

Molet ve

Molet Saplamaları

MUKAVEMET Hesabı

(inceleme)

- IX -

*Kemal İnanç*

III - Molet saplama ve civatalarının mukavemet hesabı :

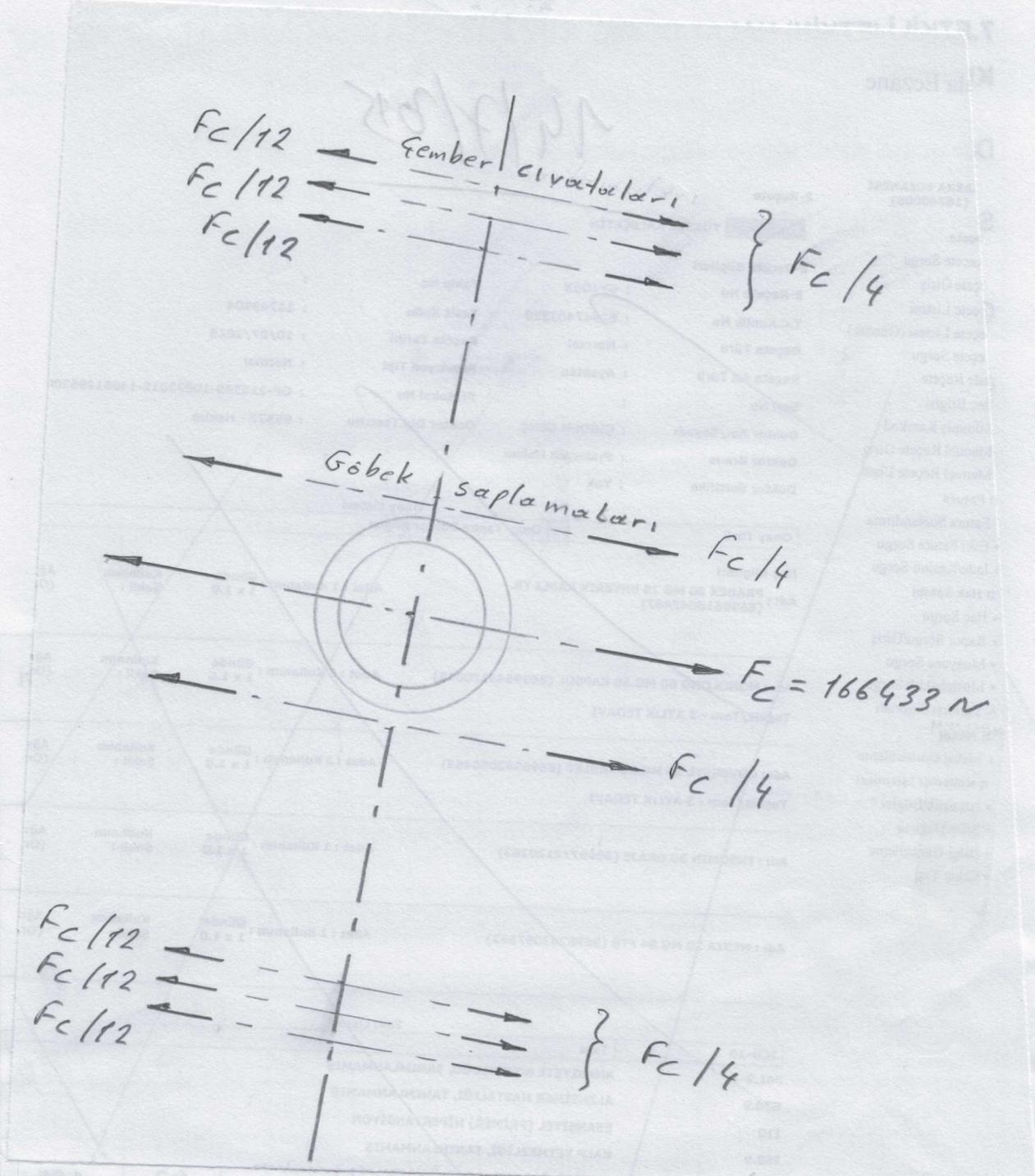
Şekil 7 de gösterilen ve ön perilmeye ile bağlanan saplama ve civatalar aynı zamanda, moleti etkileyen merkezkaç (santrifüj) kuvvetin  $(0...18) \text{ m/s}$  hızla hızına karşılık gelen aralığındaki

