}$   $b_R := 40 \cdot \text{mm}$

Perde yüksekliği  $h_{\text{Per}} := h_2 - 50 \cdot \text{mm}$   $h_{\text{Per}} = 690 \cdot \text{mm}$

Alt ve üst kuşak konsolu  $b_B := 30 \cdot \text{mm}$

Perde eni  $b_{\text{Per}} := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2 - t_4$   $b_{\text{Per}} = 218 \cdot \text{mm}$

Perde aralığı ve kalınlığı  $L_{\text{Pe}} := 2 \cdot \text{m}$   $t_{\text{Per}} := t_2$   $t_{\text{Per}} = 6 \cdot \text{mm}$

Z eksenli üst kuşak alt kenarı  $h_Z := h_2 + t_1$   $h_Z = 74.6 \cdot \text{cm}$

Kirişin tam yüksekliği  $h_K := 2 \cdot t_1 + h_2 + h_R$   $h_K = 792 \cdot \text{mm}$

## Parçaların ve sistemin alanı:

$$A_1 := b_1 \cdot t_1 \quad A_1 = 17 \cdot \text{cm}^2 \quad A_2 := h_2 \cdot t_2 \quad A_2 = 44 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_3 := b_3 \cdot t_3 \quad A_3 = 17 \cdot \text{cm}^2 \quad A_4 := h_4 \cdot t_4 \quad A_4 = 44 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_R := h_R \cdot b_R \quad A_R = 16 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{\text{top}} := A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_R \quad A_{\text{top}} = 139.6 \cdot \text{cm}^2$$

## Parçaların ağırlık merkezlerinin koordinatları:

$$Y_1 := 0.5 \cdot b_1 \quad Y_1 = 14.5 \cdot \text{cm} \quad Z_1 := 0.5 \cdot t_1 \quad Z_1 = 0.3 \cdot \text{cm}$$

$$Y_2 := b_B + 0.5 \cdot t_2 \quad Y_2 = 3.3 \cdot \text{cm} \quad Z_2 := t_1 + 0.5 \cdot h_2 \quad Z_2 = 37.6 \cdot \text{cm}$$

$$Y_3 := 0.5 \cdot b_3 \quad Y_3 = 14.5 \cdot \text{cm} \quad Z_3 := t_1 + 0.5 \cdot t_3 + h_2 \quad Z_3 = 74.9 \cdot \text{cm}$$

$$Y_4 := b_3 - b_B - 0.5 \cdot t_2 \quad Y_4 = 25.7 \cdot \text{cm} \quad Z_4 := t_1 + 0.5 \cdot h_2 \quad Z_4 = 37.6 \cdot \text{cm}$$

$$Y_R := b_3 - b_B - 0.5 \cdot t_4 \quad Y_R = 25.7 \cdot \text{cm} \quad Z_R := t_1 + t_3 + h_2 + 0.5 \cdot h_R \quad Z_R = 77.2 \cdot \text{cm}$$

**Ağırlık merkezi koordinatları  $Y_S$  ve  $Z_S$** 

$$Y_S := \frac{Y_1 \cdot A_1 + Y_2 \cdot A_2 + Y_3 \cdot A_3 + Y_4 \cdot A_4 + Y_R \cdot A_R}{A_{\text{top}}}$$

$$Y_S = 15.78 \cdot \text{cm}$$

$$Z_S := \frac{Z_1 \cdot A_1 + Z_2 \cdot A_2 + Z_3 \cdot A_3 + Z_4 \cdot A_4 + Z_R \cdot A_R}{A_{\text{top}}}$$

$$Z_S = 42.14 \cdot \text{cm}$$

**Parçaların ağırlık merkezine uzaklıkları**

$$Y_{S1} := Y_S - Y_1 \quad Y_{S1} = 1.3 \cdot \text{cm} \quad Z_{S1} := Z_S - Z_1 \quad Z_{S1} = 41.8 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S2} := Y_S - Y_2 \quad Y_{S2} = 12.5 \cdot \text{cm} \quad Z_{S2} := Z_S - Z_2 \quad Z_{S2} = 4.5 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S3} := Y_S - Y_3 \quad Y_{S3} = 1.3 \cdot \text{cm} \quad Z_{S3} := Z_3 - Z_S \quad Z_{S3} = 32.8 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S4} := Y_4 - Y_S \quad Y_{S4} = 9.92 \cdot \text{cm} \quad Z_{S4} := Z_{S2} \quad Z_{S4} = 4.54 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{SR} := Y_{S4} \quad Y_{SR} = 9.92 \cdot \text{cm} \quad Z_{SR} := Z_R - Z_S \quad Z_{SR} = 35.06 \cdot \text{cm}$$

