

Ornek 4 500kN x 25m Çift KirişGezer Köprü Vinci, KK

Vinç := "500kN x 25m"

Bilinen değerler:

Kullanılan yer:

Atölye, tek vardiya, 4 saat

Kaldırma yükü

$$F_Y := 500 \cdot \text{kN}$$

Kaldırma hızı

$$v_H := 3 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$$

Kaldırma yüksekliği

$$H_K := 8 \cdot \text{m}$$

Vincin ray açıklığı

$$L_K := 25 \cdot \text{m}$$

Köprü yürüme hızı

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

Araba ve Ceraskalın zati ağırlığı

$$F_A := 60 \cdot \text{kN}$$

Araba yürüme hızı

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

Araba tekerlek aks açıklığı

$$L_{TA} := 250 \cdot \text{cm}$$

Araba Tekerlek sayısı çiftkirişte 4, tek kirişte 2 verilir

$$n_{\text{Tek}} := 4$$

Gerekli sehim oranı

$$k_f := 1000$$

Vincin Yükleme ehali

$$Y_{\text{Ha}} := "H"$$

Vincin Kaldırma sınıfı "DIN 15018"

$$K_{\text{AS}} := "H2"$$

Vincin Yükleme Grubu "DIN 15018"

$$Y_{\text{Gr}} := "B3"$$

Çentik Grubu "DIN 15020"

$$Ç_{\text{Gr}} := "K3"$$

Vincin Tahrik Grubu "DIN 15020"

$$T_{\text{AGr}} := "1mA"$$

Gerekli sehim

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

$$f_{\text{ger}} = 25 \cdot \text{mm}$$

Dinamik katsayısı

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

$$\psi_K = 1.213$$

Öz ağırlık katsayısı

$$\phi := 1.1$$

Malzemenin mukavemet değerleri

Malzeme

$$\text{Malzeme} := "St 37(S235)"$$

Kopma mukavemeti

$$R_m := 340 \cdot \text{MPa}$$

Akma mukavemeti

$$R_e := 235 \cdot \text{MPa}$$

Elastiklik modülü

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

Poisson sayısı

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

Özgül ağırlığı

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

Statik değerler :

I. Hal için

çekme

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

basma

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

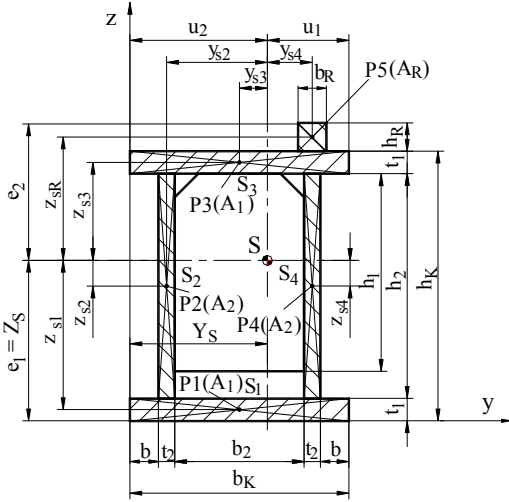
kayma

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

Hesap için gerekli tekerlek kuvveti $F_{Tek} := \frac{\psi_K \cdot F_Y + \phi \cdot F_A}{n_{Tek}}$ $F_{Tek} = 168 \cdot \text{kN}$

Gerekli atalet momenti $J_{yger} := \frac{F_{Tek} \cdot (L_K - L_{TA})}{48 \cdot E_{dyn} \cdot f_{ger}} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{TA})^2]$ $J_{yger} = 20550 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Kutu kiriş değerleri



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

$$h_2 := 1490 \cdot \text{mm} \quad h_4 := h_2$$

Yan plaka kalınlığı $t_{2x} := h_2 \cdot 125^{-1}$ $t_{2x} = 11.9 \cdot \text{mm}$

$$t_2 := 12 \cdot \text{mm} \quad t_4 := t_2$$

Alt ve üst kuşak genişliği, 1,5 m den 2 adet almak için

$$b_1 := 740 \cdot \text{mm} \quad b_3 := b_1$$

Üst ve alt kuşak kalınlığı $t_{3x} := 1.2 \cdot t_2$ $t_{3x} = 14.4 \cdot \text{mm}$

$$t_1 := 15 \cdot \text{mm} \quad t_3 := t_1$$

Ray ölçüleri $h_R := 60 \cdot \text{mm}$ $b_R := 60 \cdot \text{mm}$

Perde yüksekliği $h_{Per} := h_2 - 50 \cdot \text{mm}$ $h_{Per} = 1440 \cdot \text{mm}$

