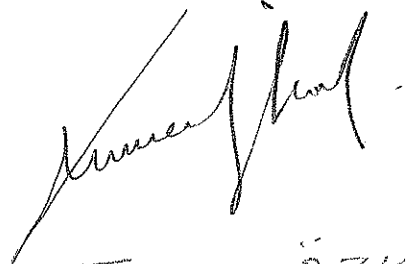


Sürtünme Tamburlu (KOEPE)

Kuyu Nakliyatı

-1-



Tuncer ÖZKAN
Mak. Y. Müh

(Bergbaumechanik)
Dr. Ing. W. Ostermann

4. 21

Bergbaumechanik
Dr. Ing. W. Ostermann

Almanca tercüme - 1 -
katkılarından dolayı
Sn. Ramazan KARAASLAN
teşekkür ederim.

Kuyu nakliyatı

a-) Sürünme tamburlu (KOEPF) nakliyatta,
halat kaymasına karşı dinamik emniyet.

Kullanılan semboller ve birimleri:

G_{tot} [kp] - Kafes, skip veya denge (karşı) ağırlıkları, koşum takımı, boş ocak arabaları, kuyu halatları ve v.s ağırlıklara karşılık gelen ölü yük ağırlık kuvveti (Her bir nakliyat kanadı için)

$G_{ü}$ [kp] - Aşırı yük kuvveti veya en büyük fazla ağırlık kuvveti. Halat ağırlık kuvvetleri eşit değilse,
 $G_{Sü} = G_{S1} - G_{S2}$ ve $G_{ü} = G_N + G_{Sü}$
(G_N - Faydalı yük)

$(GD_i^2)_S$ [kp m²] - Her bir halat karsuajının (molet) savurma momenti

$G_{Sred.} = \frac{(GD_i^2)_S}{D_S^2}$ [kp] - Her bir moletin halat merkezine (ortasına) indirgenmiş ağırlık kuvveti

D_S [m] - Molet çapı

F_{S1} [kp] - Halat kuvveti (Koepe tanburunda yüklü taraftaki halat kuvveti) -2-

F_{S2} [kp] - Halat kuvveti (Koepe tanburunda yüksüz taraftaki halat kuvveti)

μ - Sürtünme katsayısı (Halat ile Koepe tanburu arasındaki.) Alman maden nizamnamesi.

17. paragrafında yer alan dipnot'a göre, ana ihraç kuyularında olduğu gibi orta ve küçük tesislerde, halat ile Koepe tanburu arasındaki sürtünme katsayısı 0,25 olarak verilmiştir.

α - Halat temas açısı. (Gerçek - geometrik - Koepe tanburu veya sürtünme tanburu kavraması açısı)

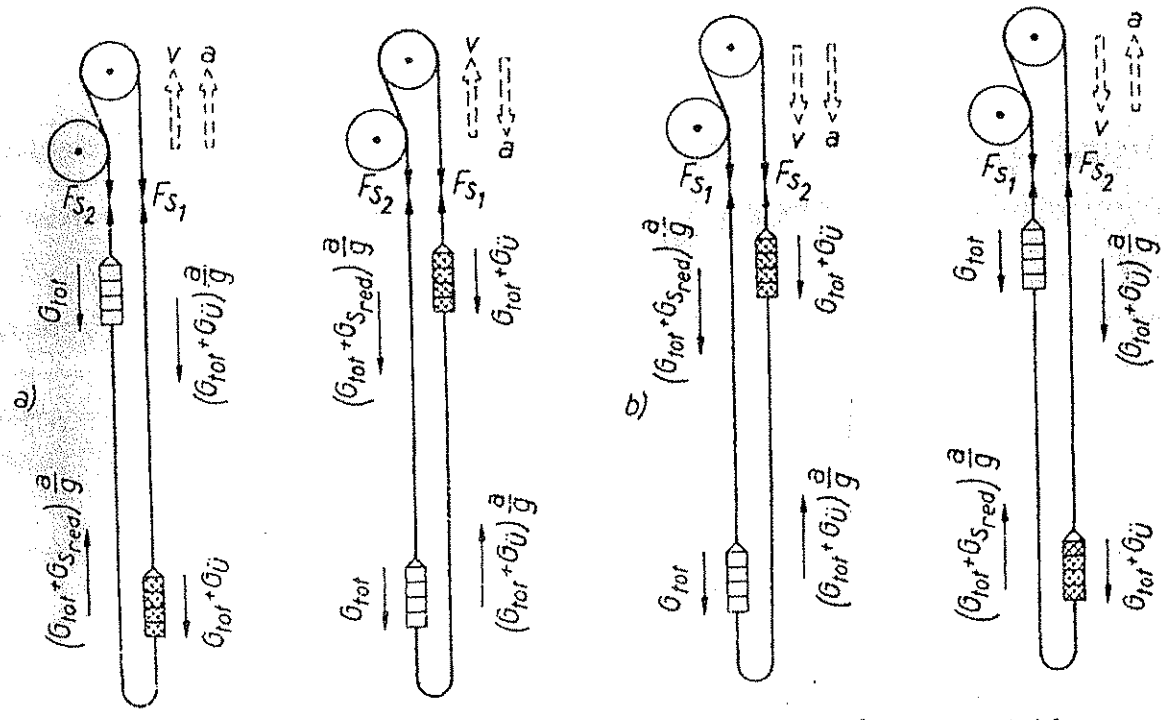
İncelemeler önce, Şekil 1 de görüldüğü gibi

kılavuz kasnaklı kule nakliyat tesislerinde yapılmıştır. Burada yükün şekilmesi ve indirilmesinde olduğu gibi harekete geçme (kalkış) ve yavaşlama (fronteme) için kuvvet oranları gösterilmiştir.