**Parçaların kendi atalet momentleri**

$$I_{1Y} := \frac{b_1 \cdot t_1^3}{12} \quad I_{1Y} = 0.52 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{2Y} := \frac{t_2 \cdot h_2^3}{12} \quad I_{2Y} = 20261 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3Y} := \frac{b_1 \cdot t_3^3}{12} \quad I_{3Y} = 0.52 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{4Y} := \frac{t_4 \cdot h_4^3}{12} \quad I_{4Y} = 20261 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{RY} := \frac{b_R \cdot h_R^3}{12} \quad I_{RY} = 21.33 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{RZ} := \frac{h_R \cdot b_R^3}{12} \quad I_{RZ} = 21.3 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{1Z} := \frac{t_1 \cdot b_1^3}{12} \quad I_{1Z} = 1219 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{2Z} := \frac{h_2 \cdot t_2^3}{12} \quad I_{2Z} = 1.33 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3Z} := \frac{t_3 \cdot b_1^3}{12} \quad I_{3Z} = 1219 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{4Z} := \frac{h_4 \cdot t_4^3}{12} \quad I_{4Z} = 1.33 \cdot \text{cm}^4$$

**Kirişin atalet momentleri**

$$I_{Y1} := I_{1Y} + I_{2Y} + I_{3Y} + I_{4Y} + I_{RY} \quad I_{Y1} = 40545 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{Y2} := Z_{S1}^2 \cdot A_1 + Z_{S2}^2 \cdot A_2 + Z_{S3}^2 \cdot A_3 + Z_{S4}^2 \cdot A_4 + Z_{SR}^2 \cdot A_R \quad I_{Y2} = 70632 \cdot \text{cm}^4$$

$$\text{Kirişin x-x eksenli atalet momenti} \quad I_Y := I_{Y1} + I_{Y2} \quad I_Y = 111177 \cdot \text{cm}^4$$

$$J_{yger} = 106714 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{Z1} := I_{1Z} + I_{2Z} + I_{3Z} + I_{4Z} + I_{RZ} \quad I_{Z1} = 2463 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{Z2} := Y_{S1}^2 \cdot A_1 + Y_{S2}^2 \cdot A_2 + Y_{S3}^2 \cdot A_3 + Y_{S4}^2 \cdot A_4 + Y_{SR}^2 \cdot A_R \quad I_{Z2} = 12916 \cdot \text{cm}^4$$

$$\text{Kirişin y-y eksenli atalet momenti} \quad I_Z := I_{Z1} + I_{Z2} \quad I_Z = 15379 \cdot \text{cm}^4$$

**Atalet dairesi yarı çapı**

$$\begin{aligned}
 u_1 &:= Y_S & u_1 &= 157.8 \cdot \text{mm} & e_1 &:= Z_S & e_1 &= 42.1 \cdot \text{cm} \\
 u_2 &:= b_3 - Y_S & u_2 &= 132.2 \cdot \text{mm} & e_2 &:= h_K - e_1 & e_2 &= 37.1 \cdot \text{cm} \\
 e_{\max} &:= \begin{cases} e_1 & \text{if } e_2 < e_1 \\ e_2 & \text{otherwise} \end{cases} & e_{\max} &= 42.1 \cdot \text{cm} \\
 u_{\max} &:= \begin{cases} u_1 & \text{if } u_2 < u_1 \\ u_2 & \text{otherwise} \end{cases} & u_{\max} &= 15.8 \cdot \text{cm} \\
 W_Y &:= \frac{I_Y}{e_{\max}} & W_Z &:= \frac{I_Z}{u_{\max}} & W_Y &= 2638 \cdot \text{cm}^3 & W_Z &= 974 \cdot \text{cm}^3
 \end{aligned}$$

**Sehim kontrolü**

$$\begin{aligned}
 \text{Hakiki sehim} & \quad f_{\text{Hes}} := \frac{F_{\text{Tek}} \cdot (L_K - L_{TA})}{48 \cdot E_{\text{dyn}} \cdot I_Y} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{TA})^2] & f_{\text{ger}} &= 15 \cdot \text{mm} \\
 \text{Hakiki sehim oranı} & \quad S_{fL} := L_K \cdot f_{\text{Hes}}^{-1} & S_{fL} &= 1042 \\
 f_{\text{Hes}} &= 14.4 \cdot \text{mm} \\
 S_{fL} &= 1042
 \end{aligned}$$

**Kirişin birim ağırlığı "q<sub>K</sub>"**

$$\begin{aligned}
 \text{Toleranslardan doğan farklılık} & \quad k_{K\text{rTol}} := 1.03 \\
 G_{\text{Per}} &:= h_{\text{Per}} \cdot b_{\text{Per}} \cdot t_{\text{Per}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot g & G_{\text{Per}} &= 69.5 \cdot \text{N} \\
 q_{K1} &:= A_{\text{top}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot g & q_{K1} &= 1075 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1} \\
 \text{Kirişin birim ağırlığı "q<sub>K</sub>"} & \quad q_K := q_{K1} + G_{\text{Per}} \cdot L_{\text{Pe}}^{-1} & q_K &= 1.11 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \\
 L_K &= 15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Bir kirişin toplam ağırlığı "F<sub>K</sub>"} \quad F_K := q_K \cdot L_K \cdot k_{K\text{rTol}} \quad F_K = 17.1 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Servis platformu birim ağırlığı "q<sub>SP</sub>"} \quad q_{\text{SP}} := 500 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