Kiriş konsolu genişliği $b_B := 40 \cdot \text{mm}$

Perde eni $b_{Per} := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2 - t_4$ $b_{Per} = 636 \cdot \text{mm}$

Perde aralığı ve kalınlığı $L_{Pe} := 2 \cdot \text{m}$ $t_{Per} := t_2$ $t_{Per} = 12 \cdot \text{mm}$

Z eksenini üst kuşak alt kenarı $h_Z := h_2 + t_1$ $h_Z = 150.5 \cdot \text{cm}$

Kirişin tam yüksekliği $h_K := 2 \cdot t_1 + h_2 + h_R$ $h_K = 1580 \cdot \text{mm}$

Parçaların ve sistemin alanı:

$$A_1 := b_1 \cdot t_1 \quad A_2 := h_2 \cdot t_2 \quad A_1 = 111 \cdot \text{cm}^2 \quad A_2 = 179 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_3 := b_3 \cdot t_3 \quad A_4 := h_4 \cdot t_4 \quad A_3 = 111 \cdot \text{cm}^2 \quad A_4 = 179 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_R := h_R \cdot b_R \quad A_R = 36 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{top} := A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_R \quad A_{top} = 615.6 \cdot \text{cm}^2$$

Parçaların ağırlık merkezlerinin koordinatları:

$$Y_1 := 0.5 \cdot b_1 \quad Y_1 = 37 \cdot \text{cm} \quad Z_1 := 0.5 \cdot t_1 \quad Z_1 = 0.75 \cdot \text{cm}$$

$$Y_2 := b_B + 0.5 \cdot t_2 \quad Y_2 = 4.6 \cdot \text{cm} \quad Z_2 := t_1 + 0.5 \cdot h_2 \quad Z_2 = 76 \cdot \text{cm}$$

$$Y_3 := 0.5 \cdot b_3 \quad Y_3 = 37 \cdot \text{cm} \quad Z_3 := t_1 + 0.5 \cdot t_3 + h_2 \quad Z_3 = 151.25 \cdot \text{cm}$$

$$Y_4 := b_3 - b_B - 0.5 \cdot t_2 \quad Y_4 = 69.4 \cdot \text{cm} \quad Z_4 := t_1 + 0.5 \cdot h_2 \quad Z_4 = 76 \cdot \text{cm}$$

$$Y_R := b_3 - b_B - 0.5 \cdot t_4 \quad Y_R = 69.4 \cdot \text{cm} \quad Z_R := t_1 + t_3 + h_2 + 0.5 \cdot h_R \quad Z_R = 155 \cdot \text{cm}$$

Ağırlık merkezi koordinatları Y_S ve Z_S

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

$$Y_S = 38.89 \cdot \text{cm}$$

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

$$Z_S = 80.62 \cdot \text{cm}$$

Parçaların ağırlık merkezine uzaklıkları

$$Y_{S1} := Y_S - Y_1$$

$$Z_{S1} := Z_S - Z_1$$

$$Y_{S1} = 1.9 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S1} = 79.9 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S2} := Y_S - Y_2$$

$$Z_{S2} := Z_S - Z_2$$

$$Y_{S2} = 34.3 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S2} = 4.6 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S3} := Y_S - Y_3$$

$$Z_{S3} := Z_3 - Z_S$$

$$Y_{S3} = 1.9 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S3} = 70.6 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S4} := Y_4 - Y_S$$

$$Z_{S4} := Z_{S2}$$

$$Y_{S4} = 30.51 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S4} = 4.62 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{SR} := Y_{S4}$$

$$Z_{SR} := Z_R - Z_S$$

$$Y_{SR} = 30.51 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{SR} = 74.38 \cdot \text{cm}$$