Kule nakliyat sistemlerinde halat

kayma emniyeti

1 - Yükün çekilmesinde harekete geçme (kalkış) ve yükün yavaşlamada yavaşlama (fronteme) hali için (Şekil 1: $a1, b2$),



1-) Harekete geçme

2-) Yavaşlama (Frenleme)

1-) Harekete geçme

2-) Yavaşlama (Frenleme)

Şekil 1- Sürtünme tanburlu (KOEPE) bir kule nakliyat tesisinde (sisteminde) oluşan kuvvetler (Kılavuz kasnak, serbest veya yüksüz dönmelidir)
 a) Yükün çekilmesinde
 b) Yükün indirilmesinde

F_{S1w} - Ortaya çıkan perçek çekme kuvveti [kp]

$$F_{S1w} = m_f + m \cdot a = \frac{G_{tot} + G_{ü}}{m \cdot f} + \frac{G_{tot} + G_{ü}}{f} \cdot a$$

$$F_{S1w} = (G_{tot} + G_{ü}) \left(1 + \frac{a}{f} \right)$$

$$\| F_{S1w} = \left[\frac{(G_{tot} + G_{ü})}{f} \right] (f + a)$$

$$F_{S2} = G_{ü} - \frac{G_{tot}}{f} - \frac{G_{sred}}{f}$$

$$F_{S2} = G_{tot.} - (G_{tot.} + G_{s'_{red.}}) \frac{\alpha}{f}$$

$$\parallel F_{S2} = \frac{G_{tot.}}{f} (f - \alpha) - \frac{G_{s'_{red.}}}{f} \cdot \alpha$$

F_{Uw} - Gerçek kavrama eğrisine karşılık gelen çevre kuvveti [kp]

$$F_{Uw} = F_{S1w} - F_{S2} = \left[\frac{(G_{tot.} + G_{ü})}{f} (f + \alpha) \right] - \frac{G_{tot.}}{f} (f - \alpha) + \frac{G_{s'_{red.}}}{f} \alpha$$

$$F_{Uw} = \frac{G_{tot.}}{f} (f + \alpha) + \frac{G_{ü}}{f} (f + \alpha) - G_{tot.} + \frac{G_{tot.}}{f} \alpha + \frac{G_{s'_{red.}}}{f} \cdot \alpha$$

$$\parallel F_{Uw} = \frac{2 G_{tot.}}{f} \cdot \alpha + \frac{G_{ü}}{f} (f + \alpha) + \frac{G_{s'_{red.}}}{f} \cdot \alpha$$

$F_{U\varphi}$ - Geometrik kavrama eğrisine karşılık gelen çevre kuvveti [kp]

$$F_{U\varphi} = F_{S1} - F_{S2}$$

Burada, yüklü taraftaki halat kuvveti (daha büyük olan halat kuvveti) ile ilgili olacaktır,

$$F_{S1} = F_{S2} \cdot e^{\mu \alpha} \quad (1)$$

esitliği yazılabilir

α - Yayın açısı (radyan) olarak kavrama açısıdır

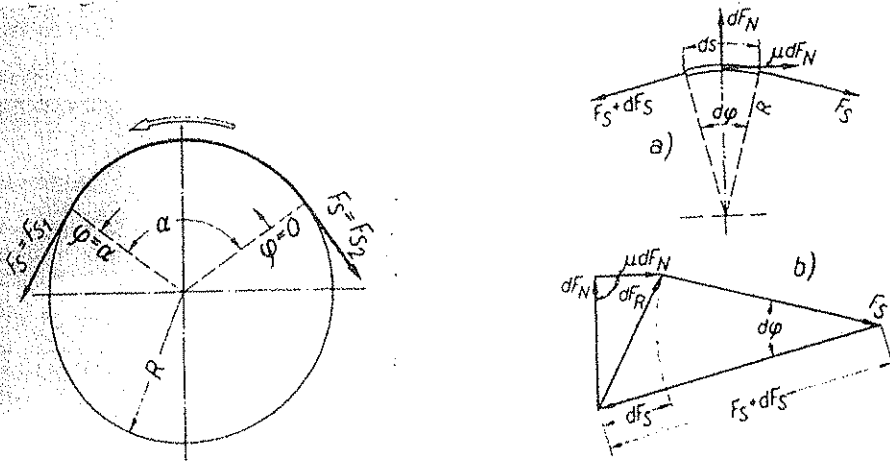
$$\alpha = \frac{\pi}{180}$$

$$F_{Uf} = F_{S2} e^{\mu \alpha} - F_{S2}$$

$$F_{Uf} = F_{S2} (e^{\mu \alpha} - 1) = \left[\frac{G_{tot}}{f} (p - \alpha) - \frac{G_{sred}}{f} \cdot \alpha \right] (e^{\mu \alpha} - 1)$$

$F_{S1} = F_{S2} \cdot e^{\mu \alpha}$ denkleminin nereden geldiğine bir bakalım;

Bir KOEPE taahrik tamburuna sarılı halatın, çerçin (yükli) ve pervane (yüksüz) taraflarındaki germe kuvvetleri F_{S1} ve F_{S2} , halatla tambur arasındaki yüzey basıncı p ve sürtünme katsayısı μ olsun.



