

Örnek 06 Kutu Kiriş 1 Takviyeli

Vinç := "3,2x20m"

Bilinen değerler:

Bilinen değerler:	Kullanılan yer:	Atölye, tek vardiya, 4 saat
Kaldırma yükü		$F_Y := 3200 \cdot \text{kg}$
Kaldırma hızı		$v_H := 5 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$
Kaldırma yüksekliği		$H_K := 8 \cdot \text{m}$
Vincin ray açıklığı		$L_K := 20 \cdot \text{m}$
Köprü yürüme hızı		$v_V := 20 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$
Araba ve Ceraskalın zati ağırlığı		$F_A := 400 \cdot \text{kg}$
Araba yürüme hızı		$v_A := 15 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$
Araba tekerlek aks açıklığı		$L_{TA} := 60 \cdot \text{cm}$
Araba Tekerlek sayısı çiftkirişte 4, tek kirişte 2 verilir		$n_{\text{Tek}} := 2$
Gerekli sehim oranı		$k_f := 1000$
Vincin Yükleme ehali		$Y_{\text{Ha}} := "H"$
Vincin Kaldırma sınıfı "DIN 15018"		$K_{\text{S1}} := "H2"$
Vincin Yükleme Grubu "DIN 15018"		$Y_{\text{Gr}} := "B3"$
Çentik Grubu "DIN 15020"		$\text{Çe}_{\text{Gr}} := "K3"$
Vincin Tahrik Grubu "DIN 15020"		$T_{\text{Gr}} := "2m"$
Gerekli sehim	$f_{\text{ger}} := \frac{1}{k_f} \cdot L_K$	$f_{\text{ger}} = 20 \cdot \text{mm}$
Dinamik katsayısı	$\psi_K := 1.2 + 0.0044 \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-1} \cdot v_H$	$\psi_K = 1.222$
Öz ağırlık katsayısı		$\varphi_K := 1.1$

Malzemenin mukavemet değerleri

Malzeme		Malzeme := "St 37"
Kopma mukavemeti		$R_m := 3400 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Akma mukavemeti		$R_e := 2350 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Elastiklik modülü		$E_{\text{dyn}} := 2.1 \cdot 10^6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
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	$\sigma_{\text{StçEM}} := 1600 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
	basma	$\sigma_{\text{StbEM}} := 1400 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
	kayma	$\tau_{\text{StEM}} := 920 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Hesap için gerekli tekerlek kuvveti $F_{TD2} := \frac{\psi_K \cdot F_Y + \varphi_K \cdot F_A}{n_{Tek}}$

$$F_{TD2} = 2175 \text{ kg}$$

Gerekli atalet momenti $J_{yger} := \frac{F_{TD2} \cdot (L_K - L_{TA})}{48 \cdot E_{dyn} \cdot f_{ger}} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{TA})^2]$

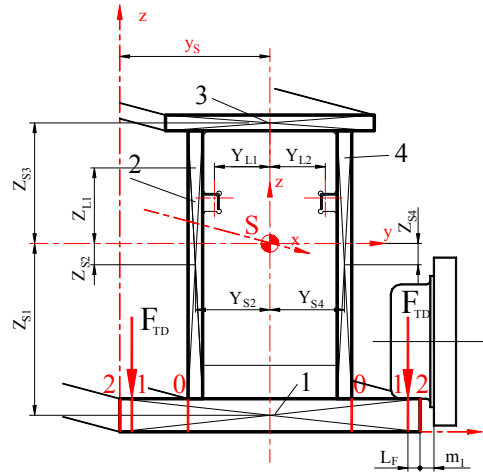
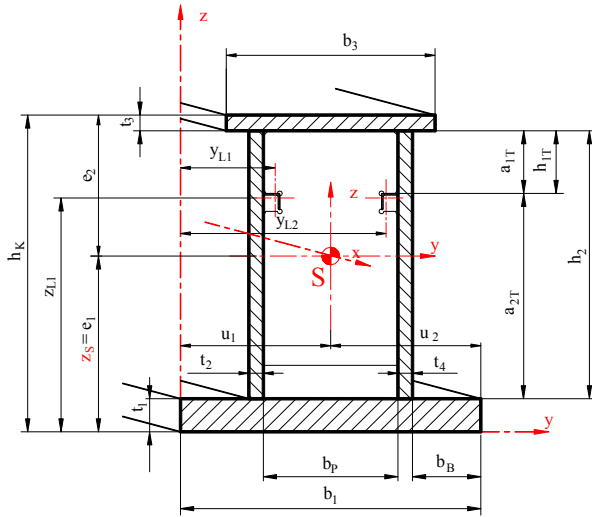
$$J_{yger} = 172404 \cdot \text{cm}^4$$

$F_{TD} := 0.5 \cdot F_{TD2}$ $t_{ger} := \sqrt{5 \cdot \frac{F_{TD}}{\sigma_{St\check{C}EM}}}$

$$t_{ger} = 1.844 \cdot \text{cm}$$

$$F_{TD} = 1088 \text{ kg}$$

Kutu kiriş değerleri



$$b_1 := 420 \cdot \text{mm}$$

$$h_2 := 990 \cdot \text{mm}$$

$$h_4 := h_2$$

$$b_B := 50 \cdot \text{mm}$$

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

$$L_{Pe} := 2 \cdot \text{m}$$

$$t_1 := 18 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 := 3 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 := t_2$$

