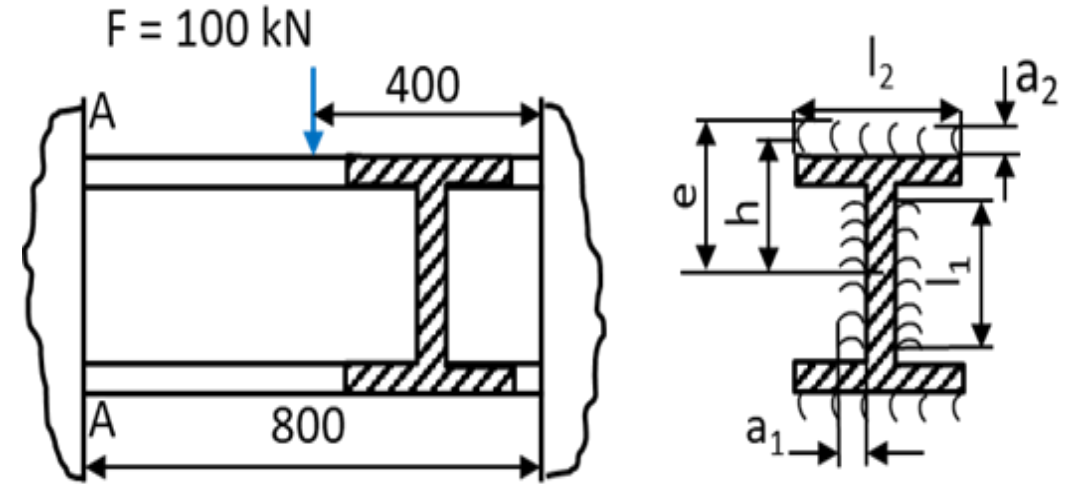


SORU 1: Kiriş olarak kullanılacak “I” profiline sahip çelik her iki tarafından çelik yapıya şekilde görüldüğü gibi kaynak edilmektedir. Kirişin uzunluğu 800 mm ve profili I200X90 olup, tam ortasına 100 kN’luk kuvvet etki etmektedir. Kiriş malzemesi St37 çeliği olup, yük hali “H” için emniyet gerilmesi 135 N/mm² olduğuna göre kaynak bağlantısının emniyetli olup olmadığını kontrol ediniz. Diğer boyutlar, a₁ = 4 mm, a₂ = 6 mm, l₁ = 150 mm, l₂ = 90 mm, h = 103 mm ve e = 106 mm.



Çözüm:

Bu problemde kaynak dikişleri hem eğilmeye hem de kesilmeye maruz kalacaklarından;

$$\sigma_{ek} = \frac{M_e e}{I_{ek}} \quad ve \quad \tau_k = \frac{F}{A_k} = \frac{F}{a \sum l_k} \quad gerilmeleri hesaplanmalıdır.$$

A-A kesitine etki eden kesme kuvveti ve eğilme momenti sırası ile

$$F_k = \frac{F}{2} \quad ve \quad M_e = \frac{Fl}{8}$$

$$\begin{aligned} I_{ek} &= 2 \frac{a_1 (l_1 - 2a_1)^3}{12} + 2(l_2 - 2a_2)a_2 h^2 = 2 \frac{4 * (150 - 2 * 4)^3}{12} + 2 * (90 - 2 * 6) * 6 * 103^2 \\ &= 1908859 + 9930024 = \mathbf{11838883 \text{ mm}^4} \end{aligned}$$

$$\sigma_{ek} = \frac{M_e e}{I_{ek}} = \frac{F l e}{8 I_{ek}} = \frac{100000 * 800 * 106}{8 * 11838883} = \mathbf{89,55 \text{ N/mm}^2}$$

$$\tau_k = \frac{F}{A_k} = \frac{F_k}{a \sum l_k} = \frac{100000/2}{2a_1(l_1 - 2a_1) + 2a_2(l_2 - 2a_2)} = \frac{50000}{2 * 4 * (150 - 2 * 4) + 2 * 6 * (90 - 2 * 6)}$$
$$\tau_k = \mathbf{24,13 \text{ N/mm}^2}$$

İki ayrı gerilme olduğundan;

$$\sigma_{Bk} = \sqrt{\sigma_{ek}^2 + 3\tau_k^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow \sqrt{89,55^2 + 3 * 24,13^2} \leq 135 \Rightarrow$$
$$\mathbf{98,82 \text{ N/mm}^2 < 135 \text{ N/mm}^2 \quad \mathbf{EMNİYETLİ}}$$

SORU 2: Şekilde görüldüğü gibi konstrüksiyona I. Kalite kaynakla kaynak edilmiş olan bir parçaya $8000 \text{ N} \pm 2750 \text{ N}$ kuvvet etki etmektedir. Kaynak edilen parçaların malzemesi St44 ve kaynak kalınlığı 4 mm olup, emniyet katsayısını 2 alarak kaynağın kontrolünü yapınız

Çözüm:

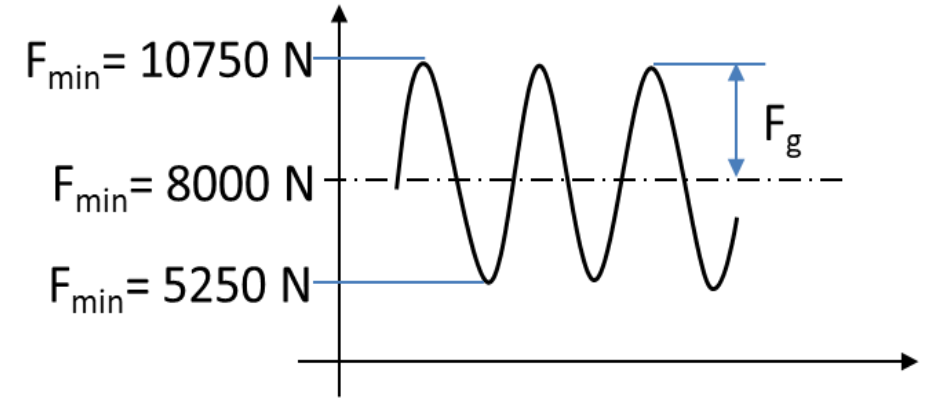
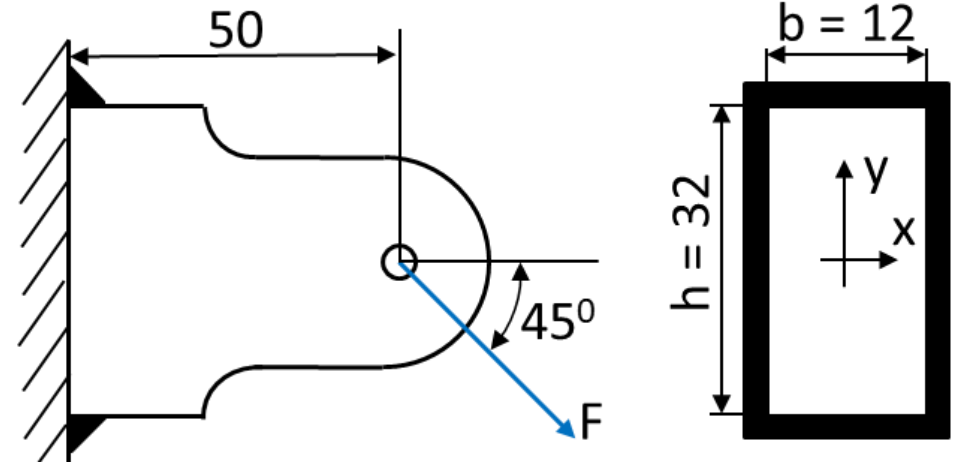
$$F_0 = 8000 \text{ N} \text{ ve } F_g = 2750 \text{ N}$$

$$F_{0x} = 8000 * \cos 45 = 5656,8 \text{ N} \quad \text{ve} \quad F_{0y} = 8000 * \sin 45 = 5656,8 \text{ N}$$

$$F_{gx} = 2750 * \cos 45 = 1944,5 \text{ N} \quad \text{ve} \quad F_{gy} = 2750 * \sin 45 = 1944,5 \text{ N}$$

Burada X- yönündeki kuvvetler kaynakta çekme gerilmesi oluştururken y- yönündeki kuvvetler kaynakta kesme ve eğilme gerilmeleri oluşturur. Bu gerilmelerin bir statik birde dinamik değerleri mevcut olduğundan;

$$\sigma_{o\zeta} = \frac{F_{0x}}{A_k}; \text{ Burada } A_k = 2(b + h)a = 2 * (12 + 32) * 4 = 352 \text{ mm}^2$$



$$\sigma_{o\zeta} = \frac{F_{0x}}{A_k} = \frac{5656,8}{352} = 16,1 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ve} \quad \sigma_{g\zeta} = \frac{F_{gx}}{A_k} = \frac{1944,5}{352} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{0k} = \frac{F_{0y}}{A_k} = \frac{5656,8}{352} = 16,1 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ve} \quad \tau_{gk} = \frac{F_{gy}}{A_k} = \frac{1944,5}{352} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{0e} = \frac{M_{0e}e}{I_{ek}} = \frac{F_{0y}l(h/2 + a)}{I_{ek}};$$

$$I_{ek} = 2 \frac{ah^3}{12} + 2ba(h/2 + a/2)^2 = 2 \frac{4 * 32^3}{12} + 2 * 12 * 4 * \left(\frac{32}{2} + \frac{4}{2} \right)^2 = 52949,3 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{0e} = \frac{5656,8 * 50 * (16 + 4)}{52949,3} = 108,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ge} = \frac{M_{ge}e}{I_{ek}} = \frac{F_{gy}l(h/2 + a)}{I_{ek}} = \frac{1944,5 * 50 * (16 + 4)}{52949,3} = 36,75 \text{ N/mm}^2$$

Soderberg denkleminden;

$$\sigma_k = \sigma_0 + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} \sigma_g \leq \frac{\sigma_{AK}}{S} \quad \Rightarrow \quad \sigma_k = (\sigma_{0\zeta} + \sigma_{0e}) + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{kD}^*} (\sigma_{g\zeta} + \sigma_{ge}) \leq \frac{\sigma_{AK}}{S}$$

$$\sigma_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_\zeta} \sigma_D; \text{ Burada } K_k = 1 \text{ (I. kalite kaynak), } K_\zeta = 3,33 \text{ (tablo 4.1),}$$

$$K_b = 1 \text{ ve } K_y = 1 \text{ ve } \sigma_K = 430 \text{ N/mm}^2 \text{ ve } \sigma_{AK} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_\zeta} \sigma_D = K_k \frac{K_b K_y}{K_\zeta} (0,45 \sigma_K) = 1 \frac{1 * 1}{3,33} (0,45 * 430) = \mathbf{58,1 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_k = (16,1 + 93,9) + \frac{275}{58,1} (5,5 + 32,3) = \mathbf{288,9 \text{ N/mm}^2}$$

$$\tau_k = \tau_0 + \frac{\tau_{AK}}{\tau_D^*} \tau_g \leq \frac{\tau_{AK}}{S} \quad \Rightarrow \quad \tau_k = \tau_0 + \frac{0,58 \sigma_{AK}}{\tau_D^*} \tau_g \leq \frac{0,58 \sigma_{AK}}{S}$$