**Kirisindeki normal gerilmeler**

Vinç kirisinin öz ağırlığından oluşan gerilme "σ<sub>1</sub>"

$$\begin{aligned}
 M_1 &:= \frac{\varphi_K \cdot (q_K + q_{\text{SP}}) \cdot L_K^2}{8} & M_1 &= 49.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 \sigma_1 &:= \frac{M_1}{W_Y} & \sigma_1 &= 18.9 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Arabanın öz ağırlığından oluşan gerilme "σ<sub>2</sub>"

$$\begin{aligned}
 M_2 &:= \frac{F_A}{32 \cdot L_K} \cdot (2 \cdot L_K - L_{TA})^2 & M_2 &= 29.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 \sigma_2 &:= \frac{M_2}{W_Y} & \sigma_2 &= 11.1 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Kaldırma yükünden oluşan gerilme " $\sigma_3$ "

$$M_3 := \frac{F_Y}{32 \cdot L_K} \cdot (2L_K - L_{TA})^2$$

$$M_3 = 108.9 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_3 := \frac{M_3}{W_Y}$$

$$\sigma_3 = 41.3 \cdot \text{MPa}$$

Atalet kuvvetlerinden oluşan gerilme " $\sigma_4$ "

$$\mu_T := 0.2$$

$$F_{TA} := 0.5 \cdot (q_K + q_{SP}) \cdot L_K + \frac{F_A}{4}$$

$$F_{TA} = 16.3 \cdot \text{kN}$$

$$F_{TY} := 1.5 \cdot \mu_T \cdot 2 \cdot F_{TA}$$

$$F_{TY} = 9.8 \cdot \text{kN}$$

$$M_4 := 0.075 \cdot L_K \cdot \left[ (q_K + q_{SP}) \cdot L_K + \frac{F_A}{2} \right]$$

$$M_4 = 36.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_4 := \frac{M_4}{W_Z}$$

$$\sigma_4 = 37.7 \cdot \text{MPa}$$

Araba kasılmasından oluşan gerilme " $\sigma_5$ "

$$M_5 := 0.05 \cdot L_{TA} \cdot (F_A + F_Y)$$

$$M_5 = 4.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_5 := \frac{M_5}{W_Z}$$

$$\sigma_5 = 4.9 \cdot \text{MPa}$$

H - Hali için vinç girişindeki normal gerilmeler  $\sigma_{\max}$  ve  $\sigma_{\min}$ maksimum normal gerilme  $\sigma_{\max}$   $Y_{Gr} = "B3"$  için

$$k_B := 1.05$$

$$\sigma_{\max} := k_B \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \psi_K \cdot \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5)$$

$$\sigma_{\max} = 129.8 \cdot \text{MPa}$$

minimum normal gerilme  $\sigma_{\min}$ 

$$\sigma_{\min} := \sigma_1 + \sigma_2$$

$$\sigma_{\min} = 30 \cdot \text{MPa}$$

Genel sınır değerler oranı

$$k_{2hes} := \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

$$k_{2hes} = 0.23$$

Kirişteki kayma gerilmesi  $\tau_{\max}$ 

$$M_t := \frac{\psi_K \cdot F_Y + k_B \cdot F_A}{2} \cdot Y_{S4}$$

$$M_t = 4.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$A_{Or} := (Y_{S2} + Y_{S4}) \cdot (Z_{S3} + Z_{S1})$$

$$A_{Or} = 1671 \cdot \text{cm}^2$$

$$\tau_{\max} := \frac{(\psi_K \cdot F_Y + k_B \cdot F_A)}{4 \cdot t_2} \cdot \left[ \frac{Y_{S4} + 0.2 \cdot Z_{SR}}{(Y_{S2} + Y_{S4}) \cdot (Z_{S1} + Z_{S3})} + \frac{1}{h_2} \right]$$

$$\tau_{\max} = 9.4 \cdot \text{MPa}$$

**Statik kontrol**

$$\sigma_{kar} := \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}$$

$$\sigma_{kar} = 130.8 \cdot \text{MPa} <$$

$$\sigma_{StçEM} = 160 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{StçEM}}{\sigma_{kar}} = 1.223$$

&gt; 1

## Dinamik kontrol

### FEM e göre dinamik değişken mukavemet değeri:

Kabul edilen gruplara göre:  $Y_{Gr} = "B3"$  ve  $\zeta_{Gr} = "K3"$  için

$$\sigma_W := 125 \cdot \text{MPa}$$

$$\kappa_0 := 0 \quad \text{için değişken mukavemet değeri} \quad \sigma_{D\zeta EM0} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_W$$

$$\sigma_{D\zeta EM0} = 208 \cdot \text{MPa}$$

$$\kappa_{2hes} = 0.23 \quad \text{için} \quad \sigma_{D\zeta EM2} := \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$$

$$\sigma_{D\zeta EM2} = 218 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{D\zeta EM2}}{\sigma_{kar}} = 1.663 > 1$$