$$b_3 := b_1 - 2 \cdot b_B + 2 \cdot \text{cm}$$

$$b_3 = 340 \cdot \text{mm}$$

$$t_{Per} := 3 \cdot \text{mm}$$

Perde yüksekliği

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

$$h_{Per} = 940 \cdot \text{mm}$$

Perde eni

$$b_{Per} := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2 - t_4$$

$$b_{Per} = 314 \cdot \text{mm}$$

X eksenini üst kuşak alt kenarı

$$h_S := h_2 + t_1$$

$$h_S = 100.8 \cdot \text{cm}$$

Kirişin tam yüksekliği

$$h_K := t_1 + t_3 + h_2$$

$$h_K = 101.4 \cdot \text{cm}$$

Takviye köşebent i

$$KB := "30 \times 30 \times 3"$$

Köşebent kenarı

$$b_{KB} := 3 \cdot \text{cm}$$

Köşebent Alanı

$$A_{KB} := 174 \cdot \text{mm}^2$$

Köşebent birim ağırlığı

$$G_{KB} := 1.36 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

Köşebent e ölçüsü

$$e_x := 0.84 \cdot \text{cm}$$

Köşebent sıra sayısı

$$n_z := 1 \quad n_x := 2$$

$$e_y := e_x$$

$$I_{KBY} := 1.41 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{KBZ} := 1.41 \cdot \text{cm}^4$$

Birinci takviye aralığı ve mesafesi

$$a_{1Tx} := 0.333 \cdot h_2$$

$$a_{1Tx} = 329.7 \cdot \text{mm}$$

$$a_{1T} := 330 \cdot \text{mm}$$

Gerikalan yan plaka bölgesi

$$a_{2T} := h_2 - a_{1T}$$

$$a_{2T} = 660 \cdot \text{mm}$$

Parçaların ve sistemin alanı:

$$A_1 := b_1 \cdot t_1$$

$$A_1 = 75.6 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_2 := h_2 \cdot t_2$$

$$A_2 = 29.7 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_3 := b_3 \cdot t_3$$

$$A_3 = 20.4 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_4 := h_4 \cdot t_4$$

$$A_4 = 29.7 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{topKB} := n_x \cdot n_z \cdot A_{KB}$$

$$A_{topKB} = 3.5 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{top} := A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_{topKB}$$

$$A_{top} = 158.88 \cdot \text{cm}^2$$

Parçaların ağırlık merkezlerinin koordinatları:

$$\begin{array}{llll}
Y_1 := 0.5 \cdot b_1 & Y_1 = 21 \cdot \text{cm} & Z_1 := 0.5 \cdot t_1 & Z_1 = 0.9 \cdot \text{cm} \\
Y_2 := b_B + 0.5 \cdot t_2 & Y_2 = 5.2 \cdot \text{cm} & Z_2 := t_1 + 0.5 \cdot h_2 & Z_2 = 51.3 \cdot \text{cm} \\
Y_3 := 0.5 \cdot b_1 & Y_3 = 21 \cdot \text{cm} & Z_3 := t_1 + 0.5 \cdot t_3 + h_2 & Z_3 = 101.1 \cdot \text{cm} \\
Y_4 := b_1 - b_B - 0.5 \cdot t_2 & Y_4 = 36.85 \cdot \text{cm} & Z_4 := t_1 + 0.5 h_2 & Z_4 = 51.3 \cdot \text{cm} \\
\\
Y_{L1} := b_B + t_2 + b_{KB} - e_x & Y_{L1} = 7.46 \cdot \text{cm} & Z_{L1} := h_S - a_{1T} - e_x & Z_{L1} = 669.6 \cdot \text{mm} \\
Y_{L2} := b_1 - b_B - t_4 - b_{KB} + e_x & Y_{L2} = 34.54 \cdot \text{cm} & &
\end{array}$$

Ağırlık merkezi koordinatları X_S ve Y_S

$$Y_S := \frac{Y_1 \cdot A_1 + Y_2 \cdot A_2 + Y_3 \cdot A_3 + Y_4 \cdot A_4 + n_x \cdot A_{KB} \cdot (Y_{L1} + Y_{L2})}{A_{\text{top}}} \quad Y_S = 21.000 \cdot \text{cm}$$

$$Z_S := \frac{Z_1 \cdot A_1 + Z_2 \cdot A_2 + Z_3 \cdot A_3 + Z_4 \cdot A_4 + n_x \cdot A_{KB} \cdot Z_{L1}}{A_{\text{top}}} \quad Z_S = 34.055 \cdot \text{cm}$$

Parçaların ağırlık merkezine uzaklıkları

$$\begin{array}{llll}
Y_{S1} := Y_S - Y_1 & Y_{S1} = 0 \text{ m} & Z_{S1} := Z_S - Z_1 & Z_{S1} = 33.2 \cdot \text{cm} \\
Y_{S2} := Y_S - Y_2 & Y_{S2} = 15.8 \cdot \text{cm} & Z_{S2} := Z_S - Z_2 & Z_{S2} = -17.2 \cdot \text{cm} \\
Y_{S3} := Y_S - Y_3 & Y_{S3} = 0 \text{ m} & Z_{S3} := Z_S - Z_3 & Z_{S3} = 67 \cdot \text{cm} \\
Y_{S4} := Y_S - Y_4 & Y_{S4} = 15.85 \cdot \text{cm} & Z_{S4} := Z_S - Z_4 & Z_{S4} = -17.24 \cdot \text{cm} \\
Y_{SL1} := Y_S - Y_{L1} & Y_{SL1} = 13.54 \cdot \text{cm} & Z_{SL1} := Z_S - Z_{L1} & Z_{SL1} = -32.9 \cdot \text{cm} \\
Y_{SL2} := Y_S - Y_{L2} & Y_{SL2} = 13.54 \cdot \text{cm} & &
\end{array}$$