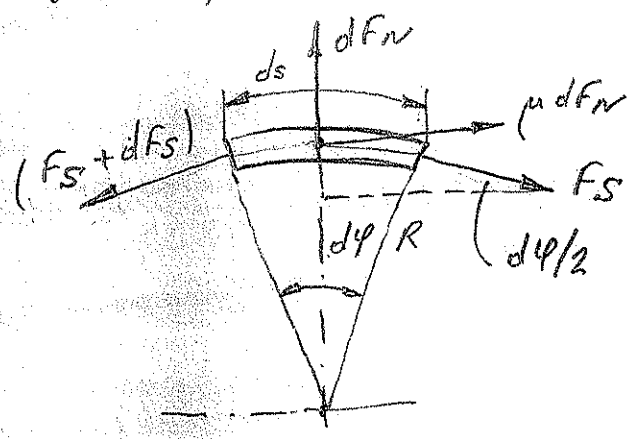
Şekil 2. KOEPE tamburu ve bir halat elemanına tesir eden kuvvetler.

$d\phi$ açılı bir halat elemanına pozisyon alalım (Şekil 2).

Bu elemanın uclarına tesir eden germe kuvvetleri: F_S ve $(F_S + dF_S)$ dir. Ayrıca α yüzey basıncından dolayı tamburun tatbik ettiği normal kuvvet dF_N sürtünme (çektirme) kuvveti μdF_N ve sentrifüj kuvveti, halat elemanına

tesir eden kuvvetlerdir.

• Düşey kuvvetlerin dengesinden,



$$dF_N = F_S \sin \frac{d\varphi}{2} + (F_S + dF_S) \sin \frac{d\varphi}{2}$$

$$dF_N = 2 F_S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} + dF_S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2}$$

ikinci mertebeden terimler ihmal edilir ve a sinin küçükliğinde $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$ alınır

$$dF_N = 2 F_S \cdot \frac{d\varphi}{2} \rightarrow dF_N = F_S \cdot d\varphi$$

elde edilir.

• Yatay kuvvetlerin dengesinden,

$$(F_S + dF_S) \cos \frac{d\varphi}{2} = F_S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} + \mu dF_N$$

$$dF_S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} = \mu dF_N$$

$$\cos \frac{d\varphi}{2} \approx 1$$

olduğundan,

$$dF_S = \mu dF_N$$

$$dF_N = F_S \cdot d\varphi \quad (\text{Yukarıda elde ettik}) \quad \text{yerine}$$

konular.

$$dF_S = \mu F_S \cdot d\varphi$$

$$\frac{dF_s}{F_s} = \mu d\varphi$$

$$\int \frac{dF_s}{F_s} = \mu \int d\varphi$$

elde edilir. Burada,

$$\left. \begin{aligned} \varphi = 0 &\rightarrow F_{S1} = F_{S2} \\ \varphi = \alpha &\rightarrow F_{S1} = F_{S1'} \end{aligned} \right\} \text{Sınır şartları ile integrasyon sonucu,}$$

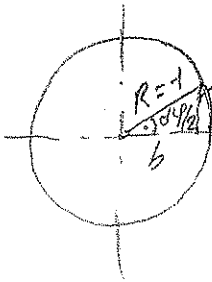
$$\int_{F_{S2}}^{F_{S1}} \frac{dF_s}{F_s} = \mu \int_0^\alpha d\varphi$$

$$\ln \frac{F_{S1}}{F_{S2}} = \mu \cdot \alpha \rightarrow \frac{F_{S1}}{F_{S2}} = e^{\mu \alpha}$$

$$\| F_{S1} = F_{S2} \cdot e^{\mu \alpha}$$

bağıntısını verir.

Not:



$$\hat{\alpha} = R \cdot \frac{d\varphi}{2} = \frac{d\varphi}{2}$$

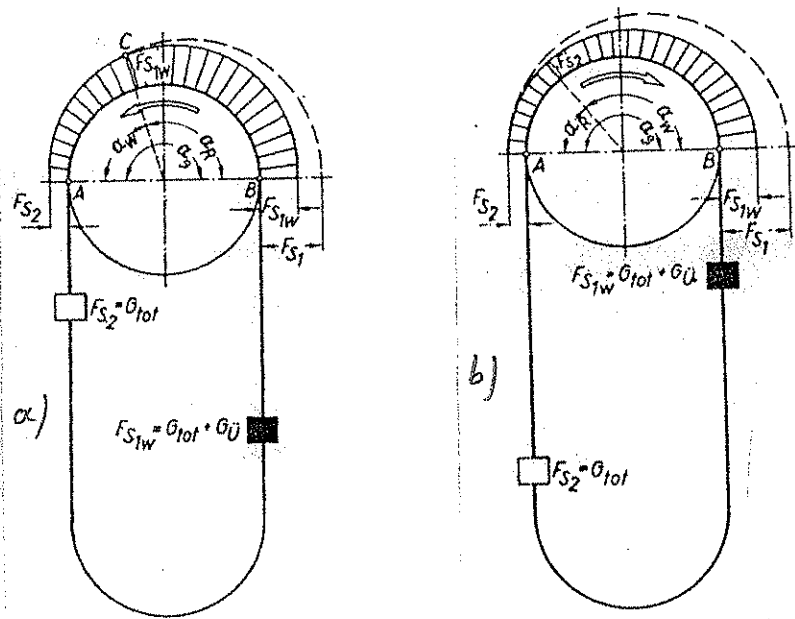
(R=d Trigonometrik sember)

$$\sin \frac{d\varphi}{2} = \frac{a}{R} = \alpha \approx \hat{\alpha} = \frac{d\varphi}{2}$$

$$\cos \frac{d\varphi}{2} = \frac{b}{R} \approx 1$$

F_{S1} , F_{S2} ve F_{S1w} kuvvetleri Şekil 3 ten de incelenebilir.

