

KÖPRÜLÜ KRENLER

Gezer köprü deyimiyle de adlandırılan köprülü kren yarı-ağır ve ağır endüstriyle ilgili bütün atölye, mağaza, makine park ve salonlarında kullanılan bir kaldırma makinesidir.

Makinenin kancası atölye içindeki her noktaya erişebilir ve dolayısıyla tekml makinelere hizmet edebilir.

Bir köprülü kren tarafından gerçekleştirilmesi gereken hareketleri daha şimdiden belirte biliriz. Bu hareketler şunlardır:

- 1- Oz eksenı boyunca düşey hareket,yani kaldırma ve indirme hareketleri;
- 2- Oy eksenı boyunca yatay hareket,yani köprünün ötelenme hareketi;
- 3- Ox eksenı boyunca yatay hareket,yani arabanın köprü üzerinde yaptığı ötelenme hareketi.

Bu duruma göre, bir köprülü krende aşağıdaki mekanizmaların öngörülmesi gerekir:

- 1- Tamburlu bir kaldırma mekanizması;
- 2- Arabanın köprü üzerinde yürümesini sağlayan bir araba öteleme veya yürütme mekanizması;
- 3- Bir köprü öteleme veya yürütme mekanizması.

Bu mekanizmaların kumandası genellikle elektrik motorları tarafından gerçekleştirir. Sadece,güçleri zayıf olan yada seyrek şekilde kullanılan köprülü krenler elle kumanda edilir.

Bir köprülü kren:

- 1- Taşınacak kütlenin maksimal değeri, yani kaldırma kabiliyeti ve bir de
- 2- Köprü açıklığı, yani köprü uzunluğu ile karakterize edilir.

Köprülü krenin asıl karakteristikleri bunlardır. Ama, bunların yanı sıra aşağıdaki özelliklerin de dikkate alınması gerekir:

- 1- Kaldırma hızı;
- 2- Köprü ötelenme hızı;
- 3- Arabanın köprü üzerindeki ötelenme hızı;
- 4- En yüksek konumunda, kanca altında kalan serbest yükseklik, yani kaldırma yüksekliği;
- 5- Köprü kurs uzunluğu, yani köprü gezinme mesafesi.

Bir köprülü krene ait esas hesapların yapılabilmesi için bütün bu karakteristiklerin bilinmesine lüzum vardır.

Konstrüksiyonu İstenen Çift Kirişli Vincin Teknik Özellikleri :

Kaldırma kapasitesi : $Q = 10$ ton

Kaldırma yüksekliği : $h = 7$ m

Köprü açıklığı : $L = 8$ m

Kaldırma hızı : $V_{kal} = 3.5$ m/dk

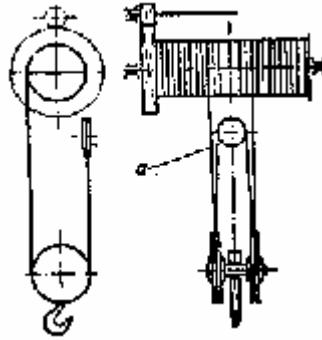
Araba yürütme hızı : $V_{ar} = 24$ m/dk

Köprü yürütme hızı : $V_{köp} = 46$ m/dk

1.KALDIRMA MEKANİZMASI HESABI:

1.1. Palanga Tipi ve Kanca Seçimi

Q=10 ton<30 ton olduğundan, bu durumda taşıyıcı halat sayısı Z=4 olan ikiz makaralı palanga sistemi seçilir.



Şekil 1

- İkiz makaralı palanga düzeni -

Palanga redüksiyon ip = Taşıyıcı halat sayısı/ Tambura sayılan halat sayısı = 4/2 =2

İp= 2 olduğundan iki makaralı palanga seçildi.

1.1.1. Kanca Hesabı

Q=10 ton ve vinç tahrik sınıfı 2m;

$$a = 0.06\sqrt{Q(kg)} \quad (\text{cm})$$

$$a = 0.06\sqrt{10000} = 6\text{cm}$$

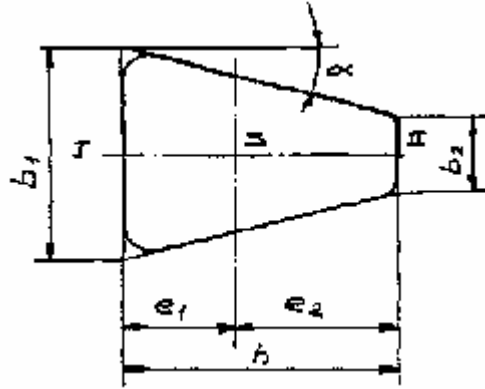
$$a_1 = 2a = 2 \cdot 60 = 120 \text{ mm}$$

DIN 15401'e göre 12 no'lu kancayı seçeriz

$$b_1 = 112 \text{ mm}$$

$$b_2 = 92 \text{ mm}$$

$$h_1 = 140 \text{ mm} = e_1 + e_2$$



Şekil 2

Kesit Alanı → F

$$F = \frac{b_1 + b_2}{2} * h = \frac{112 + 92}{2} * 140 = 14280 \text{ mm}^2$$

Kesitin atalet momenti → I

$$I = \frac{h^3}{36} * \frac{b_1^2 + 4 * b_1 b_2 + b_2^2}{b_1 + b_2} = \frac{140^3}{36} + \frac{112^2 + 4 * 112 * 92 + 92^2}{112 + 92} = 23247777 \text{ mm}^4$$

Ağırlık merkezinden uzaklık → e1, e2

$$e_1 = \frac{h}{3} * \frac{b_1 + 2 * b_2}{b_1 + b_2} = \frac{140}{3} * \frac{112 + 2 * 92}{112 + 92} = 67.7 \text{ mm}$$

$$e_2 = \frac{h}{3} * \frac{b_2 + 2 * b_1}{b_1 + b_2} = \frac{140}{3} * \frac{92 + 2 * 112}{112 + 92} = 72.3 \text{ mm}$$

Mukavemet Momentleri → W1, W2

$$W_1 = \frac{I}{e_1} = \frac{23247777}{67.7} = 343394 \text{ mm}^3$$

$$W_2 = \frac{I}{e_2} = \frac{23247777}{72.3} = 321546 \text{ mm}^3$$

I. noktasının mukavemet kontrolü

$$\sigma_I = \frac{M_e}{W_1} + \frac{Q}{A}$$

$$M_e = \left(\frac{a_1}{2} + e_1 \right) * Q = \left(\frac{125}{2} + 67.7 \right) * 10000 = 1302000 \text{ daNmm}$$

$$A = \frac{B_1 + B_2}{2} * h = \frac{112 + 92}{2} * 140 = 14280 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_I = \frac{1302000}{343394} + \frac{10000}{14280} = 4.5 \text{ daN/mm}^2 = 450 \text{ daN/cm}^2$$

II. Noktasının mukavemet hesabı :

$$\sigma_{II} = \frac{Q}{A} - \frac{M_e}{W_2}$$

$$\sigma_{II} = \frac{10000}{14280} - \frac{1302000}{321546} = -3.35 \text{ daN/mm}^2 = 335 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\varphi} = \sigma_I = 450 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 600 - 700 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_b = \sigma_{II} = 335 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 600 - 700 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan kanca bu yük altında emniyetlidir.

Kanca seçimi ; Mustafa DEMİRİSOY'un Transport Tekniği kitabından yapılmıştır (sayfa 88).

Kanca mukavemet hesapları ; İsmail CÜRGÜL'ün transport tekniği kitabından yapılmıştır.