Parçaların kendi atalet momentleri

$$\begin{array}{llll}
I_{1Y} := \frac{b_1 \cdot t_1^3}{12} & I_{1Y} = 20.41 \cdot \text{cm}^4 & I_{2Y} := \frac{t_2 \cdot h_2^3}{12} & I_{2Y} = 24257 \cdot \text{cm}^4 \\
I_{3Y} := \frac{b_3 \cdot t_3^3}{12} & I_{3Y} = 0.61 \cdot \text{cm}^4 & I_{4Y} := \frac{t_4 \cdot h_4^3}{12} & I_{4Y} = 24257 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{KBY} = 1.4 \cdot \text{cm}^4 \\
I_{1Z} := \frac{t_1 \cdot b_1^3}{12} & I_{1Z} = 11113 \cdot \text{cm}^4 & I_{2Z} := \frac{h_2 \cdot t_2^3}{12} & I_{2Z} = 0.22 \cdot \text{cm}^4 \\
I_{3Z} := \frac{t_3 \cdot b_3^3}{12} & I_{3Z} = 1965 \cdot \text{cm}^4 & I_{4Z} := \frac{h_4 \cdot t_4^3}{12} & I_{4Z} = 0.22 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{KBZ} = 1.4 \cdot \text{cm}^4
\end{array}$$

Kirişin atalet momentleri

$$\begin{array}{ll}
I_{Y1} := I_{1Y} + I_{2Y} + I_{3Y} + I_{4Y} + n_x \cdot n_z \cdot I_{KBY} & I_{Y1} = 48539 \cdot \text{cm}^4 \\
I_{Y2} := Z_{S1}^2 \cdot A_1 + Z_{S2}^2 \cdot A_2 + Z_{S3}^2 \cdot A_3 + Z_{S4}^2 \cdot A_4 + n_x \cdot A_{KB} \cdot Z_{SL1}^2 & I_{Y2} = 196235 \cdot \text{cm}^4
\end{array}$$

$$\text{Kirişin y-y eksenli atalet momenti} \quad I_Y := I_{Y1} + I_{Y2}$$

$$I_Y = 244774 \cdot \text{cm}^4$$

$$J_{yger} = 172404 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{Z1} := I_{1Z} + I_{2Z} + I_{3Z} + I_{4Z} + n_x \cdot n_z \cdot I_{KBZ}$$

$$I_{Z1} = 13082 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{Z2} := Y_{S1}^2 \cdot A_1 + Y_{S2}^2 \cdot A_2 + Y_{S3}^2 \cdot A_3 + Y_{S4}^2 \cdot A_4 + n_z \cdot A_{KB} \cdot (Y_{SL1}^2 + Y_{SL2}^2)$$

$$I_{Z2} = 15561 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin z-z eksenli atalet momenti

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

$$I_Z = 28642 \cdot \text{cm}^4$$

Atalet dairesi yarı çapı

$$u_1 := Y_S$$

$$u_1 = 210 \cdot \text{mm}$$

$$e_1 := Z_S$$

$$e_1 = 34.1 \cdot \text{cm}$$

$$u_2 := b_1 - Y_S$$

$$u_2 = 210 \cdot \text{mm}$$

$$e_2 := h_K - e_1$$

$$e_2 = 67.3 \cdot \text{cm}$$

$$e_{\max} := \begin{cases} e_1 & \text{if } e_2 < e_1 \\ e_2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$e_{\max} = 67.3 \cdot \text{cm}$$

$$u_{\max} := \begin{cases} u_1 & \text{if } u_2 < u_1 \\ u_2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$u_{\max} = 21 \cdot \text{cm}$$

$$W_Y := \frac{I_Y}{e_{\max}}$$

$$W_Z := \frac{I_Z}{u_{\max}}$$

$$W_Y = 3635 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_Z = 1364 \cdot \text{cm}^3$$

Sehim kontrolü

$$f_{\text{ger}} = 20 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Hakiki sehim} \quad f_{\text{Hes}} := \frac{F_{\text{TD2}} \cdot (L_K - L_{\text{TA}})}{48 \cdot E_{\text{dyn}} \cdot I_Y} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{\text{TA}})^2]$$

$$f_{\text{Hes}} = 14.1 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Hakiki sehim oranı} \quad S_{fL} := L_K \cdot f_{\text{Hes}}^{-1}$$

$$S_{fL} = 1420$$

Kirişin toplam ağırlığı "G_{K1top}"

Toleranslardan doğan farklılık

$$k_{K1Tol} := 1.03$$

$$G_{\text{Per}} := h_{\text{Per}} \cdot b_{\text{Per}} \cdot t_{\text{Per}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot m^{-1}$$

$$G_{\text{Per}} = 7 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

$$q_{K1} := A_{\text{top}} \cdot \rho_{\text{St}}$$

$$q_{K1} = 125 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

Kirişin birim ağırlığı "q_K":

$$q_K := q_{K1} + G_{\text{Per}}$$

$$q_K = 1.32 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$G_{K1\text{top}} := q_K \cdot L_K \cdot k_{K1Tol}$$

$$G_{K1\text{top}} = 2712 \text{ kg}$$

Kirisindeki normal gerilmeler

Vinç kirisinin öz ağırlığından oluşan gerilme "σ₁"

$$M_{\max} := \frac{\varphi_K \cdot q_K \cdot L_K^2}{8}$$

$$M_{\max} = 724195 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_1 := \frac{M_{\max}}{W_Y}$$

$$\sigma_1 = 199 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Arabanın öz ağırlığından oluşan gerilme " σ_2 "

$$M_2 := \frac{F_A}{16 \cdot L_K} \cdot (2 \cdot L_K - L_{TA})^2$$

$$M_2 = 194045 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_2 := \frac{F_A}{16 \cdot L_K \cdot W_Y} \cdot (2 \cdot L_K - L_{TA})^2$$

$$\sigma_2 = 53 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kaldırma yükünden oluşan gerilme " σ_3 "