$\zeta_{Gr4} := "K4"$  için

$$\sigma_{W4} := 75 \cdot \text{MPa}$$

$$\kappa_0 = 0 \quad \text{için değişken mukavemet değeri} \quad \sigma_{D\zeta EM04} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_{W4}$$

$$\sigma_{D\zeta EM04} = 125 \cdot \text{MPa}$$

$$\kappa_{2hes} = 0.23 \quad \text{için} \quad \sigma_{D\zeta EM24} := \frac{\sigma_{D\zeta EM04}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\zeta EM04}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$$

$$\sigma_{D\zeta EM24} = 141.7 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{D\zeta EM24}}{\sigma_{kar}} = 1.083 > 1$$

Çentik grubunu K4 almamıza rağmen hesaplar yeterli sonuç veriyor.

### Emniyet katsayıları 1 den büyük olduğundan kiriş fonksiyonunu yapar.

### Sehim kontrolü ve ters sehim

$$\text{Arabanın zati ağırlığından oluşan tekerlek yükü} \quad F_{ATek} := 0.5 \cdot F_A \quad F_{ATek} = 8.5 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Yükten oluşan tekerlek yükü} \quad F_{YTEk} := 0.5 \cdot F_Y \quad F_{YTEk} = 31.5 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Yan boşluk değeri} \quad L_{CA} := 0.5 \cdot (L_K - L_{TA}) \quad L_{CA} = 6.9 \text{ m}$$

$$\text{Kirişin zati ağırlık sehim i} \quad f_{Ki} := \frac{5 \cdot L_K^4 \cdot q_K}{384 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_{Ki} = 3.1 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Arabanın zati ağırlık sehim i} \quad f_A := \frac{F_{ATek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_A = 5.07 \cdot \text{mm}$$

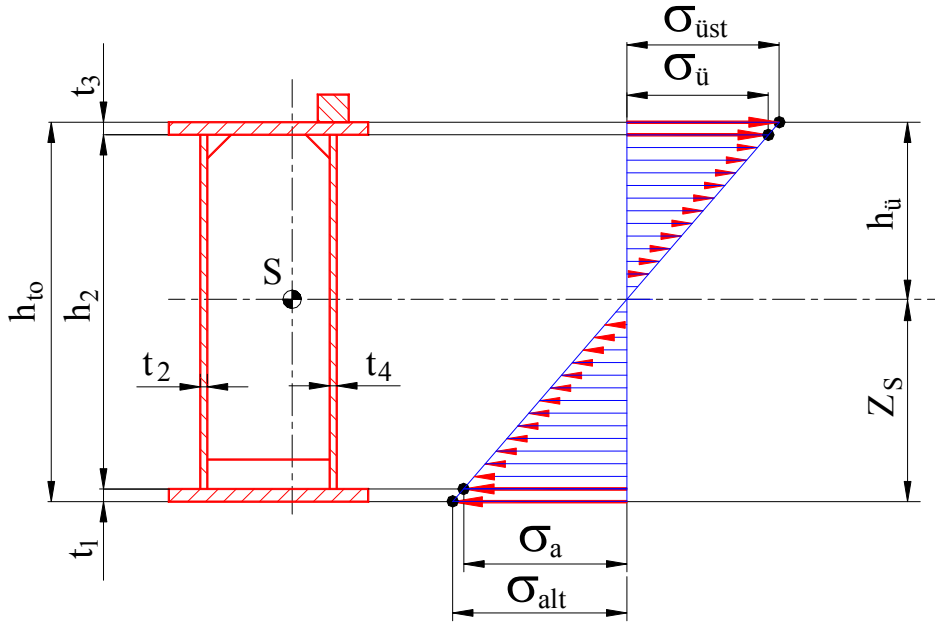
$$\text{Yükün sehim i} \quad f_Y := \frac{F_{YTEk} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_Y = 18.8 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Toplam Sehim} \quad f_{Top} := f_{Ki} + f_A + f_Y \quad f_{Top} = 27 \cdot \text{mm}$$

### Ters Sehim

$$f_{Ters} := f_{Ki} + f_A + 0.5f_Y \quad f_{Ters} = 18 \cdot \text{mm}$$

## Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü, DIN 18800 e göre



Bilinenler	$Z_S = 421.4 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 157.8 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 63.0 \cdot \text{kN}$
	$t_1 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$
	$t_4 = 6 \cdot \text{mm}$		
	$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$	$h_{to} = 752 \cdot \text{mm}$	$h_u := h_{to} - Z_S$
			$h_u = 330.6 \cdot \text{mm}$