Hata kaymasına karşı dinamik emniyet faktörünü dinamik kuvvet oranları olarak



Şekil 3 - Sürtünme tabanlı (KOEPE) nakliyatta halat kuvvetleri:

- a) Yükün çekilmesi:
- b) Yükün indirilmesi:

α_f - Geometrik kavrama yayı

α_w - Sürtünme yayı

$\alpha_R = \alpha_f - \alpha_w$ (Hareketsiz sürtünme yayı)

$$v_{Rdyn} = \frac{F_{uf}}{F_{uw}}$$

formülü ile tanımlanmıştır. F_{uf} ve F_{uw} değerleri ile,

$$v_{Rdyn} = \frac{[G_{tot} (\rho - \alpha) - G_{sred} \cdot \alpha] (e^{\mu \alpha} - 1)}{2 G_{tot} \cdot \alpha + G_{\dot{u}} (\rho + \alpha) + G_{sred} \cdot \alpha} \quad (2)$$

elde edilir.

Şekil 3 de, yükün çekilmesi ve indirilmesi halinde kuvvetler elde edilir:

$$F_{S1w} = G_{\dot{u}} + G_{\dot{u}}$$

$$F_{S2} = G_{tot}$$

$$F_{uw} = F_{s1w} - F_{s2} = G_{tot.} + G_{\ddot{u}} - G_{tot.}$$

$$F_{uw} = G_{\ddot{u}} \quad (3)$$

Diğer taraftan,

$$F_{uf} = F_{s1} - F_{s2} = F_{s2} \cdot e^{\mu \alpha_f} - F_{s2}$$

$$F_{uf} = F_{s2} (e^{\mu \alpha_f} - 1)$$

$$F_{uf} = G_{tot.} (e^{\mu \alpha_f} - 1) \quad (4)$$

ve

Halat kaymasına karşı statik emniyet katsayısı,

$$V_R = \frac{F_{uf}}{F_{uw}}$$

$$V_R = \frac{G_{tot.} (e^{\mu \alpha_f} - 1)}{G_{\ddot{u}}}$$

elde edilir.

Eşitlik 2 de, $V_{Rdyn.} = 1$ konursa, halat kaymasının kararsız (dengelessiz) sınır değeri için,

- Yüken indirilmesinde müsaade edilen max. yavaşlama (max. azalan ivme)
- veya,
- Yüken çekilmesinde müsaade edilen max. hızlanma (max. artan ivme)

hesaplanır. Hesaplayalım;

$$2 G_H + G_{\ddot{u}} (p + \alpha) + G_{sred.} \alpha \leq [G_H (p - \alpha) - G_{sred.} \alpha] (e^{\mu \alpha} - 1)$$

$$\alpha [G_H (1 + e^{\mu \alpha}) + G_{sred.} e^{\mu \alpha} + G_{\ddot{u}}] \leq p [G_H (e^{\mu \alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}]$$

$$\alpha \leq \frac{G_{tot} \cdot (e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}}{G_{tot} \cdot (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{S_{red}} \cdot e^{\mu\alpha} + G_{\ddot{u}}} \cdot f \quad (5)$$

2- Yüknün çekilmesinde yavaşlama (frenleme) ve yükün indirilmesinde harekete geçme (kalkış) hâli için (Şekil 1: a2, b1);

1 haline benzer şekilde kuvvetleri yazalım;

$$F_{S1W} = \frac{G_{tot} + G_{\ddot{u}}}{f} (f - \alpha)$$

$$F_{S2} = \frac{G_{tot}}{f} (f + \alpha) + \frac{G_{S_{red}} \cdot \alpha}{f}$$

$$F_{UW} = \frac{G_{\ddot{u}}}{f} (f - \alpha) - \frac{2 G_{tot}}{f} \cdot \alpha - \frac{G_{S_{red}} \cdot \alpha}{f}$$

$$F_{U\ddot{u}} = \left[\frac{G_{tot}}{f} (f + \alpha) + \frac{G_{S_{red}}}{f} \alpha \right] (e^{\mu\alpha} - 1)$$

$$v_{R_{dyn}} = \frac{F_{U\ddot{u}}}{F_{UW}}$$

$$v_{R_{dyn}} = \frac{[G_{tot} \cdot (f + \alpha) + G_{S_{red}} \cdot \alpha] (e^{\mu\alpha} - 1)}{G_{\ddot{u}} (f - \alpha) - 2 G_{tot} \cdot \alpha - G_{S_{red}} \cdot \alpha} \quad (6)$$

Eşitlik 2 ile eşitlik 6 yı karşılaştıracak olursak, eşitlik 6'nın eşitlik 2'ye göre:

- Payı daha büyük
- Paydaşını daha küçük

olduğu görülür.

Yani, halat kaymalarına karşı dinamik emniyet-11-2 halinde 1 halinden daha büyüktür. Demek ki, yükün çekilmesinde müsaade edilen yavaşlama ve yükün indirilmesinde müsaade edilen hızlanma ivmelerinin hesaplanmasına gerek yoktur. Ana halat nakliyat sistemleri için "Maden Mirasnamesi" de sadece 1. hal için yükün indirilmesinde müsaade edilen yavaşlama ivmesinin hesabını istemektedir.