$$M_3 := \frac{\psi_K \cdot F_Y}{16 \cdot L_K} \cdot (2L_K - L_{TA})^2$$

$$M_3 = 1896984 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_3 := \frac{\psi_K \cdot F_Y}{16 \cdot L_K \cdot W_Y} \cdot (2L_K - L_{TA})^2$$

$$\sigma_3 = 522 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Atalet kuvvetlerinden oluşan gerilme " σ_4 "

$$\mu_T := 0.2$$

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

$$F_{TA} = 1416.7 \text{ kg}$$

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

$$F_{TY} = 850 \text{ kg}$$

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

$$M_4 = 425015 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_4 := \frac{0.075 \cdot L_K}{W_Z} \cdot \left(\varphi_K \cdot q_K \cdot L_K + \frac{F_A}{2} \right)$$

$$\sigma_4 = 341 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Araba kasılmasından oluşan gerilme " σ_5 "

$$M_5 := 0.5 \cdot F_{TD2} \cdot \mu_T \cdot L_{TA}$$

$$M_5 = 13051 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

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

$$\sigma_5 = 9.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

H - Hali için vinç kirişindeki normal gerilmeler σ_{\max} ve σ_{\min}

maksimum normal gerilme σ_{\max} $Y_{Gr} = "B3"$ için

$$k_B := 1.05$$

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

$$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

minimum normal gerilme σ_{\min} $\sigma_{\min} := \sigma_1 + \sigma_2$

$$\sigma_{\min} = 253 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Genel sınır değerler oranı $k_{2hes} := \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\text{üst}}}$

$$k_{2hes} = 0.21$$

$$\sigma_{\text{alt}} := \frac{\sigma_{\text{üst}}}{e_2} \cdot e_1$$

$$\sigma_{\text{alt}} = 597 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki kayma gerilmesi τ_{\max}

Tekerleğin dinamik katsayısı ψ_K ve öz ağırlık titreşim katsayısı φ_K dikkate alınarak tekerlek kuvveti

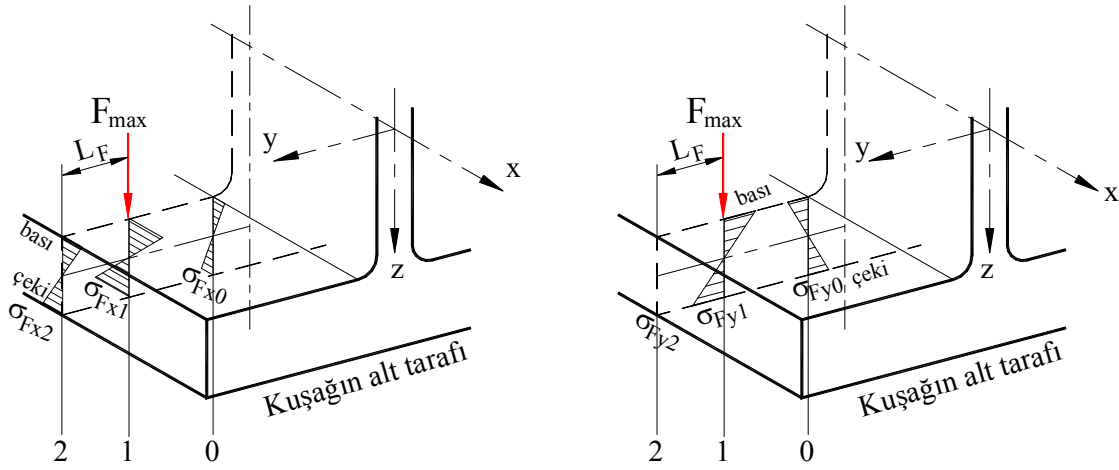
$$F_{TD} = 1087.6 \text{ kg}$$

Tekerlek alt kuşak kenarı mesafesi

$$m_1 := 5.5 \cdot \text{mm}$$

Kirişte torsiyon momenti	$M_{t1} := 4F_{TD} \cdot m_1$	$M_{t1} = 2393 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$
Ortalama torsiyon alanı Bret'e göre	$A_{or} := \left(b_1 - 2 \cdot b_B - \frac{t_2}{2} - \frac{t_4}{2} \right) \cdot \left(h_2 + \frac{t_1}{2} + \frac{t_3}{2} \right)$	$A_{or} = 3176.3 \cdot \text{cm}^2$
Torsiyon karşı koyma momenti	$W_{t1} := 2 \cdot A_{or} \cdot t_2$	$W_{t1} = 1906 \cdot \text{cm}^3$
	$\tau_{t1} := \frac{M_{t1}}{W_{t1}}$	$\tau_{t1} = 1.26 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
	$A_{Dik} := 2 \cdot h_2 \cdot t_2$	$A_{Dik} = 59.4 \cdot \text{cm}^2$
	$\tau_a := F_{TD2} \cdot A_{Dik}^{-1}$	$\tau_a = 36.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
	$\tau_{max} := \tau_{t1} + \tau_a$	$\tau_{max} = 37.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Alt kuşakta konsol gerilmeleri, detaylı



Alt kuşakta F_{Te} kuvvetinin etkilediği yerdeki kalınlığı.
Malzeme kalınlık toleransı ve olacak aşınmalar dikkate alınmadan.

$$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşak kenarından kuvvetin etkileme mesafesi, ortalama

$$L_{For} := 11.9 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşak kenarından kuvvetin etkileme mesafesi, minimum

$$L_F := 6.4 \cdot \text{mm}$$

Kaynak konstrüksiyon kutu kirişte
Ölçüler oran katsayısı

$$\lambda_K := \frac{L_F}{b_B}$$

$$\lambda_K = 0.128$$

x- yönü, boyuna gerilme katsayıları

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi

$$c_{x0} := 0.05 - 0.58 \cdot \lambda_K + 0.148 \cdot e^{(3.015 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x0} = 0.193463$$