$$F_c = F_{i\text{şl. top}} = (0...166,433) \cdot 10^3 \text{ N}$$

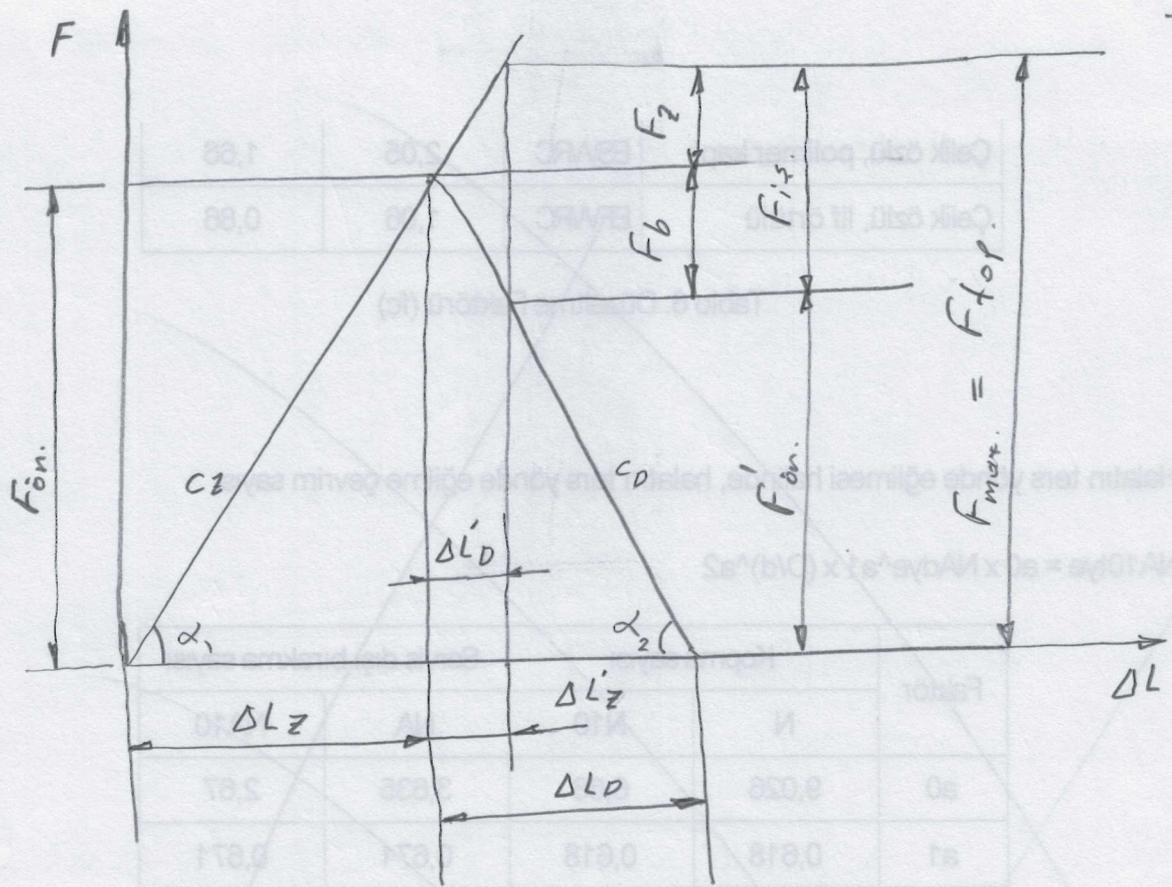
değişken işletme kuvvetine maruzdur (Molet çemberini iki parçaya ayırma ve eşitlenmiş işletme kuvveti. Sayfa: 25)

Merkezkaç kuvvet  $F_c$ 'nin; pöbekte 2 saplama, çemberde 6 civata ile karşılanacağını ve Şekil 43 te olduğu gibi bağlantı grupları üzerinde eşit yük dağılımının oluştuğunu kabul edelim.