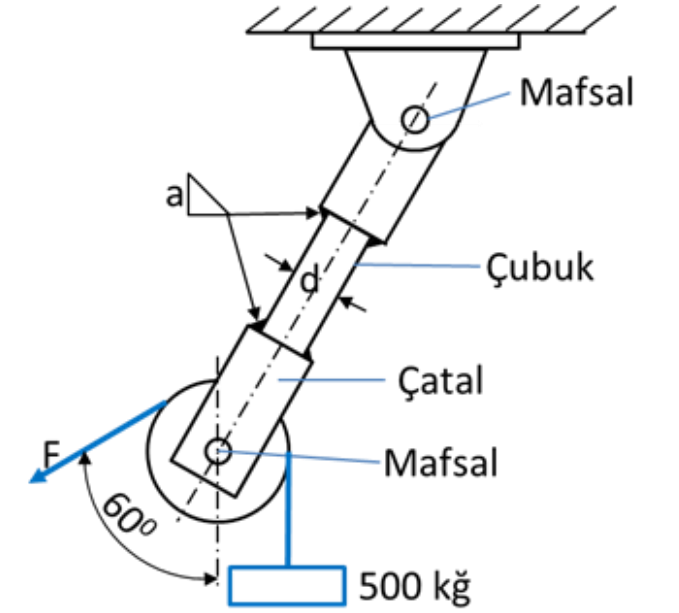
$$\tau_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_\zeta} \tau_D; \text{ Burada } \tau_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_\zeta} (0,29 \sigma_K) = 1 \frac{1 * 1}{3,33} (0,29 * 430) = \mathbf{37,4 \text{ N/mm}^2}$$

$$\tau_k = 16,1 + \frac{0,58 * 275}{37,4} 5,5 = \mathbf{39,5 \text{ N/mm}^2}$$

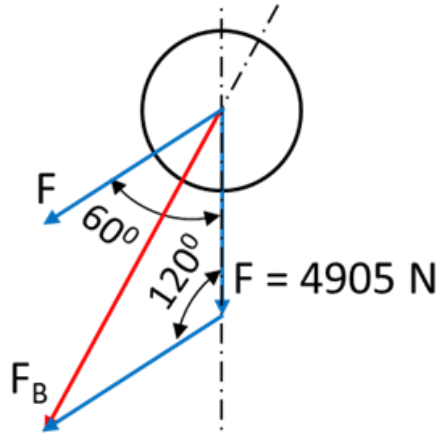
$$\sigma_{Bk} = \sqrt{\sigma_k^2 + 3\tau_k^2} \leq \frac{\tau_{AK}}{S} \Rightarrow \sqrt{288,9^2 + 3 * 39,5^2} \leq \frac{\tau_{AK}}{S} > 296,9 \text{ N/mm}^2 \geq \frac{0,58 * 275}{S} \Rightarrow$$

S = 0,54 EMNİYETSİZ

SORU 3: Şekildeki sistemde halat ile makara üzerinden 500 kg yük darbesiz olarak kaldırılmaktadır. Makara çatala perno ile bağlanmış olup, St37 malzemesinden imal edilmiş olan çatal yine St37 malzemesinden imal edilmiş silindirik bir çubuğa II. kalite köşe kaynağı ile kaynak edilmiştir. Emniyet katsayısını 2 alarak a) dairesel çubuğun çapını b) kaynak kalınlığını hesaplayınız.



Çözüm:



$$F = 500 * 9,81 = 4905 \text{ N}$$

Tek makaradan dolayı yükü kaldırmak için gerekli olan kuvvet de 4905 N olur.

Kosinüs teoremi kullanılarak çubuğa gelen bileşke kuvvet elde edilir.

$$F_B^2 = F^2 + F^2 - 2FF\cos120$$

$$F_B^2 = 4905^2 + 4905^2 - 2 * 4905 * 4905 * \cos120$$

$$F_B = 8495,7 \text{ N}$$

Bu zorlamada makaraya taşıyan konstrüksiyonun bağlı olduğu mafsalın hareketli olması nedeniyle çubukta dolayısıyla kaynak dikişlerinde eğilme etkisi olmaz. Kaynak dikişleri sadece çekmeye maruz kalır.

a) Tablodan malzeme için $\sigma_{AK} = 235 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F_B}{A} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S} \Rightarrow \frac{4F_B}{\pi d^2} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S} \Rightarrow \frac{4 * 8495,7}{\pi d^2} \leq \frac{235}{2} \Rightarrow \mathbf{d = 9,6 \text{ mm} \Rightarrow d = 10 \text{ mm}}$$