Parçaların kendi atalet momentleri

$$I_{1Y} := \frac{b_1 \cdot t_1^3}{12}$$

$$I_{2Y} := \frac{t_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I_{1Y} = 20.81 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{2Y} = 330795 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3Y} := \frac{b_1 \cdot t_3^3}{12}$$

$$I_{4Y} := \frac{t_4 \cdot h_4^3}{12}$$

$$I_{3Y} = 20.81 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{4Y} = 330795 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{RY} := \frac{b_R \cdot h_R^3}{12}$$

$$I_{RZ} := \frac{h_R \cdot b_R^3}{12}$$

$$I_{RY} = 108 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{RZ} = 108 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{1Z} := \frac{t_1 \cdot b_1^3}{12}$$

$$I_{2Z} := \frac{h_2 \cdot t_2^3}{12}$$

$$I_{1Z} = 50653 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{2Z} = 21.46 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3Z} := \frac{t_3 \cdot b_1^3}{12}$$

$$I_{4Z} := \frac{h_4 \cdot t_4^3}{12}$$

$$I_{3Z} = 50653 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{4Z} = 21.46 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin atalet momentleri

$$I_{Y1} := I_{1Y} + I_{2Y} + I_{3Y} + I_{4Y} + I_{RY}$$

$$I_{Y1} = 661739 \cdot \text{cm}^4$$

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

$$I_{Y2} = 1468626 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin x-x eksenli atalet momenti

$$I_Y := I_{Y1} + I_{Y2}$$

$$I_Y = 21304 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$J_{yger} = 20550 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_{Z1} := I_{1Z} + I_{2Z} + I_{3Z} + I_{4Z} + I_{RZ}$$

$$I_{Z1} = 1015 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

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

$$I_{Z2} = 4110 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

Kirişin y-y eksenli atalet momenti

$$I_Z := I_{Z1} + I_{Z2}$$

$$I_Z = 5124 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

Atalet dairesi yarı çapı

$$\begin{aligned}
 u_1 &:= Y_S & e_1 &:= Z_S & u_1 &= 388.9 \cdot \text{mm} & e_1 &= 80.6 \cdot \text{cm} \\
 u_2 &:= b_3 - Y_S & e_2 &:= h_K - e_1 & u_2 &= 351.1 \cdot \text{mm} & e_2 &= 77.4 \cdot \text{cm} \\
 e_{\max} &:= \begin{cases} e_1 & \text{if } e_2 < e_1 \\ e_2 & \text{otherwise} \end{cases} & & & & & e_{\max} &= 806.2 \cdot \text{mm} \\
 u_{\max} &:= \begin{cases} u_1 & \text{if } u_2 < u_1 \\ u_2 & \text{otherwise} \end{cases} & & & & & u_{\max} &= 388.9 \cdot \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$W_Y := \frac{I_Y}{e_{\max}} \quad W_Z := \frac{I_Z}{u_{\max}} \quad W_Y = 26425 \cdot \text{cm}^3 \quad W_Z = 13175 \cdot 10^3 \text{mm}^3$$

Sehim kontrolü

$$\begin{aligned}
 \text{Hakiki sehim} \quad f_{\text{Hes}} &:= \frac{F_{\text{Tek}} \cdot (L_K - L_{TA})}{48 \cdot E_{\text{dyn}} \cdot I_Y} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{TA})^2] & f_{\text{ger}} &= 25 \cdot \text{mm} \\
 \text{Hakiki sehim oranı} \quad S_{fL} &:= L_K \cdot f_{\text{Hes}}^{-1} & f_{\text{Hes}} &= 24.1 \cdot \text{mm} \\
 & & S_{fL} &= 1037
 \end{aligned}$$

Kirişin birim ağırlığı "q_K"

Toleranslardan doğan farklılık

$$\begin{aligned}
 G_{\text{Per}} &:= h_{\text{Per}} \cdot b_{\text{Per}} \cdot t_{\text{Per}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot g & k_{\text{KrTol}} &:= 1.03 \\
 q_{K1} &:= A_{\text{top}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot g & G_{\text{Per}} &= 846 \cdot \text{N} \\
 \text{Kirişin birim ağırlığı "q}_K": & q_K := q_{K1} + G_{\text{Per}} \cdot L_{Pe}^{-1} & q_{K1} &= 4.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \\
 & & q_K &= 5.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}
 \end{aligned}$$

Bir kirişin toplam ağırlığı "F_K"

$$F_K := q_K \cdot L_K \cdot k_{\text{KrTol}} \quad F_K = 132.9 \cdot \text{kN}$$

Servis platformu birim ağırlığı "q_{SP}"

$$q_{\text{SP}} := 500 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Kirişdeki normal gerilmeler