1.1.2. Vida Hesabı

Malzemesi C22 çeliği için $\sigma_{em} = 300 - 600 \text{ daN/cm}^2$

12 Nolu kanca için $R_d = 72 * 8$ vidası seçildi.

Ölçüler:

$$d_d = 72 \text{ mm}$$

$$d_i = 72 - 8 = 64 \text{ mm}$$

$$h = 8 \text{ mm}$$

Vidada meydana gelen çekme gerilmesi

$$\sigma_{\varphi} = \frac{Q}{\frac{\pi * d_i^2}{4}} < \sigma_{em}$$

$$\sigma_{\varphi} = \frac{10000}{\frac{\pi * 6.4^2}{4}} = 310$$

$$\sigma_{\varphi} = 310 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 300 - 600 \text{ daN/cm}^2 \text{ olduğundan emniyetli}$$

Vida hesabı ; Faruk SÜNER'in II.cildinin 19 sayfasına göre yapılmıştır.

1.1.3. Kanca Somun hesabı

Kanca malzemesi C35 – C45 için $P_{em} = 200 - 300 \text{ daN/cm}^2$

$P \rightarrow$ somun yüzey basıncı

$Z \rightarrow$ somundaki diş sayısı

$M = Z \cdot h = 76 \rightarrow$ Vida boyu

$Z = M/h = 76/8 = 9.5 \approx 9$ diş

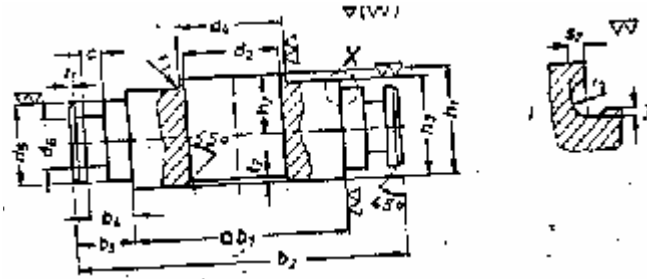
$$P = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} * Z * (d_d^2 - d_i^2)} \leq P_{em}$$

$$P = \frac{10000}{\frac{\pi}{4} * 9 * (7.2^2 - 6.4^2)} = 130 \text{ daN/cm}^2$$

$P = 130 \text{ daN/cm}^2 < P_{em} = 200 - 300 \text{ daN/cm}^2$ olduğundan emniyetli

Kanca somunu standardı F.S. cilt II sayfa 27'de kancaya göre seçilmiştir.

1.1.4. Kanca Travers hesabı



Şekil 3

Kanca traversleri DIN 15412 de standardlaştırılmış olup boyutlar F.S. cilt II sayfa 130 da verilmiştir.

$b_1 = 180$

$b_4 = 34$

$c = 10$

$d_s = 60$

$h_1 = 78$

$$L = b_1 + t * \frac{b_4 - c}{2}$$

$$L = 180 + 2 * \frac{34 - 12}{2} = 204 \text{ mm}$$

Eğilme Momenti

$$M_e = \frac{Q * L}{4} = \frac{10000 * 20.4}{4} = 51000 \text{ daNcm}$$

Mukavemet Momenti

$$W = \frac{(b_1 - d_5) * h^2}{6} = \frac{(18 - 6) * 7.8^2}{6} = 121.68 \text{ cm}^3$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma_e = M_e / W = 51000 / 121.68 = 419 \text{ daN/cm}^2$$

C35 malzemesi için $\sigma_{em} = 800 - 1200 \text{ daN/cm}^2$

$\sigma_e = 419 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 800 - 1200 \text{ daN/cm}^2$ olduğundan emniyetli

Yüzey Basıncı

$$P = \frac{Q}{2 * d_5 * (b_4 - c)} < P_{em} \text{ olmalı}$$

$$P = \frac{10000}{2 * 6 * (3.4 - 1)} = 347 \text{ daN/cm}^2$$

$P = 347 \text{ daN/cm}^2 < P_{em} = 800 - 900 \text{ daN/cm}^2$ olduğundan emniyetli

Travers mukavemet hesapları; F.S. cilt II sayfa 29 dan alınmıştır.

1.1.5. Kanca Bilyalı Yatağın Seçilmesi

$$Q = C_o / S_o$$

$C_o \rightarrow$ Statik yük

$S_o \rightarrow$ Emniyet katsayısı

2m grubu için $S_o = 1$

$$C_o = Q * S_o = 10000 * 1 = 10000 \text{ daN (statik yük)}$$

İç çapı 100 mm olan $C_o = 10000 \text{ daN}$ 'lık yükü taşıyan eksenel sabit bilyalı yatak SKF katalogundan seçilir. (51520 nolu yatak seçilir.)

Yatak hesabı ; F.S. cilt II sayfa 31'e göre yapılmıştır.

1.2. Halat Hesabı :

$$d \geq k * \sqrt{T} \text{ (mm)}$$

d → halat çapı (mm)

k → Vinç tahrik sistemi grubu ve halat tipine bağlı katsayı

T → Bir halata gelen max. yük (daN)

G_p → Kanca bloğu ağırlığı = 170 kg

Z = 4 halat sayısı

2m grubu ve DIN 655 tipi halat için

$$k = 0.3$$

$$T = \frac{Q + G_p}{4} = \frac{10000 + 171}{4} = 2542.5 \text{ daN}$$

$$d \geq k * \sqrt{T} = 0.3 * \sqrt{2542.5} = 15.1 \text{ mm}$$

d = 16 mm seçilir. (8*19 L.Ö)

Teorik kopma yüküne göre halat hesabı

S_T → Teorik emniyet katsayısı

$$S_T = k^2 * \sigma_k * \frac{\pi}{4} * \omega$$

ω → Metalik dolgu faktörü

$$\omega = \frac{A_{\text{metalik}}}{A_{\text{teorik}}} = \frac{87.5}{\frac{\pi * 16^2}{4}} = 0.435$$

$$\sigma_k = 160 \text{ daN/mm}^2$$

$$S_T = 0.3^2 * 160 * \frac{\pi}{4} * 0.435 = 4.9 < 4 - 8 \text{ arası çıktığı için halat teorik kopma}$$

emniyet katsayısı bakımından uygundur.

Halat hesabı ; İ. CÜRGÜL'ün Trans.Tek. kitabından sayfa 71'e göre yapıldı ayrıca halat çepi ve A_{met} değerleri yine aynı kitaptan yararlanıldı.

1.3. Tambur Hesabı

$$D_T \geq H_1 * H_2 * d \text{ (mm)}$$

$D_T \rightarrow$ Tambur çapı

$d \rightarrow$ Halat çapı

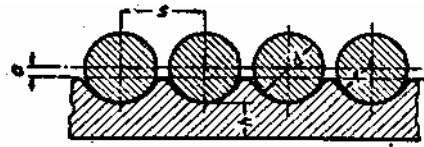
$H_1 \rightarrow$ Vinç tahrik sınıfı ve halat tipine bağlı katsayı

$H_2 \rightarrow$ Halat donanımına bağlı katsayı, tambur ve dengelem makaraları için donanımına bağlı olmadan $H_2 = 1$

$$H_1 = 18$$

$$D_T \geq 18 * 1 * 16 = 288 \text{ mm}$$

$$D_T = 400 \text{ mm}$$



Şekil 4

Cetvel 1: Tambur yiv boyutları.