Şimdi, bilgilerimizi tekrarlamak için, [L19; Şekil 75, 76] 'den faydalanarak ön perilmeye işpenini göz önüne alalım.



Şekil 43 - Merkezkaç kuvvet  $F_c$ 'nin  
saplama ve civatalar üzerindeki  
dağılımı.



Bu işgende,

- $F_{\text{ön}}$  - Ön gerilme (sıkılma) kuvveti.  
 $F_{i\ddot{s}}$  - Nominal (işletme) kuvveti.  
 $F'_{\text{ön}}$  - Kalan ön gerilme kuvveti.  
 $F_z$  - Ek kuvvet.  
 $F_b$  - Sıkılan parçalarında, ön yüklemeye azalma miktarı.  
 $\Delta L_z$  - Ön gerilme ( $F_{\text{ön}}$ ) kuvveti etkisinde saplamadaki uzama miktarı.  
 $\Delta L_D$  - Sıkılan parçalarında, ön gerilme kuvveti ( $F_{\text{ön}}$ ) etkisindeki kısıalma miktarı.  
 $\Delta L'_z$  -  $F_{\text{max}}$  etkisinde saplamadaki ilave uzama miktarı.

$\Delta L'_D$  - Sıkılan parçalarındaki genişleme miktarı / Saplama  $\Delta L'_2$  kadar uzayınca sıkılan parçalar üzerinde kuvvet azalması olur /

$C_2$  - Saplamanın yaylanma rijitliği

$C_D$  - Sıkılan parçaların yaylanma rijitliği

Önce, önceki saptamaları ile hesaba bağlayalım.

Saplama bağlantısı bir  $F_{ön}$  ön perileme kuvveti ile sıkıldıktan sonra, bir işletme kuvveti  $F_{iş}$ , bağlantıya etki ediyorsa bu durumda saplama,

$$F_{top.} = F_{max.} = F'_{ön} + F_{iş} \quad [L19, Eşitlik 49]$$

kuvvetine göre boyutlandırılmalıdır.

### 1- Emniyet perilmesi:

a) Malzeme;

[L19; Tablo 6, 7, Şekil 112 c ve 113] 'den

Saplama için: 10.9 (42CrMo4 - Ç 4140)

$$\sigma_{Ak.} = 90 \text{ kgf/mm}^2 = 900 \text{ N/mm}^2$$

b) Emniyet katsayısı;

" Maden ve Taş Ocakları ile Aşk

işletmelerde alınacak işçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkında Tüzük'ü gereğince Koşum Takımlarındaki emniyet katsayısı

$$S = 12$$

dir. Aynı değeri alalım.

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{Ak}}{S} \quad (\text{Eşitlik 38})$$

$$\sigma_{em} = \frac{900}{12}$$

$$\sigma_{em} = 75 \text{ N/mm}^2$$

2- Şekillendirme ;