Arazi üzerindeki (yerde kurulu) nakliyat tesislerinde ve BERGHOFF'a göre kurulan vinçlerde kayma emniyetinin incelenmesi için Şekil 4'e göre sürtünme tanbur seviyesi altındaki ölü yük ağırlık kuvveti (G_{tot}), her nakliyat taraafının (kornadının) halat ağırlık kuvvetleri hesaplanacaktır. Burada,

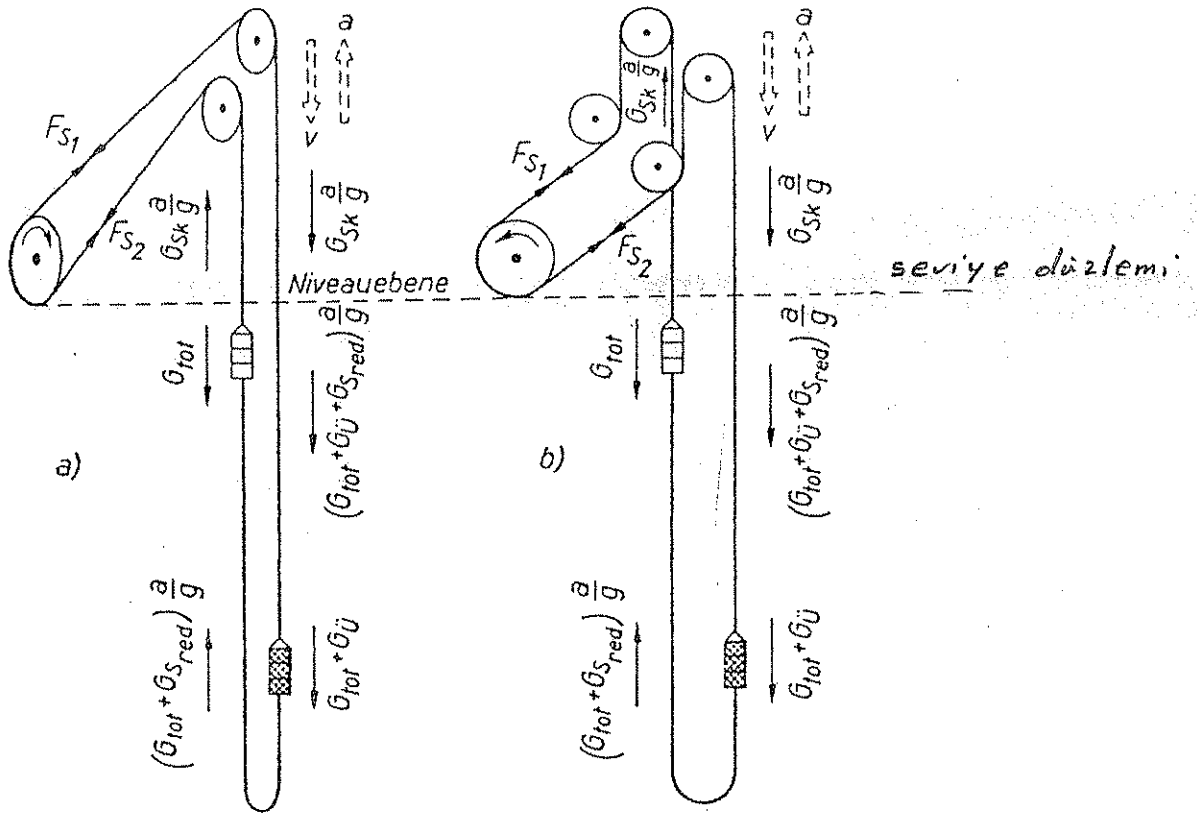
G_{sk} [kp] - Bir nakliyat kornadından, sürtünme tanburundan çıkıp halat karnajı üzerinden geçerek sürtünme tanburu seviyesine kadar uzanan halat parçasının ağırlık kuvveti.

Şekil 4 a ve b den faydalanılarak, yükün indirilmesinde yavaşlama için aşağıdaki denklemleri yazabiliriz,

$$F_{S1w} = G_{tot} + G_{ü} + (G_{tot} + G_{ü} + G_{sred} + G_{sk}) \frac{\alpha}{f}$$

$$F_{S1w} = i \frac{G_{tot} + G_{ü}}{f} (f + \alpha) + \frac{G_{sred} + G_{sk}}{f} \cdot \alpha$$

$$F_{S2} = G_{tot} - (G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) \frac{\alpha}{f}$$



Şekil 4 - Sürtünme tanburta nakliyat

tesisinde (sisteminde) oluşan kuvvetler, yükün indirilmesinde yavaşlama.

a) Yer (arazi) seviyesinde kurulu nakliyat tesis.

b) BERGHOFF'a göre kurulan vinç

$$F_{uw} = F_{S1w} - F_{S2} = \left(2 G_{tot} + 2 G_{S_{red}} + 2 G_{S_{sk}} + G_{\ddot{U}} \right) \frac{a}{f} + G_{\ddot{U}}$$

$$F_{uf} = F_{S2} (e^{\mu \alpha} - 1)$$

$$F_{uf} = \left[G_{tot} - (G_{tot} + G_{S_{red}} + G_{S_{sk}}) \frac{a}{f} \right] (e^{\mu \alpha} - 1)$$

$$v_{R_{dyn}} = \frac{F_{uf}}{F_{uw}} = \frac{\left[G_{tot} - (G_{tot} + G_{S_{red}} + G_{S_{sk}}) \frac{a}{f} \right] (e^{\mu \alpha} - 1)}{\left(2 G_{tot} + 2 G_{S_{red}} + 2 G_{S_{sk}} + G_{\ddot{U}} \right) \frac{a}{f} + G_{\ddot{U}}} \quad (7)$$