Tel Halat Çapı mm	10	13	16	19	22	27	33	40	44
s	12	15	18	22	25	31	37	45	49
r	5,5	7	9	10,5	12	15	18	22	24
a	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	3	6

Tamburdaki basınç gerilmesi

$$\sigma_{bT} = 0.5 * \frac{T}{h * s} = 0.5 * \frac{2500}{1.5 * 1.8} = 463 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{bem} = 1000 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan emniyetli

Tamburdaki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{eT} = 0.96 * T * \sqrt{\frac{1}{40 * 1.5^3}} = 355 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{eT} = 355 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{cem} = 500 \text{ daN/cm}^2 \text{ olduğundan emniyetli}$$

Tamburun bir tarafına ait yük boyu hesabı (L_g)

$$L_g = Z * S$$

$Z \rightarrow$ Tamburun bir tarafına ait sarım sayısı

$h \rightarrow$ Kaldırma yüksekliği ($h = 7m$)

$L \rightarrow$ Tamburun bir tarafına sarılan halat boyu ($L = 7m$)

$n \rightarrow$ Tambura sarılan halat sayısı ($n = 2$)

$$Z = \frac{n * L}{\pi * D_T} + 2 = \frac{2 * 7}{\pi * 0.4} + 2 = 14 \quad Z = 14 \text{ sarım}$$

$$L_g = 14 * 18 = 252 \text{ mm}$$

Tambur hesapları; İ.CÜRGÜL'ün Transport tek. Kitabının 96,97 ve 98. Sayfalarından yararlanılmıştır.

1.4. Halat Makarası Hesap ve Seçimi

$$D_H \geq H_1 * H_2 * d$$

$H_1 \rightarrow$ Tahrik sistemi grubuna bağlı katsayı

$H_2 \rightarrow$ Halat donanımına bağlı katsayı

$d \rightarrow$ Halat çapı

$$H_1 = 20$$

$$w_t = w_1 + w_2 + w_3$$

$$w_1 = 1 \rightarrow 1 \text{ tambur için}$$

$$w_2 = 2 * 2 \rightarrow 2 \text{ makaranın aynı yönde eğilmesi}$$

$$\underline{+w_3 = 0} \rightarrow \text{dengeleme makarası için}$$

$$w_t = 5 \leq 5 \text{ olduğu için } \rightarrow H_2 = 1$$

$$D_H \geq 20 * 1 * 16 = 320 \text{ mm}$$

$$D_H = 400 \text{ mm}$$

Halat makarası hesapları; İ.CÜRGÜL'ün Trans.Tek. sayfa 76'ya göre yapılmıştır.

Halat makarası çapı; Mustafa DEMİRİSOY'un Trans.Tek. kitabından sayfa 60'dan alınmıştır.

1.5. Dengeleme Makarası Hesap ve Seçimi

$$D_d \geq H_1 * H_2 * d$$

$$H_1 = 14$$

$$H_2 = 1$$

$$D_d \geq 14 * 1 * 16 = 224 \text{ mm}$$

$$D_d = 250 \text{ mm}$$

Dengeleme makarası çapı; İ.CÜRGÜL'ün Transport Tek. Kitabından sayfa 78'den alınmıştır.

1.6. Kaldırma Motoru Hesap ve Seçimi

$$P_{(kw)} = \frac{Q_{(daN)} * V_{(m/dk)}}{6120 * \eta_{verim}}$$

$$\eta_{verim} = 0.95 \text{ (Rulmenli yataklarda)}$$

$$P_{(kw)} = \frac{10000 * 3.5}{6120 * 0.95} = 6.02$$

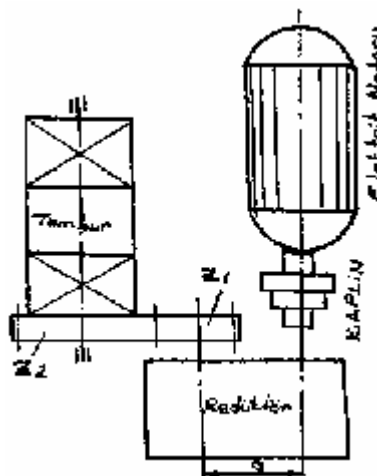
Trifaze Norm katalogundan 7.5 kw (1500 d/dk)lık

AM 132 MX-4 motoru seçilir.

1.7. Kaldırma Redüktörü Seçimi

$$n_{Tambur} = \frac{V_s}{\pi * D_T} = \frac{ip * V_1}{\pi * D_T} = \frac{2 * 3.5}{\pi * 0.4} = 5.57 \text{ d/dk}$$

$$i_{toplaml} = \frac{n_m}{n_{Tambur}} = \frac{1457}{5.57} = 260.323 \rightarrow \text{motor ile tambur arası vedüksiyon oranı}$$



Şekil 5

Redüktör tahvil oranı 80 kabul edip ZET Redüktör katalogundan redüktörü seçilir.

3 KA 400

Tambur dişlileri

$$\begin{aligned} i_{\text{toplam}} &= i_{\text{red}} * i_{\text{tambur}} \\ 260.323 &= 80 * i_{\text{tambur}} \\ i_{\text{tambur}} &= 3.25 \end{aligned}$$

$$Z_1 = 18 \text{ kabul}$$

$$Z_2/Z_1 = i_{\text{tambur}}$$

$$3.25 = Z_2/18 \rightarrow Z_2 = 59 \text{ diş}$$

Burada dişli malzemesi C1040 çeliği

Modül $m = 6$ mm bulunur.

1.8. Kaldırma Mekanizması Fren Hesabı

Motorun nominal momenti $\rightarrow M_n$

$$m_n = 97450 * \frac{P}{n_m} \rightarrow \text{daNcm}$$

$$m_n = 97450 * \frac{7.5}{1450} = 505 \text{ (daNcm)}$$

Motor tarafından oluşturulan moment 505 (daNcm) olduğuna göre F.S. cilt II sayfa 64'den uygun kaplin seçilir.

Fren seçimi

YAZAN Elektromanyetik Fren ve Kavrama San.katalogundan 7.5 kw 1500 d/dk lık motora $M_f = 10$ kgm lik fren seçilir.

2.ARABA YÜRÜTME MEKANİZMASI HESABI

2.1. Tekerlek ve Ray Hesabı

Cetvel 2: Araba ağırlıkları.

Yük [Mp]	Ağırlık Ga	Tek ara [m]	Ray açıkl M	Profil [DIN 1026]
3,2	1,9	1,6	1,5	160
5,0	2.2	1,7	1.6	180
8,0	3.5	1,9	1.7	200
12,5	4.0	2,0	1.8	240
20,0	6.0	2,2	2.0	260
32,0	8.0	2.4	2,2	300
50,0	10.0	2.6	2,4	320/350

Max. tekerlek yükü;

$$P_{\max} = \frac{Q + G_a}{4} \text{ (daN)}$$

$$Q=10000 \text{ daN}$$

$$G_a= 4000 \text{ daN}$$

$$P_{\max} = \frac{10000 + 4000}{4} = 3500 \text{ daN}$$

D= 200 mm çaplı çıkıntılı dar tekerlek seçildi.

$$d_1= D = 200 \text{ mm}$$

$$d_2= 230 \text{ mm}$$

Seçilen bu tekerleğe göre dikdörtgen kesitli A45 rayı seçilir.