a) Göbekte bir sırlamaya pelen işletme kuvveti,

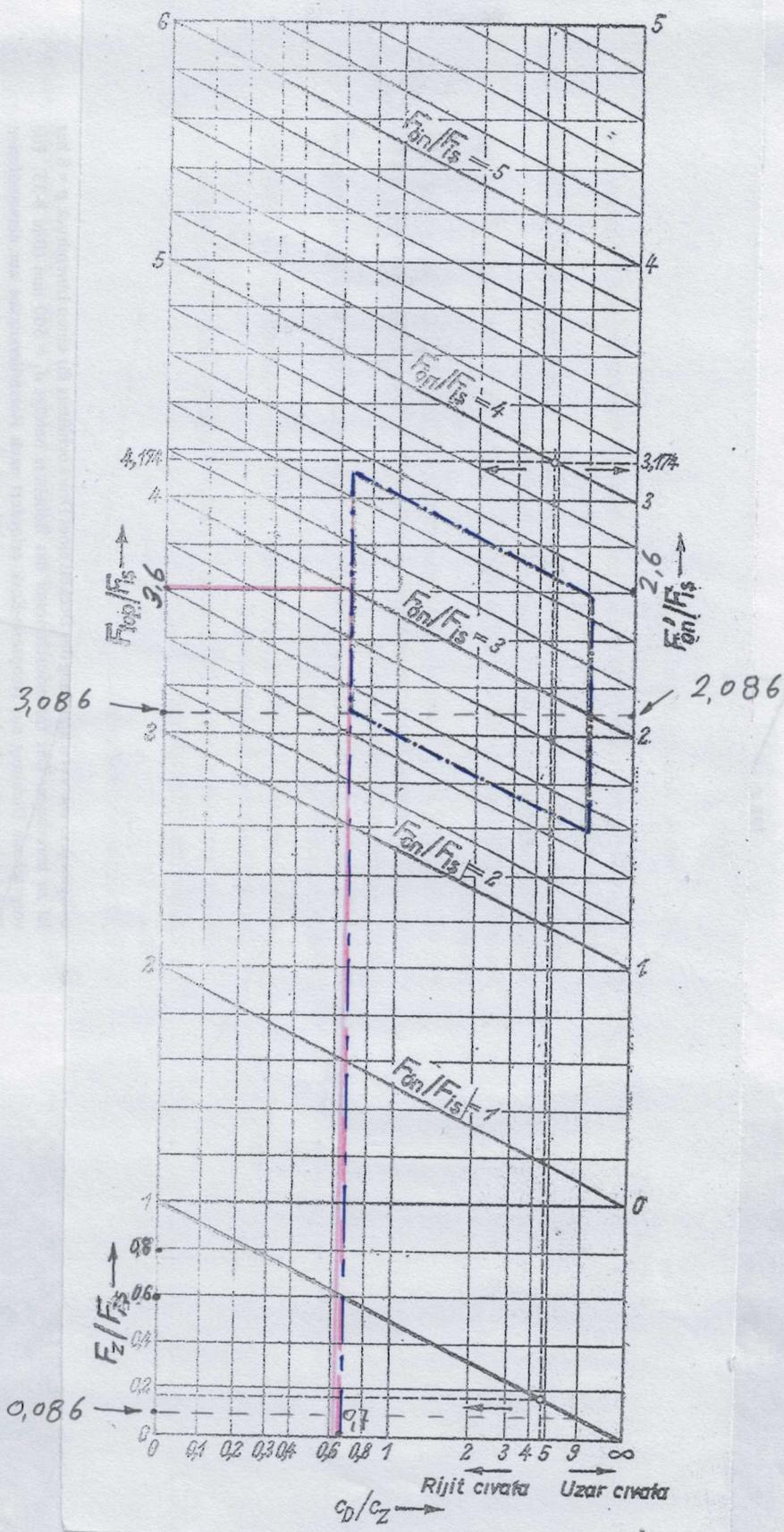
$$F_{iş} = \frac{F_c (= F_{is. top})}{4} = \frac{166433}{4}$$

$$F_{iş} = 41608 \text{ N}$$

b) Göbekte bir sırlamaya pelen ön perileme ve ek kuvvetler ;

[L19; Şekil 83] tekrar ele alalım.

$$\left. \begin{aligned} F_{ön} &= (2,5 \dots 3,5) F_{iş} \\ \frac{c_1}{c_2} &= 0,7 \dots 1,0 \end{aligned} \right\}$$



[ L 19 . Şekil 83 ]

sinir değerler ;

$$F_{\max} = F_{\text{top.}} = (2,6 \dots 4,1) \cdot F_{i\ddot{s}}$$

$$F'_{\text{ön.}} = (1,6 \dots 3,1) \cdot F_{i\ddot{s}}$$

$$F_2 = (0,1 \dots 0,6) \cdot F_{i\ddot{s}}$$

[L19, Eşitlik 74]

olarak kolayca okunur.