Yükün indirilmesinde müsaade edilen yavaşlama oranının (azalan ivme) hesaplanması için, $V_{Rdyn} = 1$ değeri ile Eşitlik 7 kullanılır.

$$\left[(2 G_{tot} + 2 G_{sred} + 2 G_{sk} + G_{ü}) \frac{\alpha}{f} + G_{ü} \right] \leq \left[G_{tot} - (G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) \frac{\alpha}{f} \right] (e^{\mu \alpha})$$

$$\frac{\alpha}{f} \left[2 G_{tot} + 2 G_{sred} + 2 G_{sk} + G_{ü} + (G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) (e^{\mu \alpha}) \right] \leq G_{tot} (e^{\mu \alpha}) - G_{ü}$$

$$\frac{\alpha}{f} \left[G_{tot} + G_{sred} + G_{sk} + G_{ü} + (G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) e^{\mu \alpha} \right] \leq G_{tot} (e^{\mu \alpha}) - G_{ü}$$

$$\frac{\alpha}{f} \left[(G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) (e^{\mu \alpha} + 1) + G_{ü} \right] \leq G_{tot} (e^{\mu \alpha}) - G_{ü}$$

$$\alpha \leq \frac{G_{tot} (e^{\mu \alpha} - 1) - G_{ü}}{(G_{tot} + G_{sred} + G_{sk}) (e^{\mu \alpha} + 1) + G_{ü}} \cdot f \quad (8)$$

Ancak ihraç tesisleri için maden nizamnamesi (Alman), yük indirilirken müsaade edilen (emniyetli) yavaşlamanın hesaplanmasında sürünme fonksiyonu seviyesi üstündeki hatalar ağırlık kuvvetinin etkisini dikkate almaz. Nizamname kuyunun her iki tarafında da hatalar ağırlıklarını eşit alması dolayısıyla hesabı basitleştirmiştir. Aksi takdirde, taşıma ve denge hatalar ağırlıklarından kaynaklanan farklı kuvvetlerin poz önünde tutulması

gerekecekti. Bu hesaplamalarda kullanılan ağırlıklar -14-
semboller aşağıda verilmiştir;

$G_K [kp]$ - Skip veya kafesin boşum takımları ile
birlikte toplam ağırlık kuvveti

$G_W [kp]$ - Nakliyatın bir tarafındaki boş arabaların
ağırlık kuvveti

$G_{S1} [kp]$ - Nakliyatın bir tarafındaki derinliğe (T)
bağlı halat ağırlık kuvveti (Farklı ağırlık
kuvvetlerinde, taşıyıcı ve denge halat
ağırlık kuvvetlerinden daha ağır olan halatın
ağırlık kuvveti)

$G_{S2} [kp]$ - Nakliyatın diğer tarafındaki derinliğe (T)
bağlı halat ağırlık kuvveti (Farklı ağırlık
kuvvetlerinde, taşıyıcı ve denge halat ağırlık
kuvvetlerinden daha hafif olan halatın
ağırlık kuvveti)

$G_{Sü} [kp]$ - Denge olmayan halatın fazla ağırlığı (Denge
lenmemiş halat ağırlığı) $G_{Sü} = G_{S1} - G_{S2}$

$G_N [kp]$ - Her skip veya kafesin faydalı (alacakları)
yükü

$G_U [kp]$ - Bir nakliyat tarafının diğer tarafta eşre
ce büyük fazla ağırlık kuvveti (Yükün
taşıdığı taraftaki en büyük fazla ağırlık
kuvveti)

$$G_{\ddot{u}} = G_N + G_{S\ddot{u}}$$

Bu semboller ve G_{Sk} nin söz ardi edilmesiyle ($G_{Sk} = 0$), Eşitlik 8 den 1.8.1957 tarihli ana ihraç tesisleri için Alman nizamnamesinin 144. sayfasında yer alan aşağıdaki eşitlik ortaya çıkmıştır.

$$\alpha'_S \leq \frac{(G_K + G_W + G_{S2})(e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}}{(G_K + G_W + G_{S2} + G_{Sred})(e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\ddot{u}}} \cdot p \quad (9)$$

Örnek : Bir yer nakliyat vincinin sürtünme tanburu kuyu başı seviyesindedir. Sürtünme tanburundan çıkıp, halat karsnağı (Molet) üzerinden geçerek sürtünme tanburu seviyesine kadar uzanan halat uzunluğu $L_k = 55m$. Kuyu derinliği $T = 640m$. Kuyu dibindeki kafesin altından geçen denge halatı uzunluğu $L_u = 15m$. Taşıyıcı ve denge halatının birim ağırlık kuvveti $8,39 kP/m$. $G_N = G_{\ddot{u}} = 6000 kP$; $G_K = 5800 kP$; $G_W = 3200 kP$;

Halat karsnağının (Molet) savurma momenti:
 $(GD_i^2)_S = 230000 kPm^2$; $D_S = 7,0m$; $\mu = 0,25$;
 $\alpha = 186^\circ$ dir.

Faydalı yükün indirilmesinde müsaade edilen (emniyetli) yavaşlama;
a) Gerçek halat ağırlık kuvvetlerinin eşitliğine olarak yani Eşitlik 8'e göre

b) Ana ihraç tesisleri için Alman maden nizamnamesinin emniyet frenleri için geçerli olan Esitlik 9'a göre hesaplanacaktır.