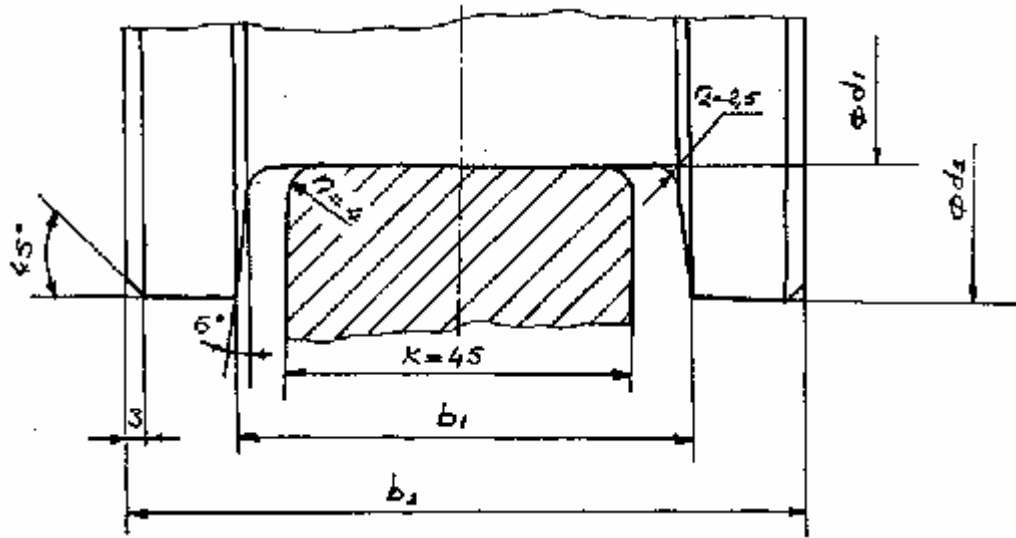
$$K= 45 \text{ mm}$$

$$r_1= 4 \text{ mm}$$

$$r_2= 3 \text{ mm}$$

$$b_1= 55 \text{ mm}$$

$$b_2= 90 \text{ mm}$$



Şekil 6

Tekerleğin emniyet kontrolü : Yüzey basıncına göre

$$P_{\min} = G_a/4 = 4000/4 = 1000 \text{ daN min. Tekerlek yükü}$$

Ortalama tekerlek yükü;

$$P_{\text{mitI,II}} = (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max})/3 = (1000 + 2 \cdot 3502)/3 = 2666.6 \text{ daN}$$

Emniyetli yüzey basıncı;

$$P_L = 0.56 \text{ (daN/mm}^2\text{)} \quad \text{DÇ 60 malzemesi için}$$

D= 200 mm için tekerlek çapı ve $V_{\text{or}} = 24 \text{ m/dk}$ yürütme hızı için

$$c_1 = 0.976$$

$$c_2 = 1$$

$$b = k - 2 \cdot r_1 = 45 - 2 \cdot 4 = 37 \text{ mm}$$

$$\frac{P_{\text{mitI-II}}}{b \cdot d} \leq P_L \cdot c_1 \cdot c_2$$

$$\frac{2666.6}{37 \cdot 200} \leq 0.56 \cdot 0.976 \cdot 1$$

$0.36 \text{ daN/mm}^2 \leq 0.54 \text{ daN/mm}^2$ olduğundan emniyetli

İkinci kontrol FEM konu 1.6

$$P_{\max \text{ III}} = \frac{1.4Q + G_a}{4} = \frac{1.4 \cdot 10000 + 4000}{4} = 4500 \text{ daN}$$

$$P_{\text{mitIII}} = \frac{P_{\min} + 2 \cdot P_{\max \text{ III}}}{3} = \frac{1000 + 2 \cdot 4500}{3} = 3333.3 \text{ daN}$$

$$\frac{P_{mit}}{b * d} \leq P_L * 1.4$$

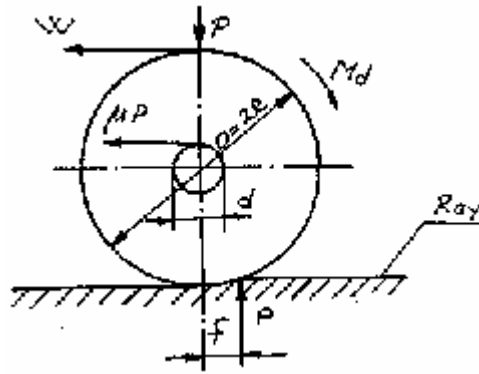
$$\frac{3333.3}{37 * 200} \leq 0.56 * 1.4$$

0.45 daN/mm² ≤ 0.784 daN/mm² olduğundan emniyetli

Ray tekerlek hesabı; F.S. cilt II sayfa 118'e göre hesaplanır.

2.2. Araba Yürütme Motoru

a) Yürütme Direnci Hesabı



Şekil 7

$$W_R = X * \frac{P}{R} \left[\left(f + \mu * \frac{d}{2} \right) + 0.003 * R \right]$$

$$R = D/2 = 200/2 = 100 \text{ mm}$$

$$f = 0.05$$

$$\mu = 0.08 \text{ (Kaymalı yataklar için)}$$

$$P = Q + G_a = 14000 \text{ daN}$$

$$d = 45 \text{ mm}$$

$$W_R = 1.2 * \frac{14000}{10} \left[\left(0.05 + 0.08 * \frac{4.5}{2} \right) + 0.003 * 10 \right] = 436 \text{ daN}$$

b) Yürütme Momenti Direnci → M₁

$$M_1 = W_R * \frac{R}{i} = W_R * R * \frac{n_t}{n_m} \quad (\text{daNcm})$$

$$n_m = 1000 \text{ (d/dk)}$$

$$n_{tekerlek} = V_2 / \pi * d = 24 / \pi * 0.2 = 35.8 \text{ d/dk} \rightarrow \text{tekerlek devir sayısı}$$

$$M_1 = 436.10 * 35.8 / 1000 = 166 \text{ daNcm}$$

c) Doğrusal Hareketin İvme Momenti $\rightarrow M_2$

$$M_2 = m * b * \frac{R}{i} = m * b * R * \frac{n_t}{n_m} \quad (\text{daNcm})$$

m: Doğrusal hareketi yapan kütle

$$m = (Q + G_a) / g = 1427.1 \text{ daNs}^2/\text{m}$$

$$b = \frac{V_2}{60} * \frac{1}{t_a}$$

$$t_a = 2.5 \text{ sn} \quad (\text{FEM cetvel, 6 sayfa 13})$$

$$b = \frac{24}{60} * \frac{1}{2.5} = 0.16 \text{ m/s}^2$$

$$M_2 = 1427.1 * 0.16 * 10 * 35.8 / 1000 = 87.2 \text{ daNcm}$$

d) Dönen Kütlenin İvmeleşme Momenti

$$M_3 = \frac{1}{5} * (M_1 + M_2) = \frac{1}{5} * (166 + 87.2) = 50 \text{ daNcm}$$

e) Motor ve Redüktör Hesabı

$$N_k = \frac{M_k * n_m}{97450 * \eta_{top}} \quad (\text{kw})$$

$$\eta_{top} = 0.8$$

$$M_k = M_1 + M_2 + M_3 = 166 + 87.2 + 50 = 303.2 \text{ daN}$$

$$N_k = \frac{303.2 * 1000}{97450 * 0.8} = 3.8 \text{ kw}$$

Buradaki N_k değerine göre Trifaze Norm motorları katalogundan 4 kw 1000d/dk lık motor seçilir.

AM.132M.W-6

Toplam redüksiyon ;

$$\dot{I}_{top} = n_m / n_{tek} = 960 / 35.8 = 26.5$$

Bu devir sayısına uygun delik milli redüktörü, Yılmaz redüktör katalogundan sayfa E42 den seçeriz.

Uygun redüktör : EV125-132M

Bu bölümdeki yürütme direnci; F.S. cilt II sayfa 110 dan alınmıştır.

Yürütme momentleri; F.S. cilt II sayfa 43 ten alınmıştır.

2.4. Yürütme Mekanizması Fren Hesabı

Motorun nominal momenti $\rightarrow M_n$

$$M_n = 97450 * \frac{P}{n}$$

$$M_n = 97450 * \frac{4}{960} = 406 \text{ daNcm}$$

YAZAN: Elektromanyetik Fren ve Kavrama San. Katalogundan 4 kw 1000 d/dk lik uygun $M_f = 5 \text{ kgm}$ olan manyetik fren seçiliyor.