$$F_{\text{ön}} = 3 \cdot F_{i\ddot{s}}$$

$$\frac{c_1}{c_2} = 0,7$$

Kabilleri ile :

- Ön gerilme kuvveti,

$$F_{\text{ön}} = 3 \cdot F_{i\ddot{s}} = 3 \cdot 41608$$

$$\parallel F_{\text{ön}} = 124824 \text{ N}$$

- Ek kuvvet,

$$F_2 = 0,6 \cdot F_{i\ddot{s}} \quad [\text{L19, Eşitlik 74 veya Şekil 83}]$$

$$F_2 = 0,6 \cdot 41608$$

$$\parallel F_2 = 24965 \text{ N}$$

- Kalan ön gerilme kuvveti,

$$F'_{\text{ön.}} = 2,6 \cdot F_{i\ddot{s}} \quad [\text{L19, Eşitlik 74 veya Şekil 83}]$$

$$F'_{\text{ön.}} = 2,6 \cdot 41608$$

$$\| \underline{F'_{ön}} \approx 108181 \text{ N}$$

• Toplam (max.) kuvvet;

$$F_{top} = F_{max} = F'_{ön} + F_{i\ddot{s}} \quad \left. \vphantom{F_{top} = F_{max} = F'_{ön} + F_{i\ddot{s}}} \right\} \text{ [L19, Eşitlik 49]}$$

veya,

$$F_{top} = F_{max} = F_{ön} + F_2$$

$$F_{top} = F'_{ön} + F_{i\ddot{s}} = F_{ön} + F_2$$

$$F_{top} = 108181 + 41608 = 124824 + 24965$$

$$\| \underline{F_{top}} = 149789 \text{ N}$$

[L19, Şekil 83] 'de kullanılabilir

$$F_{top} = 3,6 \cdot F_{i\ddot{s}} = 3,6 \cdot 41608$$

$$\| \underline{F_{top}} \approx 149789 \text{ N}$$

Aynı değer elde edilir.

$F_{top}$  kuvveti etkisinde saplamada meydana gelen çekme perilmesi,  $A_s$  perilme kesit alanı olmak üzere

$$\sigma_{\xi} = \frac{F_{top}}{A_s} \leq \sigma_{em} \quad \text{[L19, Eşitlik 92]}$$

$$A_s \geq \frac{149789}{75}$$

$$\| \underline{A_s \geq 1997 \text{ mm}^2}$$

[L19; Tablo 3] incelenirse,

$$M48 \text{ için } A_s = 1473 \text{ mm}^2$$

$$M52 \quad " \quad A_s = 1758 \quad "$$

$$M56 \quad " \quad A_s = 2030 \quad "$$

dolayısıyla;

\| M56 lik saplama seçilir.

Büyüklikleri :