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$c_{x1} := 2.23 - 1.49 \cdot \lambda_K + 1.39 \cdot e^{(-18.33 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x1} = 2.172343$$

2-Alt kuşak kenarı

$$c_{x2} := 0.73 - 1.58 \cdot \lambda_K + 2.91 \cdot e^{(-6 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x2} = 1.877825$$

y- yönü, enine gerilme katsayıları

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi

$$c_{y0} := -2.11 + 1.977 \cdot \lambda_K + 0.0076 \cdot e^{(6.53 \cdot \lambda_K)} \quad c_{y0} = -1.839413$$

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$c_{y1} := 10.108 - 7.408 \cdot \lambda_K - 10.108 \cdot e^{(-1.364 \cdot \lambda_K)}$$

$$c_{y1} = 0.671082$$

2-Alt kuşak kenarı

$$c_{y2} := 0$$

$$e = 2.718282$$

Düzeltilme faktörü

$$\epsilon_{Dü} := 0.75$$

x- yönünde, boyuna gerilmeler

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi

$$\sigma_{Fx0} := c_{x0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fx0} = 65 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$\sigma_{Fx1} := c_{x1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fx1} = 729 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2-Alt kuşak kenarı

$$\sigma_{Fx2} := c_{x2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fx2} = 630 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

y- yönü, enine gerilmeler

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi

$$\sigma_{Fy0} := c_{y0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fy0} = -617 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$\sigma_{Fy1} := c_{y1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fy1} = 225 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2-Alt kuşak kenarı

$$\sigma_{Fy2} := c_{y2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$$

$$\sigma_{Fy2} = 0$$

x- yönünde, toplam boyuna gerilmeler

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$\sigma_x := \sigma_{alt} + \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fx1}$$

$$\sigma_x = 1144 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

y- yönünde, toplam enine gerilmeler

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta

$$\sigma_y := \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fy1}$$

$$\sigma_y = 169 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Alt kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmesi

$$\sigma_{karAlt} := \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

$$\sigma_{karAlt} = 1072 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmesi

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

$$\sigma_{kar} := \sigma_{karÜst}$$

$$\sigma_{karÜst} = 1183 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{kar} = 1183 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Statik kontrol

$$\sigma_{StçEM} = 1600 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\frac{\sigma_{StçEM}}{\sigma_{kar}} = 1.353$$

Dinamik kontrol

FEM e göre dinamik değişken mukavemet değeri:

$$\kappa_{2hes} = 0.21$$

Yükleme grubu $Y_{üGr} = "B3"$ ve $Çe_{Gr} = "K3"$ için

$$\sigma_W := 1277 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\kappa_0 := 0 \quad \text{için değişken mukavemet değeri} \quad \sigma_{D\check{c}EM0} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_W \quad \sigma_{D\check{c}EM0} = 2128 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\kappa_{2hes} = 0.21 \quad \text{için} \quad \sigma_{D\check{c}EM2} := \frac{\sigma_{D\check{c}EM0}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\check{c}EM0}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}} \quad \sigma_{D\check{c}EM2} = 2206 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\frac{\sigma_{D\check{c}EM2}}{\sigma_{kar}} = 1.865 > 1$$

Emniyet katsayıları 1 den büyük olduğundan kiriş fonksiyonunu yapar.

Sehim kontrolü ve ters sehim

$$\text{Arabanın zati ağırlığından oluşan tekerlek yükü} \quad F_{ATek} := 0.5 \cdot F_A \quad F_{ATek} = 200 \text{ kg}$$

$$\text{Yükten oluşan tekerlek yükü} \quad F_{YTek} := 0.5 \cdot F_Y \quad F_{YTek} = 1600 \text{ kg}$$

$$\text{Yan boşluk değeri} \quad L_{CA} := 0.5 \cdot (L_K - L_{TA}) \quad L_{CA} = 9.7 \text{ m}$$

$$\text{Kirişin zati ağırlık sehim i} \quad f_{Ki} := \frac{5 \cdot L_K^4 \cdot q_K}{384 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_{Ki} = 5.3 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Arabanın zati ağırlık sehim i} \quad f_A := \frac{F_{ATek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_A = 0.13 \cdot \text{cm}$$

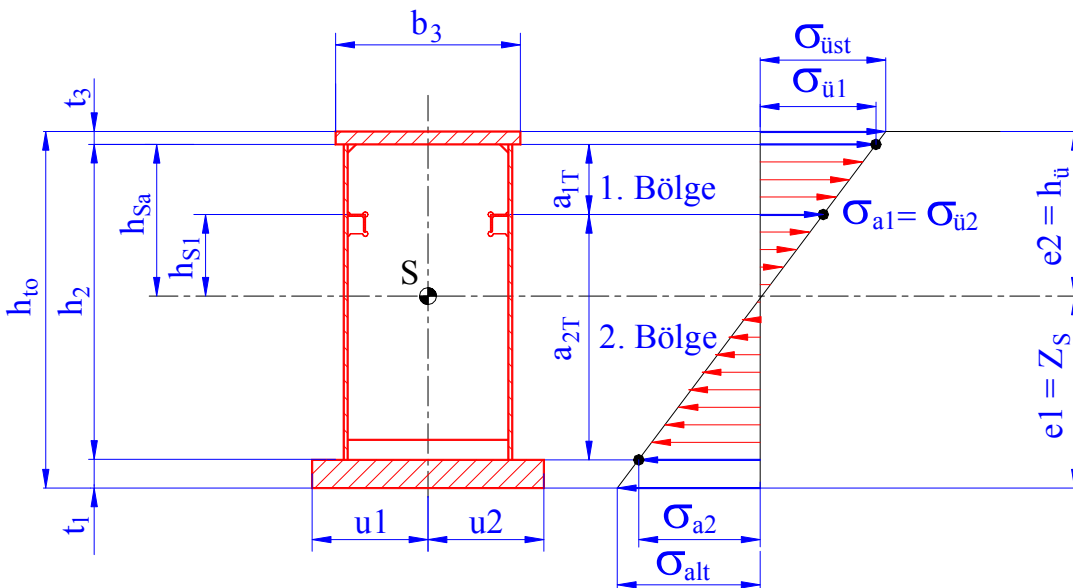
$$\text{Yükün sehim i} \quad f_Y := \frac{F_{YTek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_Y} \quad f_Y = 10.4 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Toplam Sehim} \quad f_{Top} := f_{Ki} + f_A + f_Y \quad f_{Top} = 1.7 \cdot \text{cm}$$