3. KÖPRÜ KİRİŞ HESABI

3.1. Ana Kiriş Hesabı

3.1.1 Ana Kiriş Boyut Hesabı

Vinç projemizde kutu kirişleri tercih ediyorum. Bu kirişin faydası burulma ve eğilme açısından daha mukavemetli ve işçilik daha ucuzdur.

$$j_{xo} = \frac{P_v}{4 * 10^8} * \frac{l}{f} * \frac{l-r}{l} * \left[3 * l^2 - (l-r)^2 \right] \text{ cmh}$$

bu atalet momentine uygun kiriş grubu oluşur.

$$P_y = Q + G_p = 10000 + 170 = 10170 \text{ daN}$$

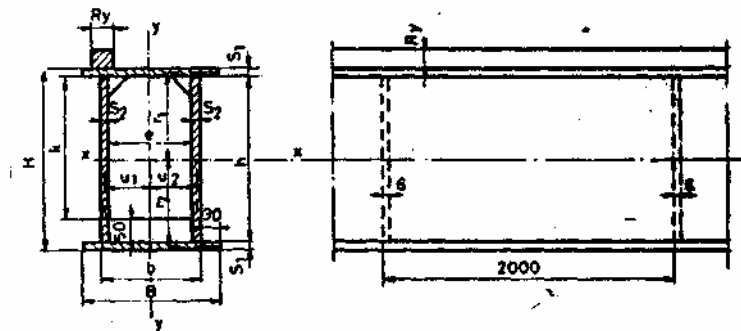
$$l/f = 1000 \text{ (sehim oranı)}$$

$$L = 800 \text{ cm (köprü açıklığı)}$$

$$r = 200 \text{ cm (tekerlek aralığı)}$$

$$j_{xo} = \frac{10170}{4 * 10^8} * 1000 * \frac{800-200}{800} * \left[3 * 800^2 - (800-200)^2 \right] = 29747 \text{ cm}^4$$

K01 kirişi seçilir.



Şekil 8

Kiriş boyutları:

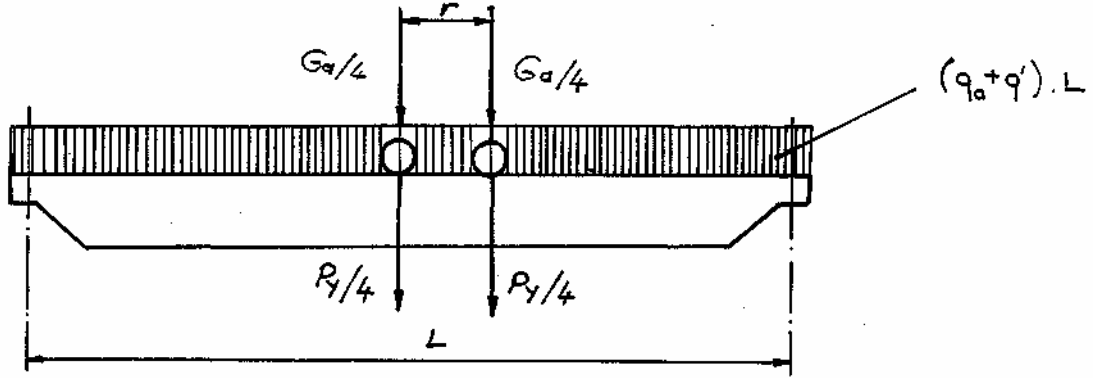
$B = 29 \text{ cm}$	$h = 49 \text{ cm}$	$e = 21.8 \text{ cm}$	$S_1 = 0.6 \text{ cm}$
$S_2 = 0.6 \text{ cm}$	$R_y = 4 \text{ cm}$	$b = 23 \text{ cm}$	$H = 50.2 \text{ cm}$
$r_1 = 20.85 \text{ cm}$	$r_2 = 28.75 \text{ cm}$	$u_1 = 9.56 \text{ cm}$	$u_2 = 12.84 \text{ cm}$
$F_m = 1111 \text{ cm}^2$	$F_o = 29.4 \text{ cm}^2$	$J_x = 42305 \text{ cm}^4$	$J_y = 11459 \text{ cm}^4$
$W_x = 1456 \text{ cm}^3$	$W_y = 710 \text{ cm}^3$	$q_{\text{kiriş}} = 88.5 \text{ kg/m}$	$q'_{\text{platform}} = 40 \text{ kg/m}$

Bu değerlerden görüldüğü gibi;

$J_{x0} = 29747 \text{ cm}^4 < J_x = 42305 \text{ cm}^4$ olduğundan K01 kirişi emniyetlidir.

Bu kiriş değerleri; ÇESAN'ın K.M. kitabından sayfa 8 den alındı.

3.1.2. Ana Kiriş Gerilme Hesapları



Şekil 9

Vincin kendi ağırlığından ileri gelen gerilmeler:

Ana kirişin kendi ağırlığından ileri gelen moment → M_1 (kgcm)

$$M = \frac{(q_a + q') * L^2}{8} \quad (\text{daNcm})$$

$$M_1 = \frac{(0.885 + 0.4) * 800^2}{8} = 102800 \text{ daNcm}$$

Araba ağırlığından ileri gelen max. moment → M_2 (kgcm)

$$M_2 = \frac{Ga}{32 * L} * (2 * L - r)^2 \quad (\text{daNcm})$$

$$M_2 = \frac{4000}{32 * 800} * (2 * 800 - 200)^2 = 306250 \text{ daNcm}$$

Öz ağırlık gerilmeleri:

$$\sigma_1 = M_1 / W_x = 102800 / 1456 = 70.6 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = M_2/W_x = 306250/1456 = 210.4 \text{ daN/cm}^2$$

Kaldırma yükünden ileri gelen gerilme:

Max. moment:

$$M_3 = \frac{PY}{32 * L} * (2 * L - r)^2 \quad (\text{daNcm})$$

$$M_3 = \frac{10170}{32 * 800} * (2 * 800 - 200)^2 = 778640 \text{ daNcm}$$

Kaldırma yükü gerilmesi :

$$\sigma_3 = M_3/W_x = 778640/1456 = 535 \text{ daN/cm}^2$$

Yatay kuvvetlerden ileri gelen gerilme :

Max. moment:

$$M_4 = 0.3 * \left(\frac{L}{4}\right) * \left[\left(q_a + q'\right) * L + \frac{Ga}{2} \right] \quad (\text{daNcm})$$

$$M_4 = 0.3 * \left(\frac{800}{4}\right) * \left[(0.885 + 0.4) * 800 + \frac{400}{2} \right] = 181680 \text{ daNcm}$$

Gerilme:

$$\sigma_4 = M_4/W_y = 181680/710 = 256 \text{ daN/cm}^2$$

Kasılma momenti (Kiriş boyunca aynı) $\rightarrow M_5$

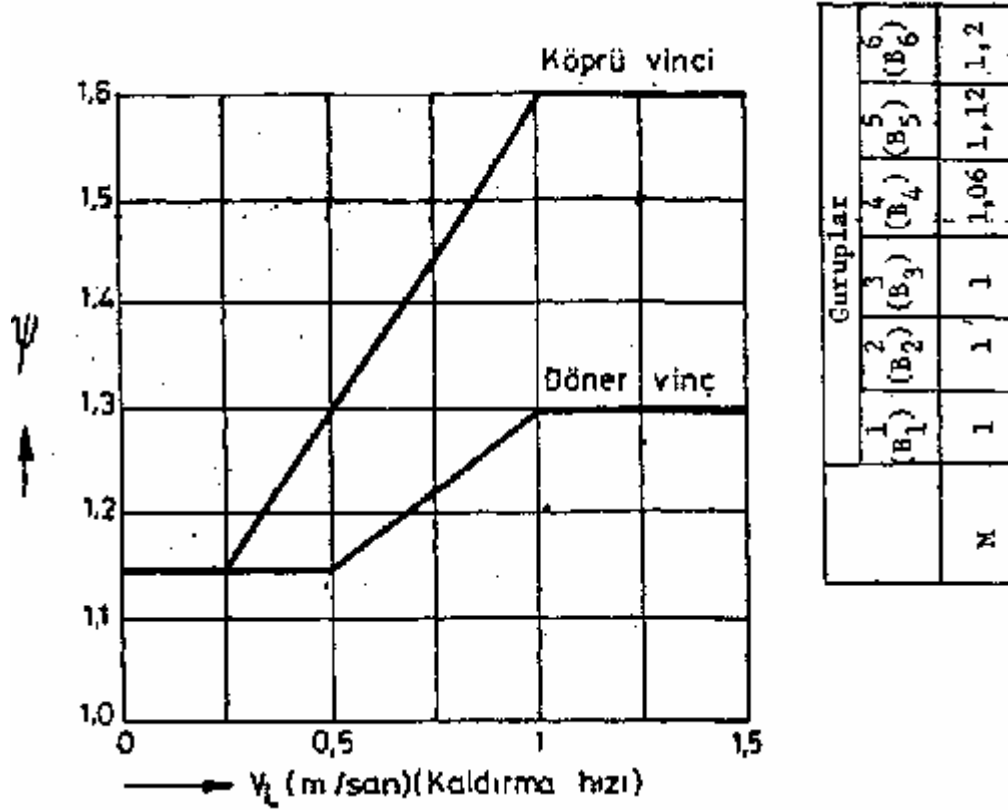
$$M_5 = 0.05 * r * (P_a + P_y) \text{ daNcm} \quad (\text{K.M. sayfa 18})$$

$$M_5 = 0.05 * 200 * (4000 + 10170) = 141700 \text{ daNcm}$$

Gerilmesi:

$$\sigma_5 = M_5/W_y = 141700/710 = 200 \text{ daN/cm}^2$$

Cetvel 3:



$$\sigma_{\max} = M * (\sigma_1 + \sigma_2 + \psi * \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5) \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$$V_1 = 3.5/60 = 0.058 \text{ m/s için } \Psi = 1.15$$

Vinç kiriş grubu 2m için M=1

$$\sigma_{\max} = 1 * (70.6 + 210.4 + 1.15 * 535 + 256 + 200) = 1352.25 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 + \sigma_2 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{\min} = 70.6 + 210.4 = 281 \text{ daN/cm}^2$$

$$X = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{281}{1352.25} = 0.2$$

Ana kirişteki kayma gerilmesinin hesabı : (K.M. sayfa 20)

$$\tau_{\max} = \frac{(\psi * R_1 + M * P_a) * u_1}{4 * S_2 * F_m} + \frac{\psi * R_1 + M * P_a}{4 * S_2 * h} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_{\max} = \frac{(1.15 * 10170 + 1 * 4000) * 9.56}{4 * 0.6 * 1111} + \frac{1.15 * 10170 + 1 * 4000}{4 * 0.6 * 49} = 190 \text{ daN/cm}^2$$

Mukayese gerilmesi:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 * \tau_{\max}^2} = 1392 \text{ daN/cm}^2$$

Sürekli dinamik emniyetli çekme gerilmesi:

$$emn \sigma Dz(x) = \frac{5}{3} * \frac{emn \sigma Dz(-1)}{1 - \left(1 - \frac{5}{3} * \frac{emn \sigma D(-1)}{0.75 * \sigma_B} \right) * x} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

Fe = 37 için $\sigma_B = 3700 \text{ daN/cm}^2$ kopma mukavemeti

Vinç kiriş grubu 2m ve K₄ çentik hali için

$$emn \sigma_{Dz}(x) = \frac{5}{3} * \frac{764}{1 - \left(1 - \frac{5}{3} * \frac{764}{0.75 * 3700}\right) * 0.2} = 1427 \text{ daN/cm}^2$$

$\text{emn}\sigma_z = 1600 \text{ daN/cm}^2$ Fe 37 malzemesi için (K.M. sayfa 20)

Ana giriş gerilme hesapları emniyet kontrolü

Statik kontrol $\sigma_v \leq emn\sigma_z$ olmalı

$1392 \text{ daN/cm}^2 \leq 1600 \text{ daN/cm}^2$ olduğundan emniyetli

Dinamik kontrol $\sigma_v \leq emn\sigma_{\Delta Z(x)}$ olmalı

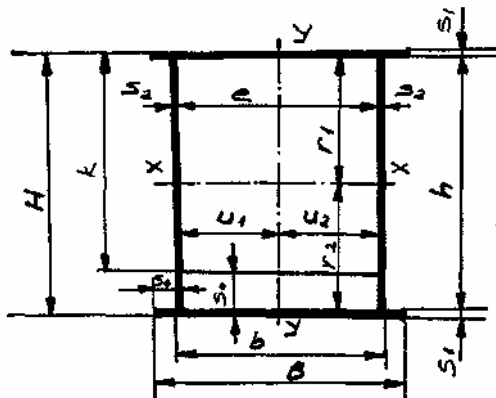
$1392 \text{ daN/cm}^2 \leq 1936 \text{ daN/cm}^2$ olduğundan emniyetli

Kiriş moment ve gerilme hesapları; CESAN'ın Kiriş Hesapları kitabından sayfa 15,16,18 den alındı.

Mukayese gerilmesi; K.M. sayfa 20 den, sürekli emniyet gerilmesi sayfa 10 dan, St 37 malzemesi için σ_B ve $emn\sigma_{\Delta z(x)}$ değerleri sayfa 9 dan alınmıştır.

3.2. Baş Kiriş Hesabı

3.2.1 Baş Giriş Boyut Tespiti



Şekil 10

h = 49 cm L=354 cm

$$e = 21.8 \text{ cm} \quad L' = 454 \text{ cm}$$

$s_1 = 0.6 \text{ cm}$

$$s_2 = 0.6 \text{ cm}$$

$$b = 23 \text{ cm}$$

$$H = 50.2 \text{ cm}$$

$$k = h - 5 = 49 - 5 = 44 \text{ cm}$$

Baş kiriş boyutları üzerinde ray bulunmadığı göz önüne alınarak (K.M. sayfa 8 cetvel 1) den K01 kirişinden alınmıştır.

Nötr eksenler ; r_1, r_2, u_1, u_2 (K.M. sayfa 4)

$$r_1 = r_2 = (h + s_1)/2 = (49 + 0.6)/2 = 24.8 \text{ cm}$$

$$u_1 = u_2 = (e + s_2)/2 = (21.8 + 0.6)/2 = 11.2 \text{ cm}$$

$$J_x = \frac{h^3 * s_2}{6} + \frac{B * s_1}{6} * (s_1^2 + 6 * r_1^2 + 6 * r_2^2) + 2 * s_2 * h * \left(r_2 - \frac{s_1 + h}{2} \right)^2$$

x-x eksenine atalet momenti $\rightarrow J_x$

$$J_x = \frac{49^3 * 0.6}{6} + \frac{29 * 0.6}{6} * (0.6^2 + 6 * 24.8^2 + 6 * 24.8^2) = 33169 \text{ cm}^4$$

x-x eksenine göre atalet momenti $\rightarrow W_x$

$$W_x = \frac{J_x}{r_2 + 0.5 * s_1} = \frac{33169}{24.8 + 0.5 * 0.6} = 1321 \text{ cm}^3$$

y-y eksenine göre atalet momenti $\rightarrow J_y$

$$J_y = \frac{B^3 * s_1}{6} + \frac{h * s_2}{6} * (s_2^2 + 6 * u_1^2 + 6 * u_2^2)$$

$$J_y = \frac{29^3 * 0.6}{6} + \frac{49 * 0.6}{6} * (0.6^2 + 6 * 11.2^2 + 6 * 11.2^2) = 9816 \text{ cm}^4$$

y-y eksenine göre mukavemet momenti $\rightarrow W_y$

$$W_y = \frac{J_y}{u_2 + 0.5 * s_2 + 3} = \frac{9816}{11.2 + 0.5 * 0.6 + 3} = 976.98 \text{ cm}^3$$