$$d = 56 \text{ mm}$$

$$d_1 = 49,252 \text{ mm } (= d_3)$$

$$d_2 = 52,428 \text{ mm}$$

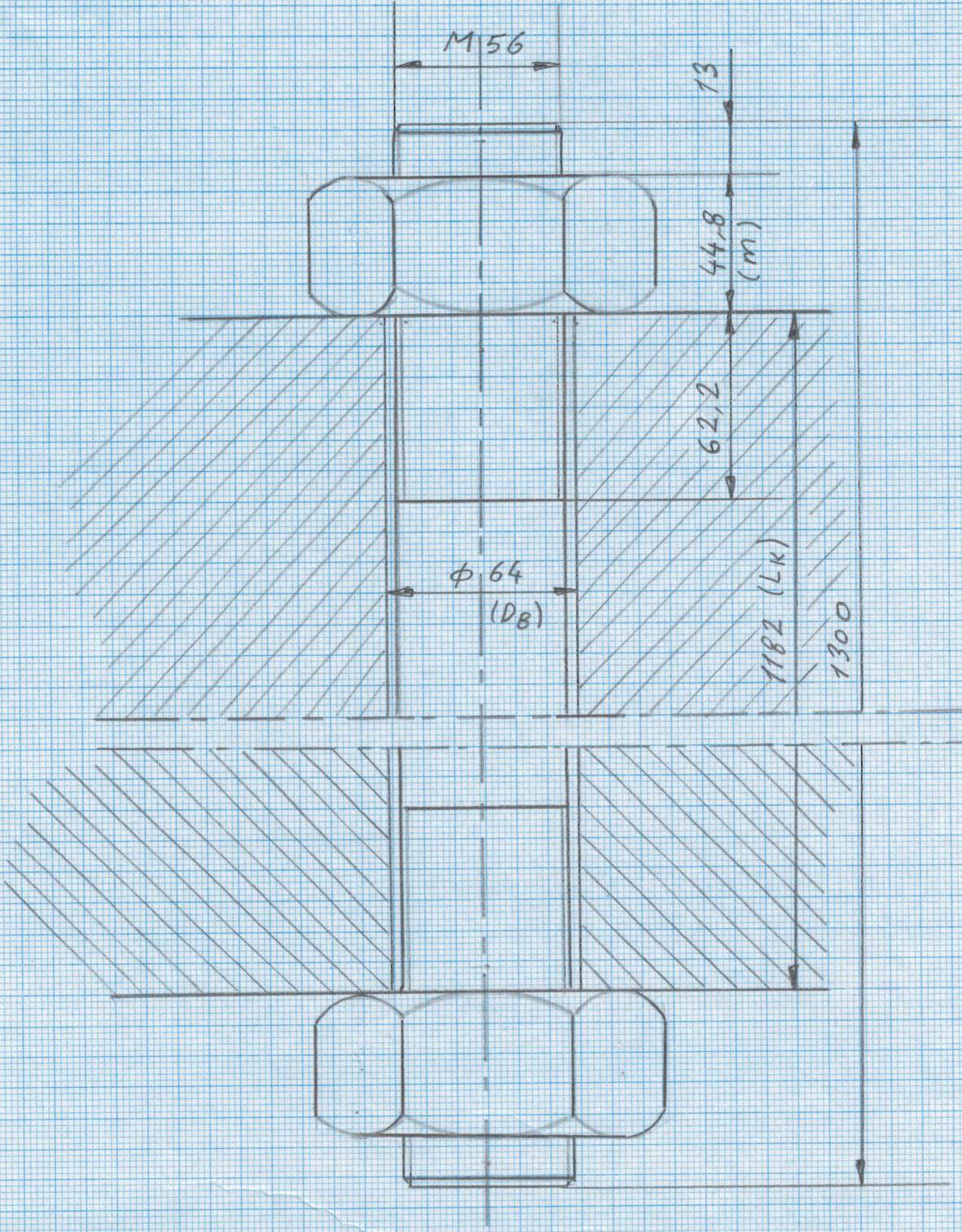
$$h = 5,5 \text{ mm } (= p)$$

$$A_s = 2030 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 1905 \text{ mm}^2 (= A_3)$$

şeklinde dir.

Saplama bağlantısı veya montaj resmi, Şekil 44 de verilmiştir.



Sekil 44 - Saplama montaj ferması.  
Somun altlarında bulunan 2 şer adet:  
"Rondela, M56 lik saplama için ST37"  
Göz önüne alınmamıştır.

## 3. Kontrol ;

Max. (Toplam) kuvvete göre ;

- Çekme gerilmesi ;

$$\sigma_F = \frac{F_{\text{top.}}}{A_s} \quad [\text{L19, Eşitlik 92}]$$

$$F_F = \frac{149789}{2030}$$

$$\| \sigma_F \approx 74 \text{ N/mm}^2$$

- Burulma gerilmesi :

- Eğim açısı ,

$$t_p \alpha_m = \frac{h}{\pi d_2} \quad [\text{L19, Eşitlik 2}]$$

$$t_p \alpha_m = \frac{5,5}{\pi \cdot 52,428} \approx 3,34 \cdot 10^{-2}$$

$$\| \alpha_m = 1,91^\circ$$

- Sürtünme katsayısı ,

$$\mu' = \mu / (\cos \beta / 2) \quad [\text{L19, Eşitlik 8}]$$

$\beta$  - Vida tepe açısı (Metrik vidadan  $60^\circ$  dir)