Ters Sehim

$$f_{Ters} := f_{Ki} + f_A + 0.5f_Y \quad f_{Ters} = 12 \cdot \text{mm}$$

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



Bilinenler	$Z_S = 340.6 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 210 \cdot \text{mm}$	$a_{1T} = 330 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 3200 \text{ kg}$
	$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$
	$h_{t0} := h_2 + t_1 + t_3$	$h_{t0} = 1014 \cdot \text{mm}$	$h_{\bar{u}} := h_{t0} - Z_S$	$h_{\bar{u}} = 673.4 \cdot \text{mm}$
	$h_{S1} := h_{\bar{u}} - a_{1T} - t_3$	$h_{S1} = 337.4 \cdot \text{mm}$	$h_{Sa} := h_{\bar{u}} - t_3$	$h_{Sa} = 667.4 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Alt kuşakta alt gerilme

$$\sigma_{\text{alt}} = 597.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{h_{Sa} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{a1} := \frac{h_{S1} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{a1} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\bar{u}2} := \sigma_{a1}$$

$$\sigma_{\bar{u}2} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{a2} := -\sigma_{\text{üst}} \cdot \frac{Z_S - t_1}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{\text{max}} = 37.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada 1. Bölgede buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı

$$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{a_{1T}}$$

$$\alpha_{Y1} = 6.061$$

1. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{a1} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\psi_{1b} = 0.51$$

Euler gerilmesi

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

$$\sigma_{e1} = 156.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilme buruşma katsayısı

$$k_{\sigma1} := \frac{8.4}{\psi_{1b} + 1.1}$$

$$k_{\sigma1} = 5.23$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$$

$$k_{\tau1} = 5.45$$

İdeal buruşma normal gerilmesi

$$\sigma_{Pi1} := k_{\sigma1} \cdot \sigma_{e1}$$

$$\sigma_{Pi1} = 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{Pi1} := k_{\tau1} \cdot \sigma_{e1}$$

$$\tau_{Pi1} = 855 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\sigma1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi1}}}$	$\lambda_{18P\sigma1} = 1.613$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\tau1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi1} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau1} = 1.201$
Bölge düzeltme katsayısı $c_{18Yx} < 1,25$ i.o.	$c_{18Yx1} := 1.25 - 0.24 \cdot \psi_{1b}$	$c_{18Yx1} = 1.129$ $c_{18Y1} := 1.129$
Normal gerilme düzeltme $\kappa_{\sigma18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma18x1} := c_{18Y1} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma1}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma1}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma18x1} = 0.6$ $\kappa_{\sigma181} := 0.6$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü $\kappa_{\tau18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau181} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau1}}$	$\kappa_{\tau181} = 0.7$
Katsayılar	$e_{\sigma11} := 1 + \kappa_{\sigma181}^4$ $e_{\tau31} := 1 + \kappa_{\sigma181} \cdot \kappa_{\tau181}^2$	$e_{\sigma11} = 1.13$ $e_{\tau31} = 1.293$
Genel kontrol	$S_{GenY1} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma181} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma11}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau181} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau31}}$	$S_{GenY1} = 0.92$ $S_{GenY1} < 1.0$

Sonuç: 1. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi yoktur.

Yan plakada 2. Bölgede buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y2} := \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$	$\alpha_{Y2} = 3.030$
2. Bölge üst gerilme		$\sigma_{ü2} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölge alt gerilme		$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{2b} := \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{ü2}}$	$\psi_{2b} = -0.96$
Euler gerilmesi	$\sigma_{e2} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}} \right)^2$	$\sigma_{e2} = 39.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilme buruşma katsayısı	$k_{\sigma2} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{2b} + 10 \cdot \psi_{2b}^2$	$k_{\sigma2} = 22.8$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau2} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y2}^2}$	$k_{\tau2} = 5.78$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Pi2} := k_{\sigma2} \cdot \sigma_{e2}$	$\sigma_{Pi2} = 893 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Pi2} := k_{\tau2} \cdot \sigma_{e2}$	$\tau_{Pi2} = 226 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Düzeltilmiş akma mukavemeti

$$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilme yardımcı faktörü

$$\lambda_{18P\sigma 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PI2}}}$$

$$\lambda_{18P\sigma 2} = 1.547$$

Kayma gerilmesi yardımcı faktörü

$$\lambda_{18P\tau 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PI2} \cdot \sqrt{3}}}$$

$$\lambda_{18P\tau 2} = 2.334$$

Bölge düzeltme katsayısı

$$C_{18Y\chi 2} := 1.25 - 0.24 \cdot \psi_{2b}$$

$$C_{18Y\chi 2} = 1.479$$

 $C_{18Y\chi} < 1,25$ i.o.

$$C_{18Y2} := 1.25$$

Normal gerilme düzeltme

$$\kappa_{\sigma 18\chi 2} := C_{18Y2} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 2}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 2}^2} \right)$$

$$\kappa_{\sigma 18\chi 2} = 0.69$$

 $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.

$$\kappa_{\sigma 182} := 0.69$$

Kayma gerilmesi düzeltme faktörü

$$\kappa_{\tau 182} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 2}}$$

$$\kappa_{\tau 182} = 0.36$$

 $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.