Alt kuşakta alt gerilme	$\sigma_{alt} := -\sigma_{max}$	çekme	$\sigma_{alt} = -129.8 \cdot \text{MPa}$
Üst kuşakta üst gerilme	$\sigma_{üst} := \frac{-\sigma_{alt}}{Z_S} \cdot h_u$	basma	$\sigma_{üst} = 101.8 \cdot \text{MPa}$
Yan plakada üst gerilme	$\sigma_{ü1} := \frac{(h_u - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_u}$	basma	$\sigma_{ü1} = 100.0 \cdot \text{MPa}$
Yan plakada alt gerilme	$\sigma_{a1} := \sigma_{alt} \cdot \frac{Z_S - t_1}{Z_S}$	çekme	$\sigma_{a1} = -127.9 \cdot \text{MPa}$
Kayma gerilme			$\tau_{max} = 9.4 \cdot \text{MPa}$

## DIN 18800'e göre yan levhada buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.703$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{a1}}$	$\psi_1 = -0.78$
Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 12.5 \cdot \text{MPa}$

Normal gerilme buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 18.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}}$	$k_{\tau 1} = 5.89$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 232.6 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 73.5 \cdot \text{MPa}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 213.6 \cdot \text{MPa}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 0.958$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 1.296$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_1$	$c_{18Yx} = 1.445$
	$c_{18Y} := \begin{cases} 1.25 & \text{if } c_{18Yx} \geq 1.25 \\ c_{18Yx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$c_{18Y} = 1.250$
Normal gerilme düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$	
	$\kappa_{\sigma 18} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\sigma 18x} \geq 1.0 \\ \kappa_{\sigma 18x} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\sigma 18} = 1.000$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau 18x} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	
	$\kappa_{\tau 18} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\tau 18x} \geq 1.0 \\ \kappa_{\tau 18x} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.648$
Katsayılar	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 2$ $e_{\tau 3} = 1.42$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left( \frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left( \frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 0.267 < 1$

**Sonuç: Yan levhada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi yoktur.**



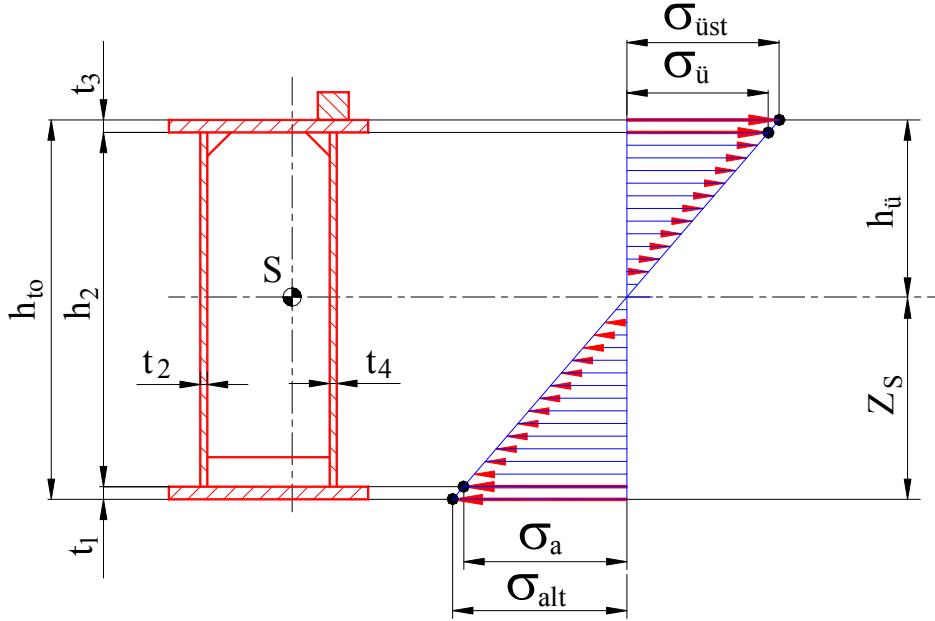
**DIN 18800'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:**

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 224 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 8.929$
Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	Sınır değerler oranı	$\psi_H := 1$
Normal gerilme buruşma faktörü	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilmesi buruşma faktörü	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.390$
Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 136.2 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 544.7 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 734.0 \cdot \text{MPa}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.626$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.410$
	$c_{Hx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	
	$c_H := \begin{cases} 1.25 & \text{if } c_{Hx} \geq 1.25 \\ c_{Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$c_H = 1.000$
Normal gerilme düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma Hx} = 1.036$
	$\kappa_{\sigma H} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\sigma Hx} \geq 1.0 \\ \kappa_{\sigma Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\sigma H} = 1.000$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau Hx} = 2.049$
	$\kappa_{\tau H} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\tau Hx} \geq 1.0 \\ \kappa_{\tau Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\tau H} = 1.000$
Kontrol	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\sigma} = 2.000$ $e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 2.000$
	$S_H := \left( \frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left( \frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.233 < 1$