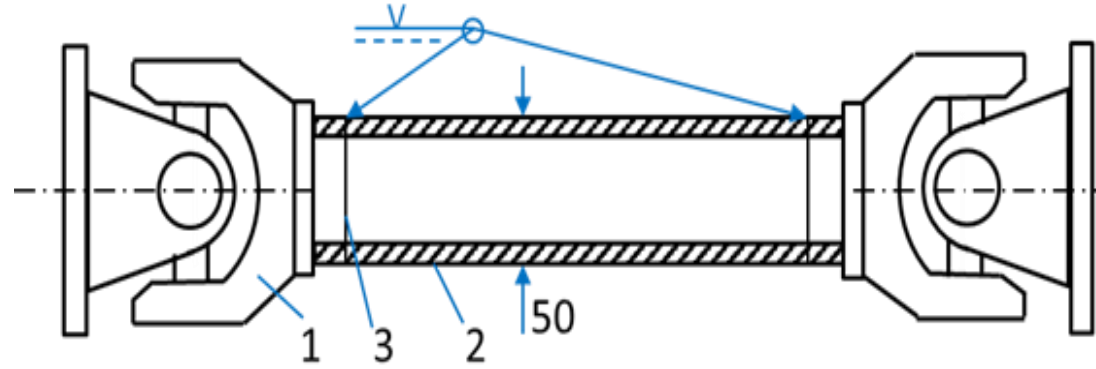
b)

$$\tau_{\zeta k} = \frac{F_B}{A_k} \leq K_k \frac{\tau_{AK}}{S} \Rightarrow \frac{4F_B}{\pi(d + 2a)^2 - \pi d^2} \leq K_k \frac{\tau_{AK}}{S} \Rightarrow \frac{4 * 8495,7}{\pi(10 + 2a)^2 - \pi 10^2} \leq 0,8 \frac{0,58 * 235}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{4 * 8495,7}{\pi(10 + 2a)^2 - \pi 10^2} \leq 54,52 \Rightarrow 33982,8 + 17128 \leq 54,52 * \pi(10 + 2a)^2$$

$$298,4 \leq (10 + 2a)^2 \Rightarrow \mathbf{a = 3,64 \text{ mm} \Rightarrow a = 4 \text{ mm}} \text{ alınır.}$$

SORU 4: Şekilde görüldüğü gibi kardan kavraması çatalı (1) çapı 50 mm olan içi boş St37 malzemesinden imal edilmiş silindirik bir boruya (2) II. kalite “v” kaynak dikişi (3) ile kaynak edilmiştir. Kaynak dikişi kalınlığı 5 mm olup borunun et kalınlığına eşittir. Kardan kavramasına etkiyen kuvvet tam değişkenli olup 1000 D/dak ile dönerken iletebileceği en büyük gücü hesaplayınız



Çözüm: Şaft sadece burulmaya maruz kaldığından kaynak dikişleri kesmeye karşı boyutlandırılır. II ci kalite kaynak için $K_k = 0,8$, Tablo 4.1'den $K_ç = 1,79$, Tablo A-2.5'den $\sigma_K = 360 \text{ N/mm}^2$ ve $\sigma_{AK} = 235 \text{ N/mm}^2$

$$\tau_0 + \frac{\tau_{AK}}{\tau_D^*} \tau_g \leq \frac{\tau_{AK}}{S} \Rightarrow \frac{\tau_{AK}}{\tau_D^*} \tau_g \leq \frac{\tau_{AK}}{S} \Rightarrow \tau_g \leq \frac{\tau_D^*}{S}$$

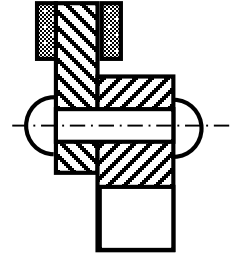
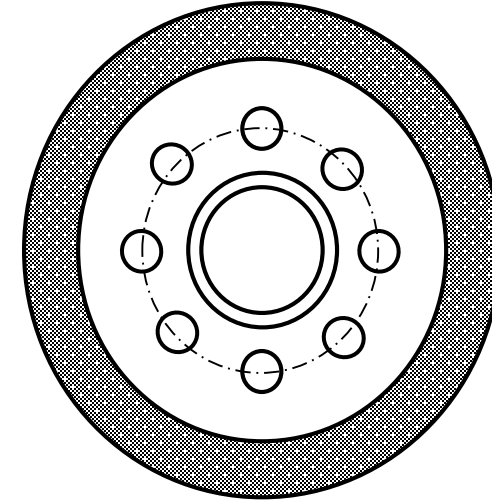
$$\tau_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_ç} \tau_D; \quad \text{Burada } \tau_{kD}^* = K_k \frac{K_b K_y}{K_ç} (0,29 \sigma_K) = 0,8 \frac{1 * 1}{1,79} (0,29 * 360) = 46,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_g \leq \frac{\tau_D^*}{S} \Rightarrow \tau_g \leq \frac{46,7}{1,5} \Rightarrow \tau_g = 23,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_g = \frac{M_{gb}}{W_p} \Rightarrow 23,35 = \frac{16DM_{gb}}{\pi(D^4 - d^4)} \Rightarrow 23,35 = \frac{16 * 50 * M_{gb}}{\pi(50^4 - 40^4)} = M_{gb} = 337631 \text{ Nmm}$$

$$M_b = 9550 \frac{P}{n} \Rightarrow 337,631 = 9550 \frac{P}{1000} \Rightarrow P = 35,35 \text{ KW}$$

SORU 5: Baskı balatasının baskı kısmı göbek üzerine çapları $d = 8 \text{ mm}$ olan 10 adet perçin ile bağlanmıştır. Motor balata üzerinden 1200 Nm moment iletmektedir. Perçinlerin yerleştirildiği dairenin çapı 140 mm olup, Baskı kısmındaki metal St37 olup, metalin kalınlığı 6 mm olarak verilmektedir.