Katsayılar

$$e_{\sigma 12} := 1 + \kappa_{\sigma 182}^4$$

$$e_{\tau 32} := 1 + \kappa_{\sigma 182} \cdot \kappa_{\tau 182}^2$$

$$e_{\sigma 12} = 1.227$$

$$e_{\tau 32} = 1.089$$

Genel kontrol

$$S_{GenY2} := \left(\frac{\sigma_{\text{ü2}}}{\kappa_{\sigma 182} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 12}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\text{max}}}{\kappa_{\tau 182} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 32}}$$

$$S_{GenY2} = 0.395$$

$$S_{GenY2} < 1 \cdot i \cdot O$$

Sonuç: 2. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi yoktur.

Üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni

$$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$$

$$b_H = 317 \cdot \text{mm}$$

Kenarlar oranı

$$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$$

$$\alpha_H = 6.309$$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan Sınır değerler oranı

$$\psi_H := 1$$

Normal gerilme buruşma faktörü

$$\kappa_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$$

$$\kappa_{\sigma H} = 4.000$$

Kayma gerilmesi buruşma faktörü

$$\kappa_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$$

$$\kappa_{\tau H} = 5.440$$

Euler gerilmesi

$$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{\text{St}}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$$

$$\sigma_{eH} = 680 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma normal gerilmesi

$$\sigma_{PIH} := \kappa_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\sigma_{PIH} = 2720 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{PIH} := \kappa_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\tau_{PIH} = 3699 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilme yardımcı faktörü $\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$ $\lambda_{PH\sigma} = 0.886$

Kayma gerilmesi yardımcı faktörü $\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$ $\lambda_{PH\tau} = 0.577$

c_H değeri < 1,25 i.o. $c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$ $c_H = 1.000$

Normal gerilme düzeltme $\kappa_{\sigma H\lambda} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma H\lambda} = 0.848$
 $\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır. $\kappa_{\sigma H} := 0.848$

Kayma gerilmesi düzeltme faktörü $\kappa_{\tau H\lambda} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$ $\kappa_{\tau H\lambda} = 1.455$
 $\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır. $\kappa_{\tau H} := 1$

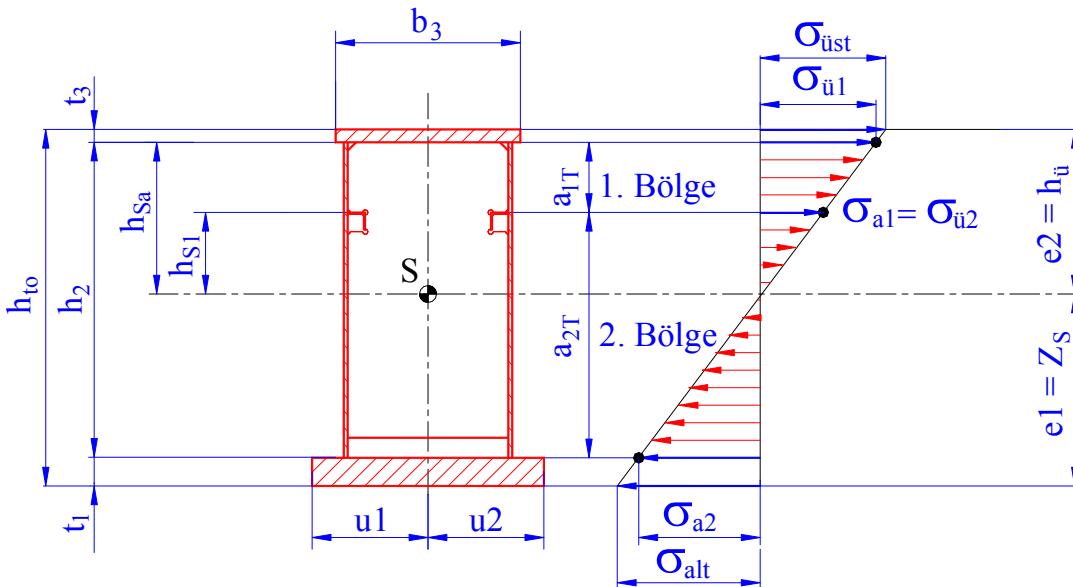
Kontrol $e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\sigma} = 1.517$

$e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$ $e_{H\tau} = 1.848$

$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$ $S_H = 0.524$
 $S_H \leq 1 - i.o$

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

Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü, DIN 4114 e göre



Bilenler	$Z_S = 340.6 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 210 \cdot \text{mm}$	$a_{1T} = 330 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 3200 \text{ kg}$
	$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$
	$h_{t0} = h_2 + t_1 + t_3$	$h_{t0} = 1014 \cdot \text{mm}$	$h_u = h_{t0} - Z_S$	$h_u = 673.4 \cdot \text{mm}$
	$h_{S1} = h_u - a_{1T} - t_3$	$h_{S1} = 337.4 \cdot \text{mm}$	$h_{Sa} = h_u - t_3$	$h_{Sa} = 667.4 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Alt kuşakta alt gerilme

$$\sigma_{\text{alt}} = 597.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\text{ü1}} = \frac{h_{\text{Sa}} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\text{ü}}}$$

$$\sigma_{\text{ü1}} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{\text{a1}} = \frac{h_{\text{S1}} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\text{ü}}}$$

$$\sigma_{\text{a1}} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\text{ü2}} = \sigma_{\text{a1}}$$

$$\sigma_{\text{ü2}} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{\text{a2}} = -\sigma_{\text{üst}} \cdot \frac{Z_{\text{S}} - t_1}{h_{\text{ü}}}$$

$$\sigma_{\text{a2}} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{\text{max}} = 37.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