Kayma gerilmesi için gerekli alan değerleri $\rightarrow F_0, F_m$

$$F_m = (u_1 + u_2) * (r_1 + r_2)$$

$$F_m = 2 * 11.2 * 2 * 24.8 = 1111.04$$

$$F_0 = s_2 * h = 0.6 * 49 = 29.4$$

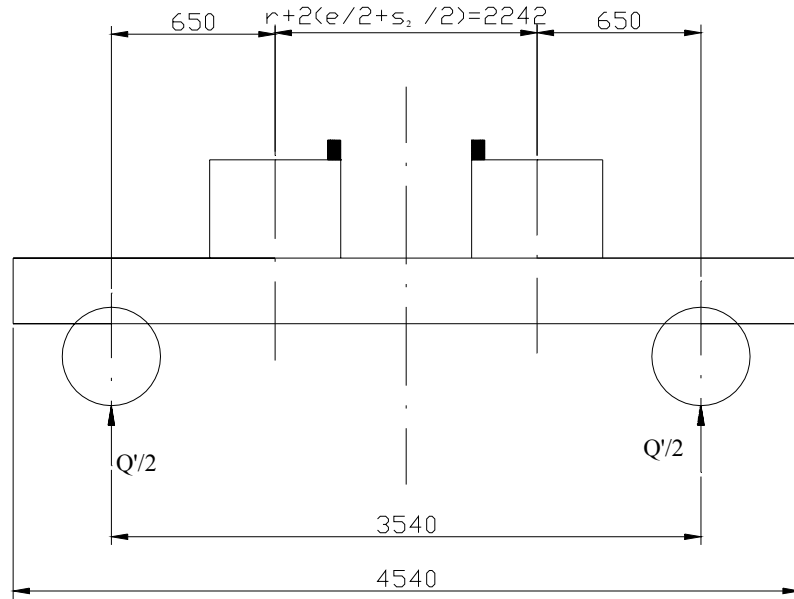
Baş kirişin birim boy ağırlığı $\rightarrow q_b$ (kg/m)

$$q_b = 1.57 * (s_2 * h + s_1 * b) + 0.785 * (0.003 * e * k)$$

$$q_b = 1.57 * (0.6 * 49 + 0.6 * 29) + 0.785 * (0.003 * 21.8 * 44)$$

$$q_b = 75.73 \text{ (kg/m)}$$

3.2.2 Baş kiriş boyut hesabı



Kiriş Hesapları sayfa 8 cetvel 1 den K01 kirişinden alınmıştır.

Ana kiriş ağırlığı : $Q^1 = (q_a + q') \cdot L = (88.5 + 40) = 1028 \text{ daN}$

Max. moment :

$$M_1 = (Q'/2) \cdot 65 = (1028/2) \cdot 65 = 33410 \text{ daNcm}$$

$$\sigma_1 = M_1 / W_x = 33412 / 1321 = 25.3 \text{ daN/cm}^2$$

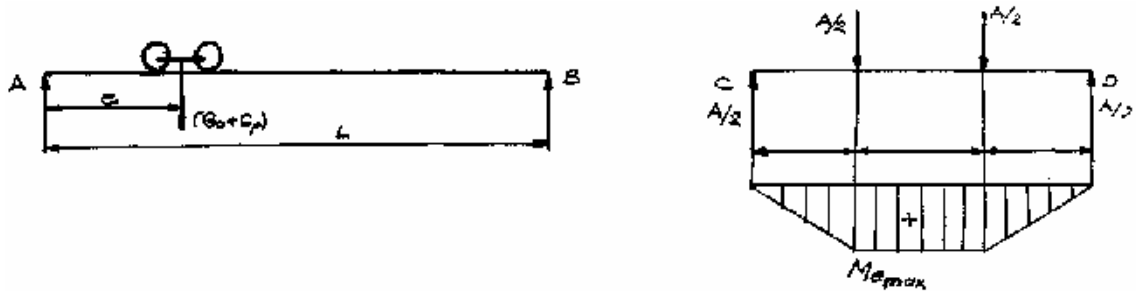
Baş kirişin kendi ağırlığından ileri gelen gerilme;

Max. moment:

$$M_2 = (q_b \cdot L^2) / 8 = (0.75 \cdot 354^2) / 8 = 11748 \text{ daNcm}$$

$$\sigma_2 = M_2 / W_x = 11748 / 1321 = 8.9 \text{ daN/cm}^2$$

Araba ağırlığından ileri gelen gerilme:



Şekil 12

Araba ağırlığından baş kirişe gelen yük $\rightarrow A$ (daN)

$$A = (G_a + G_p) * (L - e) / L = (4000 + 170) * (800 - 150) / 800 = 3388.125 \text{ daN}$$

Max. moment:

$$M_3 = [(A/2) * 65] = 110114 \text{ daNcm}$$

Gerilme :

$$\sigma_3 = M_3 / W_x = 110114 / 1321 = 83.3 \text{ daN/cm}^2$$

Kaldırma yükünden ileri gelen gerilme :

Kaldırma yükünden baş kirişe gelen yük $\rightarrow A$ (kg)

$$A = Q * (L - e) / L = 10000 * (800 - 150) / 800 = 8125 \text{ daN}$$

Max. moment :

$$M_4 = (A/2) * 65 = (8125/2) * 65 = 264062.5 \text{ daN}$$

Gerilme :

$$\sigma_4 = M_4 / W_x = 264062.5 / 1321 \cong 200 \text{ daN/cm}^2$$

Yatay yüklerden ileri gelen gerilme :

Atalet kuvvetlerinden ileri gelen yatay yüklerin meydana getirdiği gerilmeler çok küçük olduğu için düşey yüklerin (1/10)'u yatay kuvvet olarak alınır.

$$Q_y = (1/10) * (Q' + G_a/2 + Q/2 + Q_p/2 + q_b * L/2)$$

$$Q_y = (1/10) * (1028 + 4000/2 + 170/2 + 75.73 * 3.54/2 + 10000/2) = 824 \text{ daN}$$

Max. moment:

$$M_5 = Q_y * 65 = 824 * 65 = 53560 \text{ daNcm}$$

Gerilme:

$$\sigma_5 = M_5 / W_y = 53560 / 677 = 79 \text{ daN/cm}^2$$

Max. gerilmeler:

$$M = 1$$

$$\psi = 1.5$$

$$\sigma_{\max} = M * (\sigma_1 + \sigma_2 + \psi * \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5)$$

$$\sigma_{\max} = 1 * (25.3 + 8.9 + 1.15 * 83.3 + 200 + 79) = 409 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 + \sigma_2 = 25.3 + 8.9 = 34.2 \text{ daN/cm}^2$$

$$X = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = 34.2 / 409 = 0.08$$

Fe 37 malzemesi için $\text{emn}\sigma_z = 1600 \text{ daN/cm}^2$

$X = -1$ kabul edilmesi halinde kiriş daha emniyetli olur.