Çözüm: Burada perçin kesilmeye ve yüzeyi ezilmeye zorlanır.

St34 perçin malzemesi için Tablo 4.1'den $\tau_{em} = 140 \text{ N/mm}^2$ ve $p_{em} = 280 \text{ N/mm}^2$

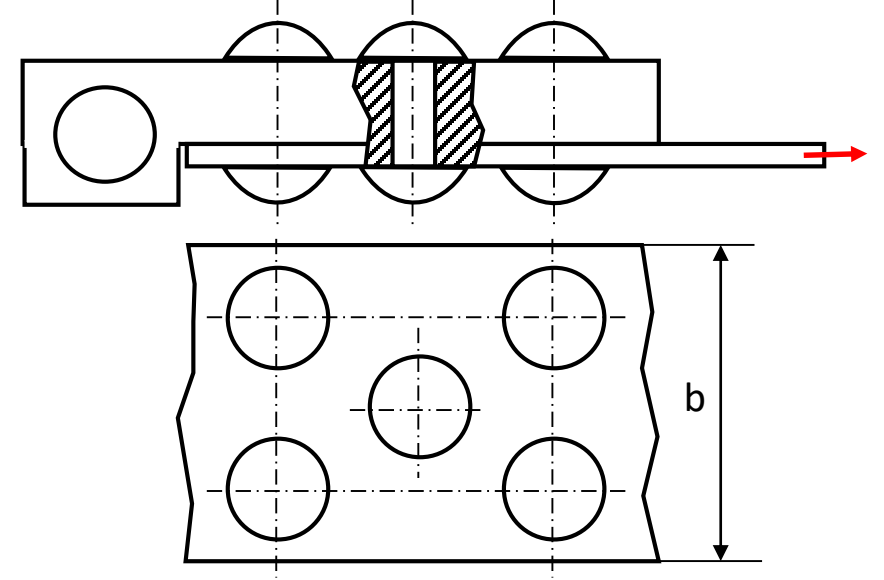
$$M_d = \frac{FD}{2} \Rightarrow F = \frac{2M_d}{D} = \frac{2 * 1200000}{140} \Rightarrow F = 17142,8 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{zn \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)} = \frac{4F}{zn\pi d^2} = \frac{4 * 17142,8}{10 * 1 * \pi * 8^2} = 34,10 \text{ N/mm}^2 < \tau_{em}$$

$$p = \frac{F}{sd_1z} = \frac{17142,8}{6 * 8 * 10} = 35,71 \text{ N/mm}^2 < p_{em}$$

Buna göre tasarım emniyetlidir.

SORU 6: Şekilde görüldüğü gibi beş perçinle sabit mesnete bağlanan fren bandına frenleme sırasında 15000 N kuvvet etki etmektedir. Perçin malzemesi St42 olup, emniyet gerilmesi 145 N/mm² ve emniyetli yüzey ezilme gerilmesi 245 N/mm² olup, perçinlerin çapını ve 2,5 mm kalınlığındaki ve emniyet gerilmesi 290 N/mm² olan fren bandının genişliğini hesaplayınız.



ÇÖZÜM:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4F}{z\pi d^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F}{z\pi\tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 15000}{5 * \pi * 145}} \Rightarrow d = 5,132 \text{ mm} ; d = 6 \text{ mm alınır.}$$

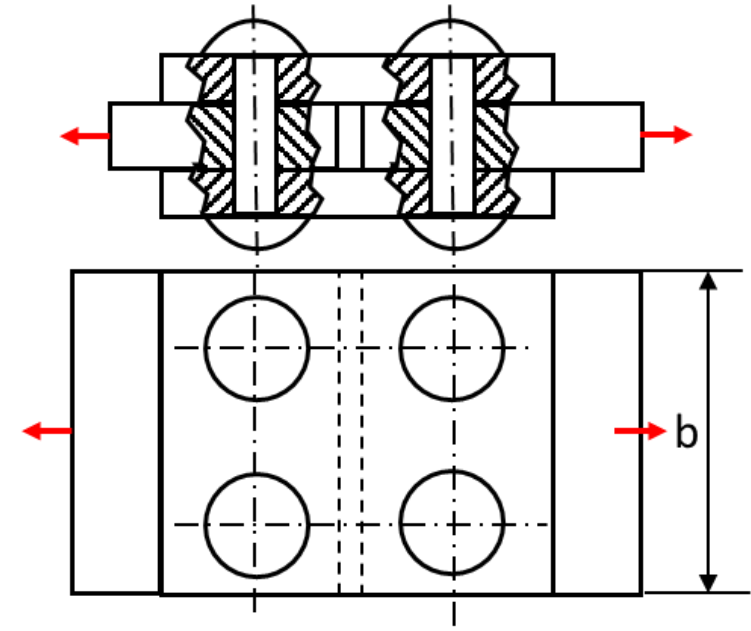
$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{zsd} \leq p_{em} \Rightarrow d = \frac{F}{zsp_{em}} = \frac{15000}{5 * 2,5 * 245} \Rightarrow d = 4,89 \text{ mm}; d = 5 \text{ mm hesaplanır.}$$

d = 6 mm için;