DIN 4114'e göre 1. Bölgede buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı

$$\alpha_{\text{Y1}} = \frac{L_{\text{Pe}}}{a_{1\text{T}}}$$

$$\alpha_{\text{Y1}} = 6.061$$

1. Bölge üst gerilmesi

$$a_{1\text{T}} = 330 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{ü1}} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilmesi

$$\sigma_{\text{a1}} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge Sınır değerler oranı

$$\psi_{1\text{b}} = \frac{\sigma_{\text{a1}}}{\sigma_{\text{ü1}}}$$

$$\psi_{1\text{b}} = 0.51$$

1. Bölge Euler gerilmesi

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

$$\sigma_{\text{e1}} = 156.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilme buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 1} = \frac{8.4}{\psi_{1\text{b}} + 1.1}$$

$$k_{\sigma 1} = 5.23$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 1} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\text{Y1}}^2}$$

$$k_{\tau 1} = 5.45$$

İdeal buruşma normal gerilmesi

$$\sigma_{\text{Ki1}} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{\text{e1}}$$

$$\sigma_{\text{Ki1}} = 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{\text{Ki1}} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{\text{e1}}$$

$$\tau_{\text{Ki1}} = 855 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge karşılaştırma gerilmesi

$$\sigma_{1\text{kar}} := \sqrt{\sigma_{\text{ü1}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{max}}^2}$$

$$\sigma_{1\text{kar}} = 1172 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölgede
ideal buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VK11} := \frac{\sigma_{1kar}}{\frac{1 + \psi_{1b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_{1b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$$

Hakiki buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VK11} = 821.3 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2} \quad \text{için}$$

$$\sigma_{VK11} := 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki hesapsal
emniyet katsayısı

$$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK11}}{\sigma_{1kar}}$$

$$S_{Bhes1} = 0.7$$

Gerekli olan
emniyet katsayısı

$$S_{Bger1} := 1.5 + 0.075 \cdot (\psi_{1b} - 1)$$

$$S_{Bger1} = 1.46$$

$$S_{Bhes1} = 0.7$$

<

$$S_{Bger1} = 1.46$$

Sonuç: 1. Bölgede DIN4114T1'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi vardır.

DIN 4114'e göre yan plakada 2. Bölgede buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı

$$\alpha_{\gamma 2} = \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$$

$$\alpha_{\gamma 2} = 3.030$$

2. Bölge üst gerilme

$$\sigma_{\dot{u}2} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge alt gerilme

$$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_{2b} = \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{\dot{u}2}}$$

$$\psi_{2b} = -0.96$$

$$a_{2T} = 660 \cdot \text{mm}$$

Euler gerilmesi

$$\sigma_{e2} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}}\right)^2$$

$$\sigma_{e2} = 39.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilme buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 2} = 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{2b} + 10 \cdot \psi_{2b}^2$$

$$k_{\sigma 2} = 22.8$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 2} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 2}^2}$$

$$k_{\tau 2} = 5.78$$

İdeal buruşma normal gerilmesi

$$\sigma_{Ki2} := k_{\sigma 2} \cdot \sigma_{e2}$$

$$\sigma_{Ki2} = 893 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{Ki2} := k_{\tau 2} \cdot \sigma_{e2}$$

$$\tau_{Ki2} = 226 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge karşılaştırma gerilmesi

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

$$\sigma_{2kar} = 595 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölgede
ideal buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VK12} := \frac{\sigma_{2kar}}{\frac{1 + \psi_{2b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}2}}{\sigma_{Ki2}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_{2b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}2}}{\sigma_{Ki2}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki2}}\right)^2}}$$

Hakiki buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VK2} = 870.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2} \quad \text{için}$$

$$\sigma_{VK2} := 870 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölgede hesapsal emniyet katsayısı

$$S_{Bhes2} := \frac{\sigma_{VK2}}{\sigma_{2kar}}$$

$$S_{Bhes2} = 1.46$$

Gerekli olan emniyet katsayısı

$$S_{Bger2} := 1.50 + 0.075 \cdot (\psi_{2b} - 1)$$

$$S_{Bger2} = 1.35$$

$$S_{Bhes2} = 1.46$$

>

$$S_{Bger2} = 1.35$$

Sonuç: 2. Bölgede DIN4114T1'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi yoktur.

DIN 4114'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni

$$b_H = b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$$

$$b_H = 317 \cdot \text{mm}$$

Kenarlar oranı

$$\alpha_H = \frac{L_{Pe}}{b_H}$$

$$\alpha_H = 6.309$$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{üst} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

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

$$k_{\tau H} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$$

$$k_{\tau H} = 5.440$$

Euler gerilmesi

$$\sigma_{eH} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$$

$$\sigma_{eH} = 680 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma normal gerilmesi

$$\sigma_{KI H} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\sigma_{KI H} = 2720 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilmesi

$$\tau_{KI H} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\tau_{KI H} = 3699 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşak karşılaştırma gerilmesi

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

$$\sigma_{Ükar} = 1183 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki ideal buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VKI H} := \frac{\sigma_{Ükar}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{KI H}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{KI H}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{KI H}} \right)^2}}$$

Hakiki burusma gerilmesi

$$\sigma_{VKiH} = 2723 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{VKH} := 2198 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kısteki hesapsal emniyet katsayısı

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

$$S_{BhesH} = 1.858$$

Gerekli olan emniyet katsayısı

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

$$S_{BgerH} = 1.710$$

$$S_{BhesH} = 1.858$$

<

$$S_{BgerH} = 1.71$$

Sonuç: Üst kuşakta DIN4114T1'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi vardır.

SON