**Sonuç: Kiriş üst kuşak levhasında DIN18800'e göre buruşma tehlikesi yoktur.**

**Dikkat: Yalnız burada DIN 4114 ile hesabı yapalım. DIN 18800 ile karşılaştıralım.**

**Kiriş yan ve üst levhalarının DIN 4114 e göre buruşma kontrolü:**



Bilinenler	$Z_S = 421.4 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 157.8 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 63.0 \cdot \text{kN}$
	$t_1 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$
	$t_4 = 6 \cdot \text{mm}$		
	$h_{to} = h_2 + t_1 + t_3$	$h_{to} = 752 \cdot \text{mm}$	$h_{\bar{u}} = h_{to} - Z_S$
			$h_{\bar{u}} = 330.6 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\bar{u}st} = 101.8 \cdot \text{MPa}$$

Alt kuşakta alt gerilme

$$\sigma_{\bar{a}lt} = -129.8 \cdot \text{MPa}$$

Yan plakada üst gerilme

$$\sigma_{\bar{u}1} = \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{\bar{u}st}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\bar{u}1} = 100.0 \cdot \text{MPa}$$

Yan plakada alt gerilme

$$\sigma_{\bar{a}1} = -\sigma_{\bar{u}st} \cdot \frac{Z_S - t_1}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\bar{a}1} = -127.9 \cdot \text{MPa}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{\max} = 9.4 \cdot \text{MPa}$$

**DIN 4114 T1'e göre yan levhada buruşma kontrolü:**

Kenarlar oranı

$$\alpha_{Y1} = \frac{L_{Pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{Y1} = 2.703$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_1 = \frac{\sigma_{\bar{a}1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\psi_1 = -1.28$$

Euler gerilmesi

$$\sigma_{e1} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left( \frac{t_2}{h_2} \right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 12.5 \cdot \text{MPa}$$

Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} = 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 18.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.89$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{K11} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{K11} = 232.6 \cdot \text{MPa}$
Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{K11} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{K11} = 73.5 \cdot \text{MPa}$
Karşılaştırma gerilmesi	$\sigma_{kar1} := \sqrt{\sigma_{\dot{u}1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{kar1} = 101 \cdot \text{MPa}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK11} := \frac{\sigma_{kar1}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{K11}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{K11}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{K11}}\right)^2}}$	

Hakiki buruşma gerilmesi  $\sigma_{VK11} = 226 \cdot \text{MPa}$  için  $\sigma_{VK11} := 205 \cdot \text{MPa}$

$\sigma_{VK11}$  değeri 1570 küçük  $\sigma_{VK11} = \sigma_{VK1}$

Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı  $S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK11}}{\sigma_{kar1}}$   $S_{Bhes1} = 2.02$

Gerekli olan emniyet katsayısı  $S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$   $S_{Bger1} = 1.3$

$S_{Bhes1} = 2.02$

>

$S_{Bger1} = 1.3$

**Sonuç:** Yan levhada DIN4114T1'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi yoktur.

## DIN 4114 T1'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni	$b_H = b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 224 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H = \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 8.929$
Üst kuşakta üst gerilme		$\sigma_{\dot{u}st} = 102 \cdot \text{MPa}$
Sınır değerler oranı		$\psi_H = 1$
Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} = \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau H} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.39$
Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 136.2 \cdot \text{MPa}$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 544.7 \cdot \text{MPa}$

Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{FiH} := k_{rH} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\tau_{FiH} = 734.0 \cdot \text{MPa}$$

Karşılaştırma gerilmesi

$$\sigma_{karÜ} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

$$\sigma_{kar1} = 101.3 \cdot \text{MPa}$$

Kirişteki ideal buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{karÜ}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{FiH}}\right)^2}}$$

Hakiki buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VKiH} = 549 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{VKH} := 232 \cdot \text{MPa}$$