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{zsd} = \frac{15000}{5 * 2,5 * 6} = 200 \text{ N/mm}^2 \leq p_{em} \left(245 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F}{A} = \frac{F}{(b - id)s} \leq \sigma_{em} \Rightarrow b = \frac{F}{\sigma_{em}s} + id = \frac{15000}{290 * 2,5} + 2 * 6 \Rightarrow b = 32,69 \text{ mm}$$

SORU 7: Şekilde görülen perçin bağlantısıyla 160kN kuvvet taşınmak istenmektedir. Kuvvetin uygulandığı levhanın kalınlığı 10 mm, genişliği 140 mm olup, bu levha kalınlıkların 8 mm olan iki levha kullanılarak şekildeki gibi perçinlenmiştir. Perçin çapı 18 mm, malzemesi St34 olup, emniyet gerilmesi 145 Mpa, kesmede emniyet gerilmesi 110 Mpa, yüzey emniyet ezilmesi 290 MPa ve levhalar St37 malzemesi olup, emniyet gerilmesi 160 Mpa dır. Bağlantıyı kontrol ediniz.



ÇÖZÜM:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4F}{zn\pi d^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{4 * 160000}{2 * 2 * \pi * 18^2} \leq 110 \text{ MPa} \Rightarrow \mathbf{157 \text{ MPa} > 110 \text{ MPa} \text{ EMNİYETSİZ}}$$

Perçinin dış levhalara temas eden yüzeyleri için;

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{zsd} \leq p_{em} \Rightarrow \frac{160000}{2(2 * 8 * 18)} \leq 290 \text{ MPa} \Rightarrow \mathbf{277,8 \text{ MPa} < 290 \text{ MPa} \text{ EMNİYETLİ}}$$

Perçinin kuvvet uygulanan levhaya temas eden yüzeyi için;

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{zsd} \leq p_{em} \Rightarrow \frac{160000}{2 * 10 * 18} \leq 290 \text{ MPa} \Rightarrow \mathbf{444,4 \text{ MPa} < 290 \text{ MPa} \text{ EMNİYETSİZ}}$$

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F}{A} = \frac{F}{(b - id)s} \leq \sigma_{em} \Rightarrow \frac{160000}{(140 - 2 * 18)8} \leq 160 \text{ MPa} \Rightarrow \mathbf{192 \text{ MPa} > 160 \text{ MPa} \text{ EMNİYETSİZ}}$$

SORU 8: Şekilde görülen eksantrik perçin bağlantısında kullanılan perçin malzemesi perçinlenen malzemeden daha yumuşak olup, emniyetli kesme gerilmesi 110 MPa ve ezilme emniyet gerilmesi 280 MPa dır. Perçin çapını kesme gerilmesine karşı boyutlandırınız.

Çözüm:

$$F_p = \frac{F}{Z} = \frac{20000}{4} = \mathbf{5000\ N}$$

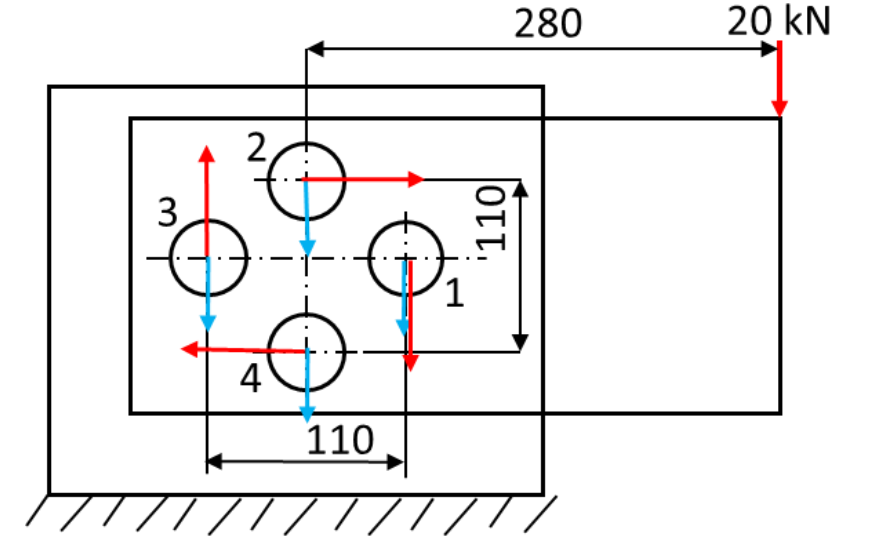
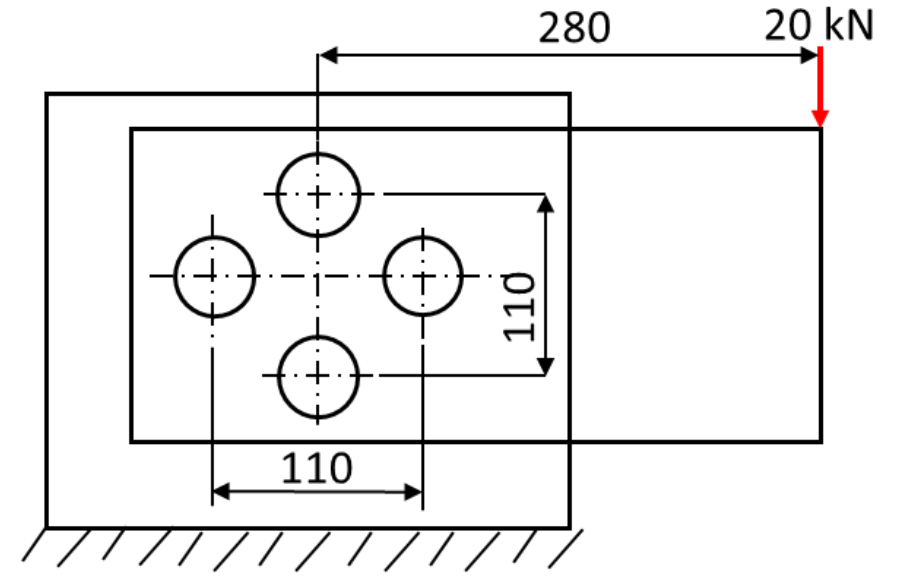
$$F_{bn} = \frac{M_e r_n}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2} = \frac{M_e r_n}{4r_n^2} = \frac{20000 * 280}{4 * 55} = \mathbf{25455\ N}$$