$\mu$  - Sürtünme katsayısı ( $\beta = 0^\circ$  olan dik-  
dörtgen profilli eş vidadan yüzeyleri arasında)

Ortalama değer olarak

$$\mu = 0,16 \quad [L19, \text{Eşitlik 24}]$$

alınabilir.

$$\mu' = 0,16 / \cos 30^\circ = 0,185$$

$$\parallel \underline{\mu' = 0,2} \quad (\text{Kabül})$$

- Sürtünme açısı,

$$\mu' = \tan \rho' \quad [L19, \text{Eşitlik 8, 9}]$$

$$0,2 = \tan \rho'$$

$$\parallel \underline{\rho' = 11,3^\circ}$$

- Saplama ile somun arasındaki

sürtünme momenti,

$$M_G = F_{\text{ön}} \cdot \frac{d_2}{2} \tan (\alpha_m + \rho') \quad [L19, \text{Eşitlik 12}]$$

$$M_G = 124824 \cdot \frac{52,428}{2} \tan (1,91 + 11,3)$$

$$\parallel \underline{M_G = 768075,2 \text{ Nmm}}$$

Burulma perçilmesi,

$$\xi \approx \frac{M_G}{0,2 d_1^3} \quad [L19, \text{Eşitlik 85, 86}]$$

$$\epsilon = \frac{768075,2}{0,2 \cdot (49,252)^3}$$

$$\parallel \epsilon = 32,15 \text{ N/mm}^2$$

• Eşdeğer gerilme,

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_\epsilon^2 + 3\epsilon^2} \leq \sigma_{vem} \quad [L19, \text{Eşitlik 87}]$$

$$\sigma_{vem} = 0,9 \sigma_{Ak} \quad [L19, \text{Eşitlik 89}]$$

$$\sigma_v = \sqrt{74^2 + 3(32,15)^2}$$

$$\parallel \sigma_v = 92,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vem} = 0,9 \cdot 900$$

$$\parallel \sigma_{vem} = 810 \text{ N/mm}^2$$

$$\parallel \sigma_v (= 92,6 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{vem} (= 810 \text{ N/mm}^2)$$

Seçilen saplama uygundur.

Şimdi, Şekil 44 de gösterilen ve ön gerilme ile bağlanan M56'lık saplamanın aşağıdaki şartlarda, mukavemet kontrolünü ek çalışma olarak bir kere daha yapalım.

4- Seçilen M56 lik saplamanın mukavemet kontrolü.

Problemi özetliyorum :

M56 lik saplama,  $F_{is} = (0 \dots 41608) \text{ N}$  arasında değişen bir işletme kuvvetine maruzdur. Saplamanın malzeme kalitesi 10.9 ve bağlanan parçaların çelik olduğuna göre saplama mukavemetinin kontrolü istenmektedir.

- Saplamanın yaylanma rijitliği,

$$C_2 = \frac{A \cdot E_2}{L_2} \quad [L19; \text{Eşitlik 54}]$$

A- Kesit alanı

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 56^2}{4}$$

$$\underline{A = 2463 \text{ mm}^2}$$

$E_2$  - Saplama malzemesinin elastiklik modülü

Çelik için,

$$E_2 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$L_2$  - Saplamanın uzunluğu (=  $L_k$ )

$$L_2 = L_k = 1182 \text{ mm}$$

$$C_2 = \frac{2463 \cdot 21 \cdot 10^5}{1182}$$

$$\parallel C_2 = 437589 \text{ N/mm}$$

• Sıkılan parçaların yaylanma rijitliği;

$$C_D = \frac{A_D \cdot E_D}{L_f} \quad [L19, \text{Eşitlik 59}]$$

$A_D$  - Eşdeğer silindirin kesit alanı

$$A_D = \frac{\pi}{4} \left[ \left( s + k \frac{L_f}{2} \right)^2 - D_B^2 \right] \quad [L19, \text{Eşitlik 60}]$$