Kiristeki hesapsal emniyet katsayısı

$$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{karÜ}}$$

$$S_{BhesH} = 2.25$$

Gerekli olan emniyet katsayısı

$$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$$

$$S_{BgerH} = 1.710$$

$$S_{BhesH} = 2.25$$

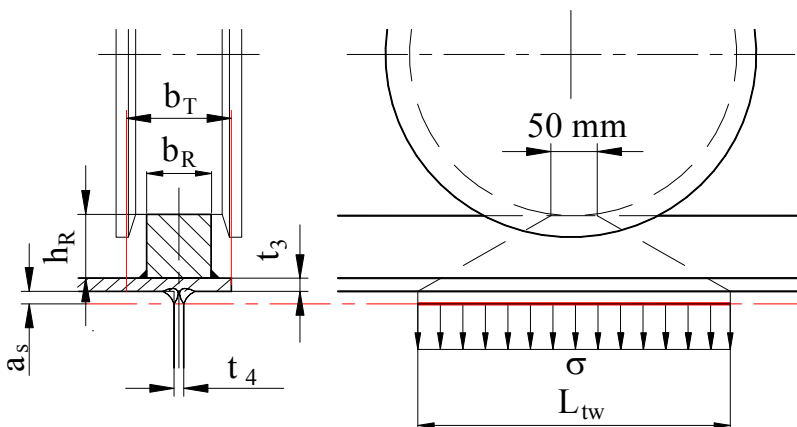
>

$$S_{BgerH} = 1.71$$

**Sonuç:** Üst kuşakta DIN4114T1'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi yoktur.

**Dikkat:** DIN 1880 e göre hesap eğer emniyetli ise DIN4114T1'e göre hesabın yapılmasına gerek yoktur. Çünkü buradada sonuç emniyetli çıkar. Bunun için bundan sonra yapılan örneklerde yalnız DIN 1880 e göre hesaplar yapılacaktır. Her zaman dediğim gibi seçim konstrüktöründür.

### Yan plakada yorulma kontrolü:



Kuvvetin etki boyu

$$L_{tw} := 2 \cdot (h_R + t_3) + 50 \cdot \text{mm}$$

$$L_{tw} = 142 \cdot \text{mm}$$

Yan plakada emniyetli tekerlek kuvveti  
max Tekerlek kuvveti

$$F_{TekEM} := \sigma_{DÇEM24} \cdot L_{tw} \cdot t_4$$

$$F_{TekEM} = 120.7 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Tek} = 24.1 \cdot \text{kN} < F_{TekEM} = 120.7 \cdot \text{kN} \quad \text{emniyetli}$$

**Stabilite kontrolü:**

Emniyet katsayısı

$$\gamma_{M1} := 1.05$$

$$\text{Stabilite için emniyetli tekerlek kuvveti} \quad F_{TEMS} = \frac{1}{\gamma_{M1}} \cdot 0.5 \cdot t_4^2 \cdot f_y \cdot \sqrt{\frac{E_{dyn} \cdot t_3}{R_e \cdot t_4}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4$$

Taşıyıcı plakanın narınlığı

$$b_T := 2 \cdot b_B + t_4$$

$$b_T = 66 \cdot \text{mm}$$

$$\beta_{1x} := \sqrt[4]{\frac{b_T}{10 \cdot t_3}}$$

$$\beta_1 := \begin{cases} 1.25 & \text{if } \beta_{1x} \geq 1.25 \\ \beta_{1x} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\beta_1 = 1.024$$

Tek taraflı yükde dikmenin narınlığı

$$\beta_{2x} := \sqrt{\frac{60 \cdot t_4}{h_2 - t_3}}$$

$$\beta_2 := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \beta_{2x} \geq 1.0 \\ \beta_{2x} & \text{otherwise} \end{cases}$$

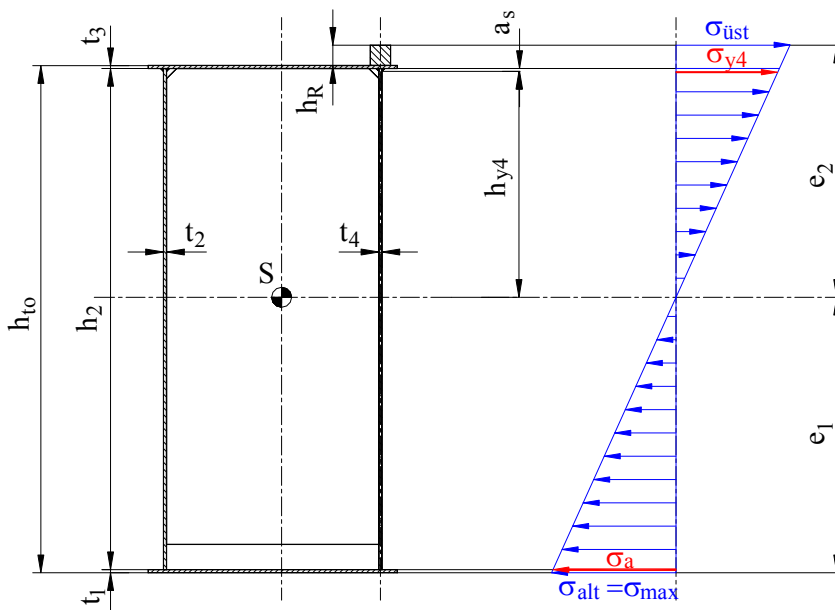
$$\beta_2 = 0.700$$

Kuvvet etkisinin faktörü

$$\beta_{3x} := 1 + \frac{L_{tw}}{h_2 - t_3}$$

$$\beta_3 := \begin{cases} 1.5 & \text{if } \beta_{3x} \geq 1.5 \\ \beta_{3x} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\beta_3 = 1.193$$