Vinç kirişinin öz ağırlığından oluşan gerilme "σ₁"

$$\begin{aligned}
 M_1 &:= \frac{\phi \cdot (q_K + q_{\text{SP}}) \cdot L_K^2}{8} & M_1 &= 487 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 \sigma_1 &:= \frac{M_1}{W_Y} & \sigma_1 &= 18.4 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Arabanın öz ağırlığından oluşan gerilme "σ₂"

$$\begin{aligned}
 M_2 &:= \frac{F_A}{32 \cdot L_K} \cdot (2 \cdot L_K - L_{TA})^2 & M_2 &= 169 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 \sigma_2 &:= \frac{M_2}{W_Y} & \sigma_2 &= 6.4 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Kaldırma yükünden oluşan gerilme " σ_3 "

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

$$M_3 = 1410 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\sigma_3 = 53.4 \cdot \text{MPa}$$

Atalet kuvvetlerinden oluşan gerilme " σ_4 "

$$\mu_T := 0.2$$

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

$$F_{TA} = 79.5 \cdot \text{kN}$$

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

$$F_{TY} = 47.7 \cdot \text{kN}$$

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

$$M_4 = 298 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\sigma_4 = 22.6 \cdot \text{MPa}$$

Araba kasılmasından oluşan gerilme " σ_5 "

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

$$M_5 = 70 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\sigma_5 = 5.3 \cdot \text{MPa}$$

H - Hali için vinç kirişindeki normal gerilmeler σ_{\max} ve σ_{\min} maksimum normal gerilme σ_{\max} Yü_{Gr} = "B3" için

$$k_B := 1.05$$

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

$$\sigma_{\max} = 123 \cdot \text{MPa}$$

minimum normal gerilme σ_{\min}

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

$$\sigma_{\min} = 25 \cdot \text{MPa}$$

Genel sınır değerler oranı

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

$$k_{2hes} = 0.20$$

Kirişteki kayma gerilmesi τ_{\max}

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

$$M_t = 102.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

$$A_{Or} = 9752.4 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$\tau_{\max} = 15.9 \cdot \text{MPa}$$

Statik kontrol

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

$$\sigma_{kar} = 126 \cdot \text{MPa} <$$

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

$$\frac{\sigma_{StçEM}}{\sigma_{kar}} = 1.266$$

> 1

Dinamik kontrol

FEM e göre dinamik değişken mukavemet değeri:

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

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

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

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

$\kappa_{2hes} = 0.2$ için $\sigma_{D\zeta EM2} := \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$

$$\sigma_{D\zeta EM2} = 216 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{D\zeta EM2}}{\sigma_{kar}} = 1.711 > 1$$

$\zeta_{Grx} := "K4"$ için

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

$$\sigma_{D\zeta EM0x} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_{Wx}$$

$$\sigma_{D\zeta EM0x} = 125 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{D\zeta EM24} := \frac{\sigma_{D\zeta EM0x}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\zeta EM0x}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$$

$$\sigma_{D\zeta EM24} = 139 \cdot \text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{D\zeta EM24}}{\sigma_{kar}} = 1.102 > 1$$

Çentik grubunu K4 almamıza rağmen hesaplar yeterli sonuç veriyor.

Emniyet katsayıları 1 den büyük olduğundan giriş fonksiyonunu yapar.

Sehim kontrolü ve ters sehim

Arabanın zati ağırlığından oluşan tekerlek yükü $F_{ATek} := 0.25 \cdot F_A$ $F_{ATek} = 15.0 \cdot \text{kN}$

Yükten oluşan tekerlek yükü $F_{YTek} := 0.25 \cdot F_Y$ $F_{YTek} = 125.0 \cdot \text{kN}$

Yan boşluk değeri $L_{CA} := 0.5 \cdot (L_K - L_{TA})$ $L_{CA} = 11.3 \text{ m}$

Kirişin zati ağırlık sehim i $f_{Ki} := \frac{5 \cdot L_K^4 \cdot q_K}{384 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y}$ $f_{Ki} = 5.87 \cdot \text{mm}$

Arabanın zati ağırlık sehim i $f_A := \frac{F_{ATek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y}$ $f_A = 2.15 \cdot \text{mm}$

Yükün sehim i $f_Y := \frac{F_{YTek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y}$ $f_Y = 17.9 \cdot \text{mm}$