$s$  - Anahtar ağızı açıklığı

$$s = 1,5 \cdot d \quad [L19, \text{Eşitlik 61}]$$

$$s = 1,5 \cdot 56$$

$$\parallel s = 84 \text{ mm}$$

$k$  - Malzeme katsayısı

$$\text{Çelik için } \dots k \approx 0,2 \quad [L19, \text{Eşitlik 62}]$$

$L_f$  - Elemanların yaylanma uzunluğu

$$L_f = L_k + \frac{m}{2} \quad [L19, \text{Eşitlik 63}]$$

$m$  - Somun yüksekliği

$$m \approx 0,8 \cdot d \quad [L19, \text{Eşitlik 107}]$$

$$m = 0,8 \cdot 56$$

$$\parallel \underline{m = 44,8 \text{ mm}}$$

$$L_f = 1182 + \frac{44,8}{2}$$

$$\parallel \underline{L_f = 1204,4 \text{ mm}}$$

$D_B$  - Delik çapı

işlenmiş delik için,

$$D_B \approx 1,14 \cdot d \quad [L 19; \text{Eşitlik 64}]$$

$$D_B = 1,14 \cdot 56$$

$$\parallel \underline{D_B \approx \phi 64 \text{ mm}}$$

$$A_D = \frac{\pi}{4} \left[ \left( 84 + 0,2 \cdot \frac{1204,4}{2} \right)^2 - 64^2 \right]$$

$$\parallel \underline{A_D = 26609,3 \text{ mm}^2}$$

$E_D$  - Sıkılan parçaların elastiklik modülü

çelik için,

$$E_D = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$C_D = \frac{26609,3 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{1204,4}$$

$$\parallel \underline{C_D = 4639615,6 \text{ N/mm}}$$

- $C_D/C_z$  oranı,

$$\frac{C_D}{C_z} = \frac{4639615,6}{437589}$$

$$\parallel \underline{C_D/C_z = 10,6}$$

- Saplamaya gelen ek kuvvet,

$$F_z = F_{i\dot{s}} \frac{1}{1 + \frac{C_D}{C_z}} \quad [L19, \text{Esi:tl:ik 45}]$$

$$F_z = 41608 \frac{1}{1 + 10,6}$$

$$\parallel \underline{F_z \approx 3587 \text{ N}}$$

- Kalkan ın gerilme kuvveti,

$$F'_{\dot{o}n} = F_{\dot{o}n} - F_{i\dot{s}} \frac{1}{\frac{C_z}{C_D} + 1} \quad [L19, \text{Esi:tl:ik 50}]$$

$$F'_{\dot{o}n} = 124824 - 41608 \frac{1}{\frac{1}{10,6} + 1}$$

$$\parallel \underline{F'_{\dot{o}n} \approx 86803 \text{ N}}$$

ALMAYD

## 5. İşletme esnasında mukavemet kontrolü ;

- Saplamaı zorlayan max. kuvvet ;

$$F_{max.} = F_{top.} = 149789 \text{ N}$$

- Saplamaı zorlayan min. kuvvet

$$F_{min.} = F_{ön.} = 124824 \text{ N}$$

Karşılık gelen gerilmeler ,

$$\sigma_{max.} = \frac{F_{max.}}{A_1} = \frac{149789}{1905}$$

$$\parallel \sigma_{max.} = 78,63 \text{ N/mm}^2 \approx 79 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{min.} = \frac{F_{min.}}{A_1} = \frac{124824}{1905}$$

$$\parallel \sigma_{min.} = 65,53 \text{ N/mm}^2 \approx 66 \text{ N/mm}^2$$

Ortalama gerilme ;

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_{max.} + \sigma_{min.}}{2} = \frac{79 + 66}{2}$$

$$\parallel \sigma_0 = 72,5 \text{ N/mm}^2$$

Gerilme genliği ;

$$\sigma_f = \frac{\sigma_{max.} - \sigma_{min.}}{2} = \frac{79 - 66}{2}$$