Üst plaka altı kaynak yüksekliği

$$a_s := \sqrt{2 \cdot 6^2} \cdot \text{mm}$$

$$a_s = 8.5 \cdot \text{mm}$$

$$h_{y4} := e_2 - h_R - t_3 - a_s$$

$$h_{y4} = 316.1 \cdot \text{mm}$$

Boyuna basma gerilmesi

$$\sigma_{y4} := \sigma_{max} \cdot \frac{h_{y4}}{e_1}$$

$$\sigma_{y4} = 97.4 \cdot \text{MPa}$$

$$A_{Nd} := A_R + 2 \cdot b_T \cdot t_3 + t_4 \cdot h_4$$

$$\sigma_{Nd} := 0.2 \cdot F_{Tek} \cdot A_{Nd}^{-1}$$

$$\sigma_{\beta 4} := -(\sigma_{y4} + \sigma_{Nd})$$

$$\sigma_{\beta 4} = -98 \cdot \text{MPa}$$

Boyuna basma gerilmesi narınlığı

$$\beta_{4x} := 1.5 - \frac{\sigma_{\beta 4} \cdot \gamma_{M1}}{R_e}$$

$$\beta_4 := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \beta_{4x} \geq 1.0 \\ \beta_{4x} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\beta_4 = 1.000$$

Stabilite için emniyetli tekerlek kuvveti

$$F_{TEMS} := \frac{R_e}{2 \gamma_{M1}} \cdot t_4^2 \cdot \sqrt{\frac{E_{dyn} \cdot t_3}{R_e \cdot t_4}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4$$

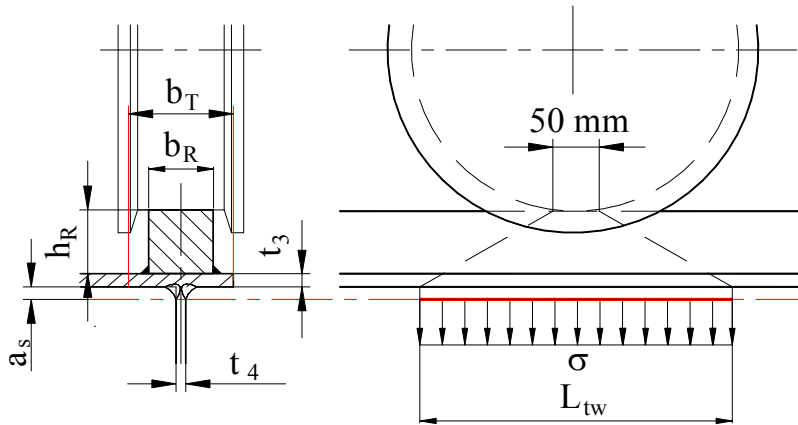
$$F_{TEMS} = 103.1 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Tek} = 24.1 \cdot \text{kN}$$

&lt;

$$F_{TEMS} = 103.1 \cdot \text{kN}$$

yeterli

**Üst ve yan plaka kaynak bağlantısı kontrolü:**
 $L_{tw}$  boyunda gerilme

$$\sigma_Z := \frac{F_{Tek}}{L_{tw} \cdot t_4}$$

$$\sigma_Z = 28.32 \cdot \text{MPa}$$

Vincin kaldırma kapasitesi

$$F_Y = 63 \cdot \text{kN}$$

Komple başlık ağırlık kuvveti

$$F_{K0} := 6 \cdot \text{kN}$$

Bir kirişin ağırlık kuvveti

$$F_K = 17.1 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Kr} = 46.28 \cdot \text{kN}$$

Vincin toplam ağırlık kuvveti

$$F_{Kr} := 2 \cdot (F_K + F_{K0})$$

Vincin kendi ağırlığının kaldırma yüküne oranı

$$k_G := \frac{F_{Kr} + F_A}{F_Y}$$

$$k_G = 1.00$$

Değişken gerilme farkı faktörü:  $K_{aSI} = \text{"H2"}$  ve  $Y_{üGr} = \text{"B3"}$  için

$$\lambda_1 := 0.37$$

Eşdeğer gerilme farkı

$$\Delta\sigma_{E3} := \lambda_1 \cdot \sigma_Z$$

$$\Delta\sigma_{E3} = 10.5 \cdot \text{MPa}$$

Yan ve üst plaka kaynak bağlantısı, elle iki taraflı devamlı, mukavemet değeri

$$\Delta\sigma_{C3} := 105 \cdot \text{MPa}$$

Yorulma mukavemeti karşı koyma faktörü

$$\gamma_{Mf} := 1.15$$

Yan ve üst plaka kaynak bağlantısındaki yerde emniyetli mukavemet değeri

$$\Delta\sigma_{3EM} := \frac{\Delta\sigma_{C3}}{\gamma_{Mf}}$$

$$\Delta\sigma_{3EM} = 91.3 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E3} = 10.5 \cdot \text{MPa} < \Delta\sigma_{3EM} = 91.3 \cdot \text{MPa} \quad \text{yeterli}$$

**SON**