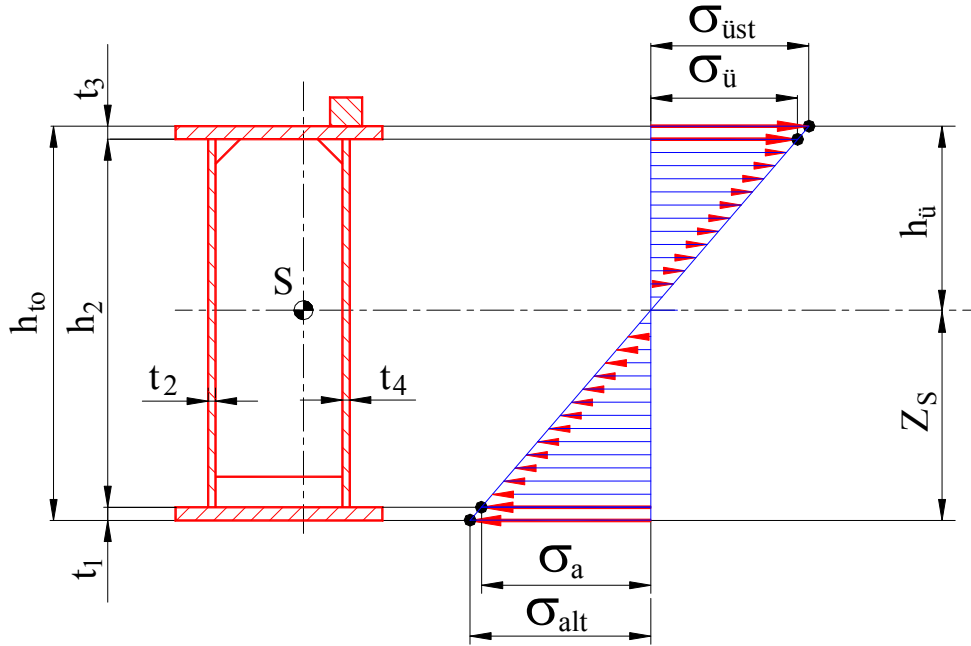
Toplam Sehim $f_{Top} := f_{Ki} + f_A + f_Y$ $f_{Top} = 25.9 \cdot \text{mm}$

Ters Sehim

$$f_{Ters} := f_{Ki} + f_A + 0.5f_Y$$

$$f_{Ters} = 17 \cdot \text{mm}$$

Kiriş yan ve üst levhalarının DIN 18800 e göre buruşma kontrolü:



Bilinenler	$Z_S = 806.2 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 388.9 \cdot \text{mm}$	$h_2 = 149 \cdot \text{cm}$	$F_Y = 500 \cdot \text{kN}$
	$t_1 = 15 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 12 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 15 \cdot \text{mm}$	$t_4 = 12 \cdot \text{mm}$
	$h_{t0} := h_2 + t_1 + t_3$	$h_{t0} = 1520 \cdot \text{mm}$	$h_{\bar{u}} := h_{t0} - Z_S$	$h_{\bar{u}} = 713.8 \cdot \text{mm}$
Alt kuşakta alt gerilme	$\sigma_{\text{alt}} := -\sigma_{\text{max}}$	çekme		$\sigma_{\text{alt}} = -123.4 \cdot \text{MPa}$
Yanplaka alt gerilme	$\sigma_{aY} := \frac{\sigma_{\text{alt}}}{Z_S} \cdot (Z_S - t_1)$	basma		$\sigma_{aY} = -121.1 \cdot \text{MPa}$
Üst kuşakta üst gerilme	$\sigma_{\text{üst}} := \frac{-\sigma_{\text{alt}}}{e_1} \cdot e_2$	basma		$\sigma_{\text{üst}} = 118 \cdot \text{MPa}$
Yanplaka üst gerilme	$\sigma_{\bar{u}Y} := \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\bar{u}}}$	çekme		$\sigma_{\bar{u}Y} = 115.9 \cdot \text{MPa}$
Kayma gerilme				$\tau_{\text{max}} = 15.9 \cdot \text{MPa}$

DIN 18800'e göre yan levhada buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı	$\alpha_{V1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{V1} = 1.342$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{\bar{u}Y}}{\sigma_{aY}}$	$\psi_1 = -0.96$
Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 12 \cdot \text{MPa}$