En fazla kuvvet 1 numaralı perçine gelir. Eğilme ve kesme kuvvetleri aynı yönde.

$$F_{top} = F_p + F_{bn} = 5000 + 25455 = \mathbf{30455\ N}$$

$$\tau_p = \frac{F}{A} = \frac{4F_{top}}{\pi d^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F_{top}}{\pi \tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 30455}{\pi * 110}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{d = 18,77\ mm \Rightarrow d = 19\ mm}$$
 alınır.



SORU 9: Şekilde görülen eksantrik perçin bağlantısında kullanılan perçin malzemesi perçinlenen malzemeden daha yumuşak olup, emniyetli kesme gerilmesi 110 MPa ve ezilme emniyet gerilmesi 280 Mpa dır. Perçin çapını sadece kesme gerilmesi için hesaplayınız.

Çözüm:

$$\bar{x} = \frac{A_1x_1 + \dots + A_nx_n}{A_1 + \dots + A_n} = \frac{x_1 + \dots + x_6}{6} = \frac{0 + 50 + 100 + 0 - 100 - 50}{6}$$

$$\bar{x} = 0 \text{ mm}$$

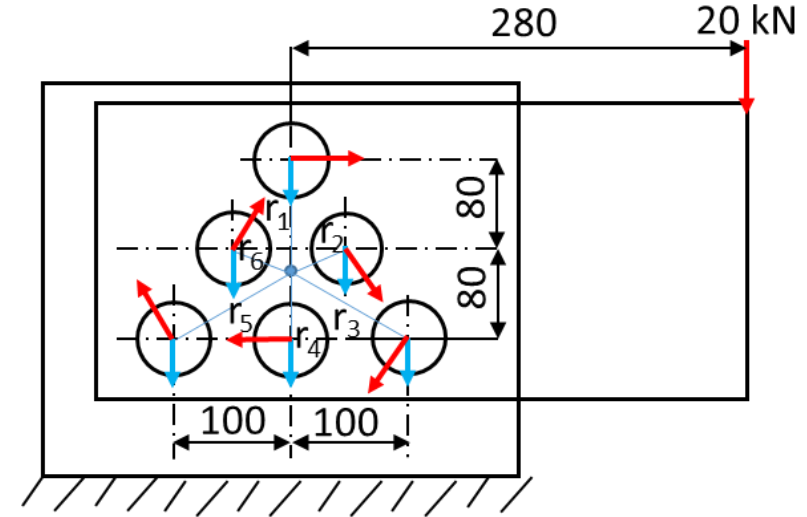
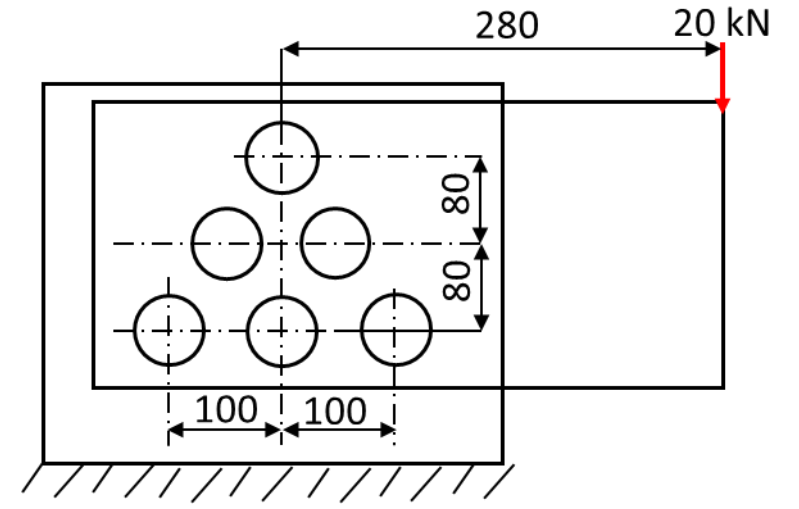
$$\bar{y} = \frac{A_1y_1 + \dots + A_ny_n}{A_1 + \dots + A_n} = \frac{y_1 + \dots + y_6}{6} = \frac{0 - 80 - 160 - 160 - 160 - 80}{6}$$

$$\bar{y} = -106,7 \text{ mm}$$

$$r_1 = -106,7 \text{ mm}; \quad r_2 = r_6 = \sqrt{50^2 + (106,7 - 80)^2} = 56,7 \text{ mm};$$

$$r_4 = 160 - 106,7 = 53,3 \text{ mm}; \quad r_3 = r_5 = \sqrt{56,7^2 + 100^2} = 115 \text{ mm}$$

$$F_k = \frac{F}{Z} = \frac{20000}{6} = 3333,3 \text{ N}$$



$$F_{b1} = \frac{M_e r_1}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2} = \frac{20000 * 280 * 106,7}{106,7^2 + 56,7^2 + 115^2 + 53,3^2 + 115^2 + 56,7^2} = \frac{597520000}{47105,6} = \mathbf{12585\ N}$$