Buna göre vinç kiriş grubu B_3 ve K_4 çentik hali için $emn\sigma_{D(-1)} = 764 \text{ daN/cm}^2$
(K.M. sayfa 8 cetvel 3)

Baş kiriş gerilme hesapları emniyet kontrolü:

Statik kontrol :

$$\sigma_{\max} \leq emn\sigma_z$$

$$\sigma_{\max} = 409 \text{ daN/cm}^2 < emn\sigma_z = 1600 \text{ daN/cm}^2 \text{ Emniyetli}$$

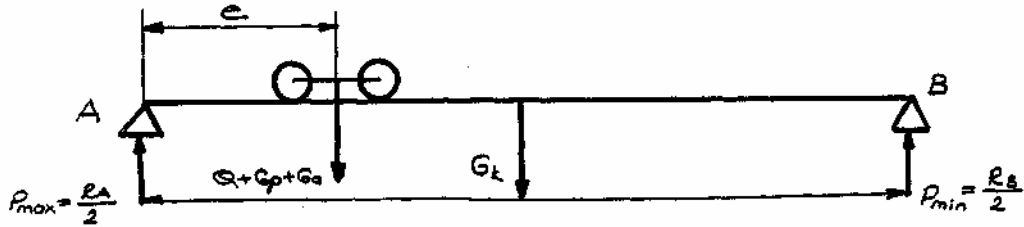
Dinamik kontrol :

$$\sigma_{\max} \leq emn\sigma_{\Delta(-1)}$$

$$\sigma_{\max} = 409 \text{ daN/cm}^2 < emn\sigma_{\Delta(-1)} = 764 \text{ daN/cm}^2 \text{ Emniyetli}$$

4.KÖPRÜ YÜRÜTME MEKANİZMASI HESABI

4.1. Tekerlek ve Ray Hesabı



Şekil 13

$$e = 150$$

$$l = 800 \text{ cm köprü açıklığı}$$

$$Q = 10000 \text{ daN kaldırma yükü}$$

$$G_p = 170 \text{ daN kanca bloku ağırlığı}$$

$$G_a = 4000 \text{ daN araba ağırlığı}$$

$$G_k = \text{Ana kiriş ağırlığı} + \text{Baş kiriş ağırlığı}$$

$$G_k = 2 \cdot (q_a + q') \cdot L + 2 \cdot q_b \cdot L_b$$

$$G_k = 2 \cdot (88.5 + 40) \cdot 8 + 2 \cdot 75.73 \cdot 3.84 = 2637.6 \text{ daN}$$

$\Sigma M_a = 0$ yüklü durumu için

$$(Q + G_p + G_e) * e + G_k * (L/2) - R_B * L = 0$$

$$(10 + 0.17 + 4) * 1.5 + 2.637 * (8/2) - R_B * 8 = 0$$

$$R_B = 3.975 \text{ Mp} = 3975 \text{ daN}$$

$$R_A + R_B = Q + G_p + G_a + G_k$$

$$R_A + 3.975 = 10 + 0.17 + 4 + 2.637$$

$$R_A = 12.832 \text{ Mp} = 12832 \text{ daN}$$

TEKERLEK SEÇİMİ

$P_{\max} = 6.41$ ton için (F.S. ciltII sayfa 108 cetvel 43 den) $D = 315$ mm çaplı dar tekerlek seçildi. Tekerlek aks çapı 60 mm (F.S. ciltII sayfa 124 cetvel 50 den) alındı ve bu tekerlek için A45 rayı seçildi. A45 rayı için gerekli boyutlar (F.S. ciltII sayfa 106 cetvel 41 den) $K = 45$ mm, $r_1 = 4$ alındı. Buna göre $b = k - 2 * r_1 = 45 - 2 * 4 = 37$ mm olmaktadır.

Tekerlek malzemesi D.Ç. 60 için (F.S. ciltII sayfa 118 cetvel 45 den) emniyetli yüzey basıncı $P_L = 0.56 \text{ daN/mm}^2$ alındı.

$D = 315$ mm ve $V_{\text{köp}} = 46$ m/dk için (F.S. ciltII sayfa 120 cetvel 147 den) $c_1 = 0.95$ alındı. Vinç tahrik sınıfı 2m için (F.S. ciltII sayfa 120 cetvel 48 den) $c_2 = 1$ alındı.

$$P_{\text{mit}} / (6 * D) \leq P_L * c_1 * c_2$$

$$4600 / (37 * 315) \leq 0.56 * 0.95 * 1$$

$$0.39 \leq 0.53 \text{ olduğundan Emniyetli}$$

4.2. Köprü Yürütme Motoru Hesabı :

a) Yürütme Direnci Hesabı :

$$W = X * \frac{P}{R} * \left(f + \mu * \frac{d}{2} + 0.003 * R \right) \text{ (daN)}$$

$$X = 2 \rightarrow \text{Rulmalı yatak için (F.S. ciltII sayfa 110)}$$

$$F = 0.05 \text{ cm} \rightarrow \text{(F.S. ciltII sayfa 110)}$$

$$\mu = 0.002 \rightarrow \text{Rulmalı yataklarda}$$

$$R = D/2 = 315/2 = 157.5 \text{ mm}$$

$$d = 60 \text{ mm (aks çapı)}$$

$$P = Q + G_p + G_e + G_k = 10000 + 170 + 4000 + 2637.6 = 16807.6 \text{ daN}$$

b) Yürütme direnci momenti : →M₁

$$M_1 = W * R * n_t / n_m \text{ (daNcm)}$$

$$W = 2 * \frac{16807.6}{15.75} * \left(0.05 + 0.002 * \frac{6}{2} + 0.003 * 15.75 \right) = 220.4 \text{ daN}$$

$$n_{\text{tekerlek}} = V_3 / \pi * D = 46 / \pi * 0.315 = 46.48 \text{ d/dk}$$

$$n_m = 1000 \text{ d/dkkabul}$$

$$M_1 = 220.4 * 15.75 * 46.48 / 1000 = 161.3 \text{ daNcm}$$

c) Yürütme direnci hesabı : →M₂

$$M_2 = m * b * R * n_t / n_m$$

$$m = p / g = 16807.6 / 9.81 = 1713.3 \text{ daNs}^2/\text{m}$$

$$b = V_3 / 60 * t_a \quad (t_a = 5.7 \text{ F.S. cilt III cetvel 6})$$

$$b = 46 / 60 * 5.7 = 0.134 \text{ m/s}^2$$

$$M_2 = 1713.3 * 0.134 * 15.75 * 46.48 / 1000 = 168 \text{ dancm}$$

d) Dönen kütlelerin ivmeleşme momenti : →M₃

$$M_3 = \%20 * (M_1 + M_2) = 1/5 * (168 + 161.3) = 66 \text{ daNcm}$$

d) Motor gereklilik ilk hareket gücü ve motor seçimi

$$N_k = M_k * \frac{n_m}{97450 * \eta_t} \quad \eta_t = 0.8$$

$$M_k = M_1 + M_2 + M_3 = 168 + 161.3 + 66 = 395 \text{ daNcm}$$

$$N_k = 346.8 * \frac{1000}{97450 * 0.8} = 5.1$$

$$5.1 / 2 = 2.55$$

Buna uygun motor katalogundan 3kw 1000 d/dk AM 132SX-6

4.3. Köprü Yürütme Redüktör Seçimi :

$$\text{Toplam redüksiyon : } i_{\text{top}} = n_m / n_t = 960 / 46.48 = 20.15$$

Tekerlek direkt redüktörden döndürülür.

ZET redüktör katalogundan 2KA215 redüktörü seçilir.

4.4. Köprü Yürütme Mekanizması Fren Hesabı :

$$M_n = 97450 \cdot 3 / 960 = 304.5 \text{ daNcm}$$

K1 → kaplini seçilir.

Fren hesabı :

YAZAN Elektromanyetik Fren Katalogundan seçilir.

KAYNAKLAR

1. CÜRGÜL İsmail, “ Transport Tekniği “
Kocaeli Üniversitesi yayınları, Kocaeli-1995
2. ERNST Hellmut, “ Kaldırma Makineleri “
Ankara, Mert-1973
3. DEMİRİSOY Mustafa, “Transport Tekniği “
Birsan Yayınları, İstanbul-1993
4. SUNER Faruk, “ Kaldırma ve İletim Makineleri “
Eğitim Yayınları, İstanbul-1988
5. SKF Genel Rulman Katalogu
6. ARF Dündar, ALIŞVERİŞÇİ Mustafa, “ Kiriş Hesapları I “
CESAN Teknik yayınları