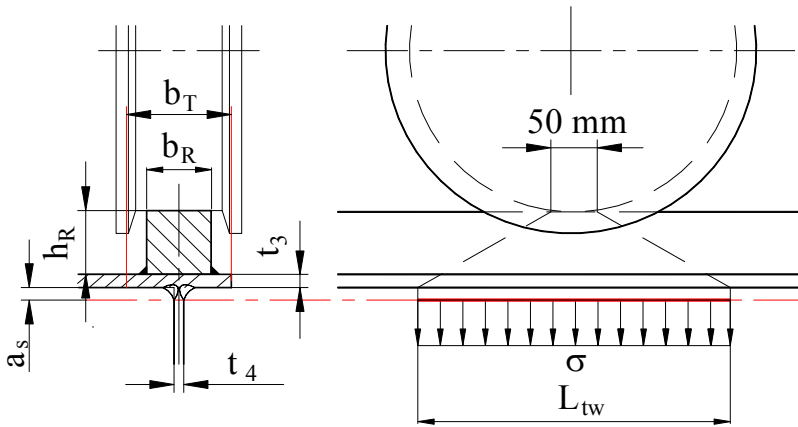
Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 22.8$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{V1}^2}$	$k_{\tau 1} = 7.56$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 280.7 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 93.1 \cdot \text{MPa}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 213.6 \cdot \text{MPa}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 0.872$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 1.151$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_1$	$c_{18Yx} = 1.489$
	$c_{18Y} := \begin{cases} 1.25 & \text{if } c_{18Yx} \geq 1.25 \\ c_{18Yx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$c_{18Y} = 1.250$
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	$\kappa_{\tau 18x} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	
	$\kappa_{\tau 18} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\tau 18x} \geq 1.0 \\ \kappa_{\tau 18x} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.730$
Katsayılar	$e_{\sigma 11} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 31} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 11} = 2$
		$e_{\tau 31} = 1.532$
Genel kontrol	$S_{GenY1} := \left(\frac{\sigma_{üY}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 11}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 31}}$	$S_{GenY1} = 0.364 < 1$

Sonuç: Kiriş yan levhasında DIN18800'e göre buruşma tehlikesi yoktur.

DIN 18800'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 648 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 3.086$
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	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.760$
Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 101.7 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 406.8 \cdot \text{MPa}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 585.8 \cdot \text{MPa}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.725$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.459$
	$c_{Hx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	
	$c_H := \begin{cases} 1.25 & \text{if } c_{Hx} \geq 1.25 \\ c_{Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$c_H = 1.000$
Normal gerilme düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma Hx} = 0.961$
	$\kappa_{\sigma H} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\sigma Hx} \geq 1.0 \\ \kappa_{\sigma Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\sigma H} = 0.961$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau Hx} = 1.831$
	$\kappa_{\tau H} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{\tau Hx} \geq 1.0 \\ \kappa_{\tau Hx} & \text{otherwise} \end{cases}$	$\kappa_{\tau H} = 1.000$
Kontrol	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\sigma} = 1.853$ $e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 1.961$
	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.379 < 1$

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

Yan plakada yorulma kontrolü:

Kuvvetin etki boyu

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

$$L_{tw} = 200 \cdot \text{mm}$$

Yan plakada emniyetli tekerlek kuvveti

$$F_{\text{TekEM}} := \sigma_{D\check{C}EM24} \cdot L_{tw} \cdot t_4$$

$$F_{\text{TekEM}} = 334.3 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{Tek}} = 168.2 \cdot \text{kN} < F_{\text{TekEM}} = 334.3 \cdot \text{kN} \quad \text{emniyetli}$$

Stabilite kontrolü:

Emniyet katsayısı

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

Stabilite için emniyetli tekerlek kuvveti

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

Taşıyıcı plakanın narınlığı

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

$$b_T = 92 \cdot \text{mm}$$

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

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

$$\beta_1 = 0.885$$

Tek taraflı yükde dikmenin narınlığı

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

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

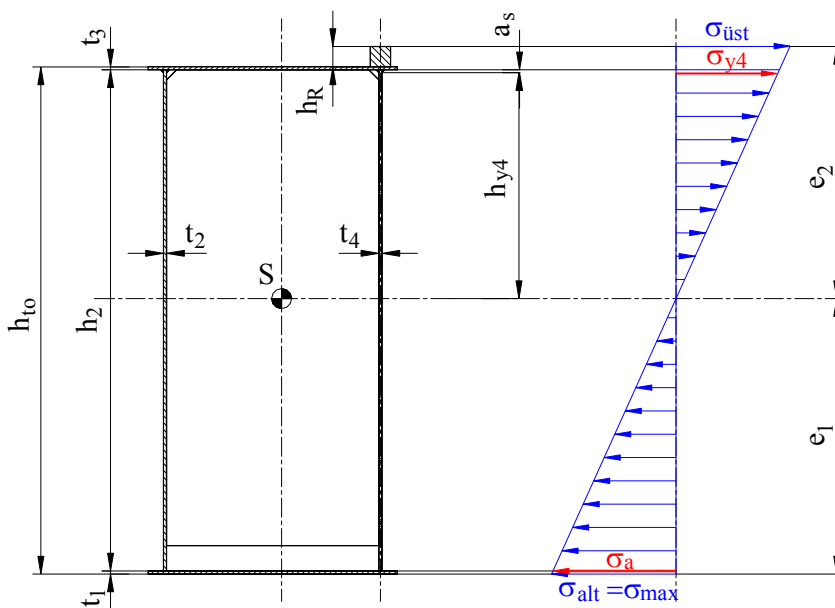
$$\beta_2 = 0.699$$

Kuvvet etkisinin faktörü

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

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

$$\beta_3 = 1.136$$



Üst plaka altı kaynak yüksekliği

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

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

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

$$h_{y4} = 690.3 \cdot \text{mm}$$

Boyuna basma gerilmesi

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

$$\sigma_{y4} = 105.6 \cdot \text{MPa}$$

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

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

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

$$\sigma_{\beta 4} = -107 \cdot \text{MPa}$$

Boyuna basma gerilmesi narinliği

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

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

$$\beta_4 = 1.000$$

Stabilite için emniyetli tekerlek kuvveti

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

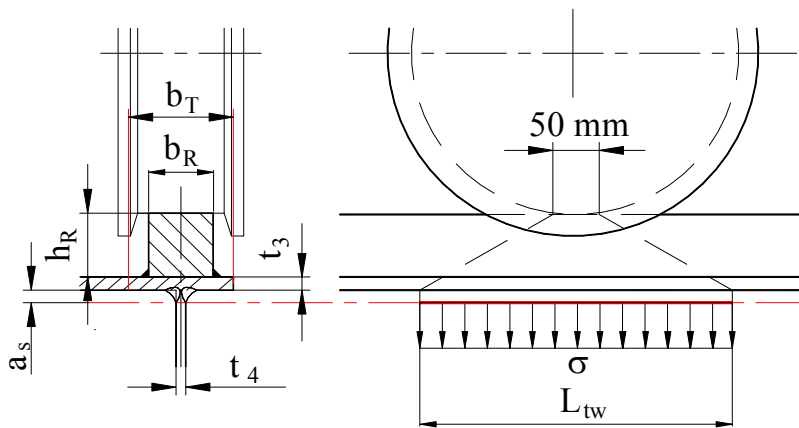
$$F_{\text{TEMS}} = 378.1 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{Tek}} = 168.2 \cdot \text{kN} <$$

$$F_{\text{TEMS}} = 378.1 \cdot \text{kN}$$

yeterli

Üst ve yan plaka kaynak bağlantısı kontrolü:


 L_{tw} boyunda gerilme

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

$$\sigma_z = 70.06 \cdot \text{MPa}$$

Vincin kaldırma kapasitesi

$$F_Y = 500 \cdot \text{kN}$$

Komple başlık ağırlık kuvveti

$$F_{K0} := 10 \cdot \text{kN}$$

Bir kirişin ağırlık kuvveti

Vincin toplam ağırlık kuvveti

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

$$F_{Kr} = 285.85 \cdot \text{kN}$$

Vincin kendi ağırlığının kaldırma yüküne oranı

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

$$k_G = 0.69$$

Değişken gerilme farkı faktörü: $K_{aS1} = \text{"H2"}$ ve $Y_{üGr} = \text{"B3"}$ için

$$\lambda_1 := 0.37$$

Eşdeğer gerilme farkı

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

$$\Delta \sigma_{E3} = 25.9 \cdot \text{MPa}$$

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

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

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

$$\Delta \sigma_{E3} = 25.9 \cdot \text{MPa} <$$

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

yeterli

SON