Çözüm :

$$e^{\mu\alpha} = e^{\mu\alpha \frac{\pi}{180^\circ}} = e^{0,25 \cdot 186 \frac{\pi}{180^\circ}} = e^{0,8116} \approx 2,25$$

|| $e^{\mu\alpha} \approx 2,25$

• Halat ağırlık kuvvetleri;

$$G_{S1} = G_{S2} = (T + Lu) \cdot 8,39 \text{ kP/m} \\ = (640 + 15) \text{ m} \cdot 8,39 \text{ kP/m}$$

|| $G_{S1} = G_{S2} \approx 5500 \text{ kP}$

• Ölü yük ağırlık kuvveti;

$$G_{\text{tot}} = G_K + G_W + G_{S1} = (5800 + 3200 + 5500) \text{ kP}$$

|| $G_{\text{tot}} = 14500 \text{ kP}$

• Her bir moletin halat merkezine (ortasına) indirgenmiş ağırlık kuvveti;

$$G_{S\text{red.}} = \frac{(G D_i^2)_S}{D_S^2} = \frac{230000 \text{ kP m}^2}{(7,0 \text{ m})^2}$$

|| $G_{S\text{red.}} \approx 4700 \text{ kP}$

- Sürtünme tambur seviyesi üstündeki halat: 17.
ağırlık kuvveti,

$$G_{SK} = L_k \cdot 8,39 \text{ kp/m} = 55 \text{ m} \cdot 8,39 \text{ kp/m}$$

$$\| \underline{G_{SK} = 461 \text{ kp}}$$

- Faydalı yük,

$$\| \underline{G_N = 6000 \text{ kp}} \text{ (Verilmiş)}$$

- Yüklü taraftaki en büyük ağırlık kuvveti,

$$G_{\bar{u}} = G_N + G_{\bar{s}u}$$

Dengelememiş halat ağırlığı, $G_{\bar{s}u} = 0$

$$\| \underline{G_{\bar{u}} = G_N = 6000 \text{ kp}} \text{ (Verilmiş)}$$

$$\alpha \leq \frac{G_{\text{tot}} (e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\bar{u}}}{(G_{\text{tot}} + G_{\text{sred}} + G_{SK}) (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\bar{u}}} \cdot f \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$$\alpha \leq \frac{14500 \text{ kp} (2,25 - 1) - 6000 \text{ kp}}{(14500 + 4700 + 461) \text{ kp} (2,25 + 1) + 6000 \text{ kp}} \cdot 0,89 \text{ m/sn}^2$$

$$\| \underline{\alpha \leq 1,70 \text{ m/sn}^2}$$

$$b) \alpha'_S \leq \frac{(G_K + G_N + G_{S2}) (e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\bar{u}}}{(G_K + G_N + G_{S2} + G_{\text{sred}}) (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\bar{u}}} \cdot f \quad (\text{Eşitlik 9})$$

- Skip veya kafesin koşum takımları ile birlikte toplam ağırlık kuvveti, - 18-

$$\| \underline{G_K = 5800 \text{ kP}} \quad (\text{Verilmiştir})$$

- Yüksüz taraftaki (kanattaki) boş vagon arabaların ağırlık kuvveti;

$$\| \underline{G_W = 3200 \text{ kP}} \quad (\text{Verilmiştir})$$

- Kuyu derinliğine (T) bağlı halat ağırlık kuvvetleri;

$$G_{S1} = G_{S2} = T \cdot 8,39 \text{ kP/m} = 640 \text{ m} \cdot 8,39 \text{ kP/m}$$

$$\| \underline{G_{S1} = G_{S2} = 5370 \text{ kP}}$$

$$\alpha'_S \leq \frac{(5800 + 3200 + 5370) \text{ kP} (2,25 - 1) - 6000 \text{ kP}}{(5800 + 3200 + 5370 + 4700) \text{ kP} (2,25 + 1) + 6000 \text{ kP}} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\| \underline{\alpha'_S \leq 1,73 \text{ m/s}^2}$$

Ana inme tesisleri için Alman Maden Nizamnamesinin Esitlik 9'a göre hesaplanan müsade edilir (emniyetli) yavaşlama sonuçları, daha doğru sonuçlar elde edilen Esitlik 8'e göre önemsiz farklılıklar göstermektedir. Benzer sonuçlar, BERGHOFF'un S. 146'ya göre yer üstünde (zeminde) kurulan vinçlerde de beklenmektedir. Eğer vinç,

yerüstü zemininde aşağıda kurulmuş ise, sonuçlar önemli farklılıklar gösterirler. Aşağıdaki örnekte olduğu gibi.

Örnek: Bir vinç iki yükleme noktası arasında hizmet vermektedir. İki yükleme noktası arasındaki mesafe $T=100m$ ve vinç, BERGHOFF'un Şekil 4b'ye göre alt kottaki yükleme noktasının bulunduğu katta kurulmuştur. Diğer veriler:

• $L_k = 57m + 2 \cdot T = 57m + 2 \cdot 100m = 257m$.

• $L_u = 15m$.