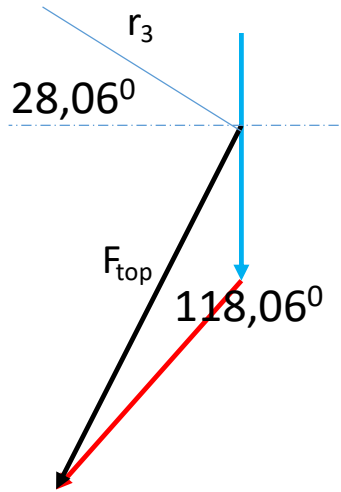
$$F_{b2} = F_{b6} = \frac{M_e r_2}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2} = \frac{20000 * 280 * 56,7}{47105,6} = \mathbf{6741\ N}$$

$$F_{b3} = F_{b5} = \frac{M_e r_3}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2} = \frac{20000 * 280 * 115}{47105,6} = \mathbf{13671\ N}$$

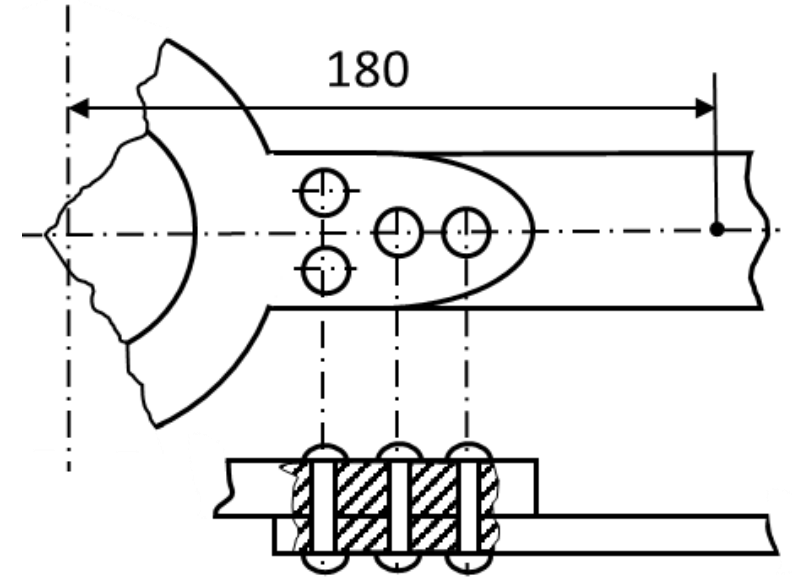
$$F_{b4} = \frac{M_e r_4}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2} = \frac{20000 * 280 * 53,3}{47105,6} = \mathbf{6336\ N}$$

$$F_{top} = \sqrt{F_k^2 + F_{b3}^2 - F_k F_{b3} \cos \alpha} = \sqrt{3333,3^2 + 13671^2 - 3333,3 * 13671 * \cos(118,06)} = \mathbf{14814\ N}$$

$$\tau_p = \frac{F}{A} = \frac{4F_{top}}{\pi d^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F_{top}}{\pi \tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 14814}{\pi * 110}} = \mathbf{13,1\ mm} \Rightarrow \mathbf{d = 14\ mm}$$



SORU 10: 3000 dev/dak ile dönen bir vantilatörün kanatları şekilde görüldüğü gibi 4 adet perçinle gövde saçına perçinlenmiştir. Kanatların her birinin kütlesi 200 gram olup kanatların kütle merkezlerinin mil merkezine olan mesafesi 180 mm dir.



- Emniyetli kesme gerilmesi 60 N/mm^2 için perçinleri boyutlandırınız.
- Emniyetli ezilme gerilmesini perçinler için 90 N/mm^2 olarak kontrol ediniz.
- Kanat ve gövde bağlantı yerinin genişliğini 50 mm ve saçın emniyet gerilmesini 90 N/mm^2 olarak kontrol ediniz.

Çözüm:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi * 3000}{30} = 314 \frac{1}{s}; \quad F = mw^2r = 0,2 * 314^2 * 0,18 = 3550 \text{ N}$$

Perçin çapının kesilmeye göre hesabı;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4F}{z\pi d^2} \leq \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F}{z\pi\tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 3550}{4 * \pi * 60}} \Rightarrow d = 4,33 \text{ mm} ; d = 5 \text{ mm alınır.}$$

Perçinlerin ezilmeye göre hesabı;

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{zsd} \leq p_{em} \Rightarrow s = \frac{F}{zdp_{em}} = \frac{3550}{4 * 5 * 90} \Rightarrow s = 1,97 \text{ mm}; \quad s = 2 \text{ mm alınır.}$$

Kanal saçının kalınlığı en az 2 mm olurken gövde saçının kalınlığı 2 mm'den daha fazla seçilir.

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F}{A} = \frac{F}{(b - id)s} \leq \sigma_{em} \Rightarrow \frac{3550}{(50 - 2 * 5) * 2} \leq 90 \Rightarrow 44,4 \text{ N/mm}^2 > 90 \text{ N/mm}^2 \text{ EMNİYETLİDİR}$$