• Taşıyıcı ve denge halatının birim ağırlık kuvveti: $3,68 kP/m$

• $G_N = G_U = 2200 kP$; $G_K = 3200 kP$, $G_W = 1400 kP$

• Her iki nakliyat tarafında 2 molet (halat kasnağı) ve her moletin savurma momenti:

$(G D_i^2)_S = 1800 kPm^2$

• $D_S = 2,0m$, $\mu = 0,25$, $\alpha = 180^\circ$

Faydalı yük indirilirken müsaade edilen (emniyetli) yavaşlama (azalan ivme);

a) Eşitlik 8'e göre,

b) Anca ihras tesisleri için, Alman Maden Nizam-

namesinde yer alan Eşitlik 9'a göre

hesaplanabilir.

$$e^{\mu\alpha} = e^{0,25 \cdot 180^\circ \frac{\pi}{180^\circ}} = e^{0,7854}$$

- 20.

$$\| \underline{e^{\mu\alpha} = 2,20}$$

$$\alpha) G_{S1} = G_{S2} = L_u \cdot 3,68 \text{ kP/m} = 15 \text{ m} \cdot 3,68 \text{ kP/m}$$

$$\| \underline{G_{S1} = G_{S2} = 55 \text{ kP}}$$

$$G_{\text{tot.}} = G_K + G_W + G_{S2} = (3200 + 1400 + 55) \text{ kP}$$

$$\| \underline{G_{\text{tot.}} = 4655 \text{ kP}}$$

$$G_{\text{Sred.}} = 2 \frac{(GD_i^2)}{D_S^2} = 2 \cdot \frac{1800 \text{ kPm}^2}{(2,0)^2}$$

$$\| \underline{G_{\text{Sred.}} = 900 \text{ kP}}$$

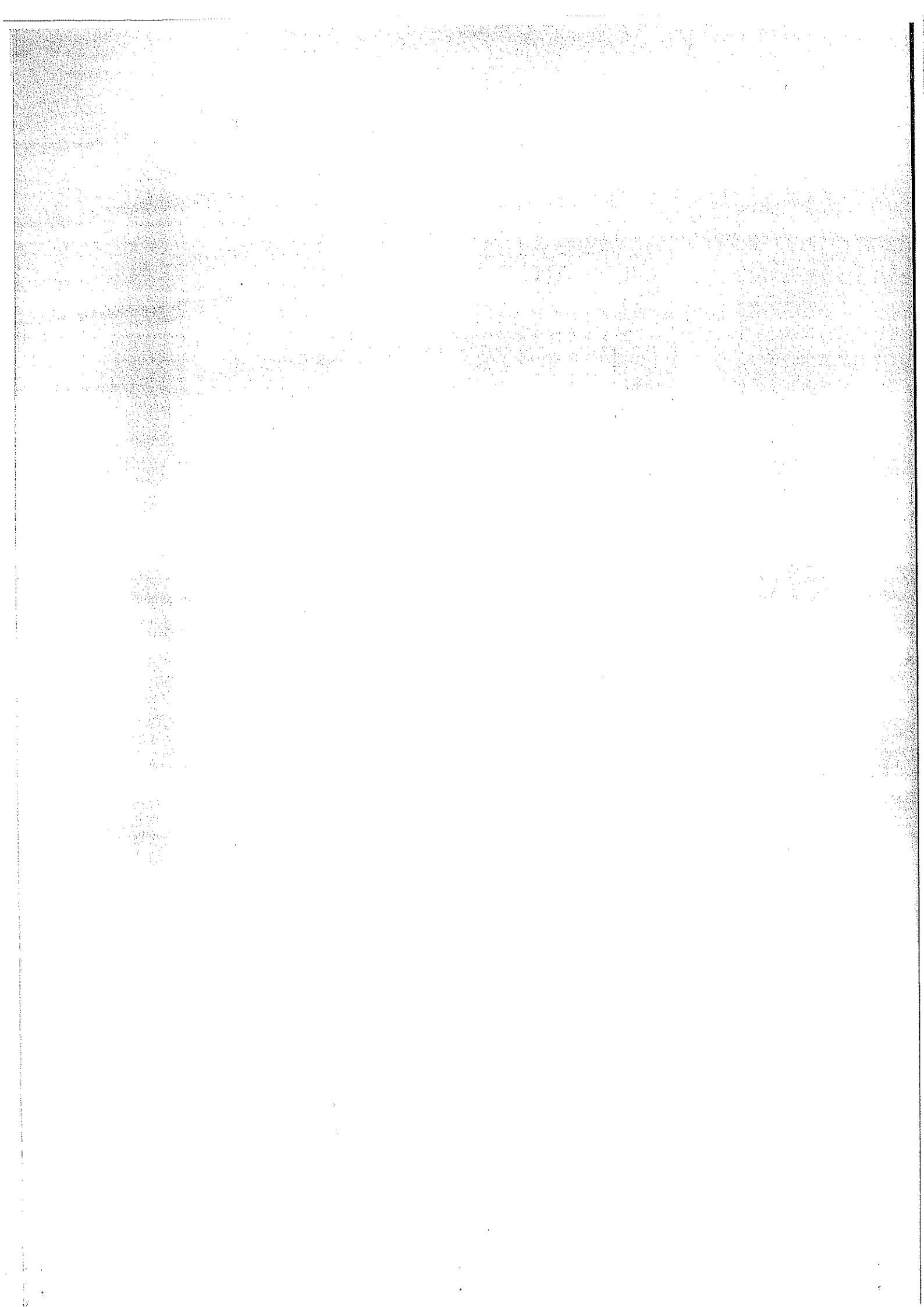
$$G_{SK} = L_K \cdot 3,68 \text{ kP/m} = 257 \text{ m} \cdot 3,68 \text{ kP/m}$$

$$\| \underline{G_{SK} = 946 \text{ kP}}$$

$$\alpha \leq \frac{G_{\text{tot.}} (e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}}{(G_{\text{tot.}} + G_{\text{Sred.}} + G_{SK}) (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\ddot{u}}} \cdot f \quad (E_{\text{sit.lik 8)})$$

$$\alpha \leq \frac{4655 \text{ kP} (2,2 - 1) - 2200 \text{ kP}}{(4655 + 900 + 946) \text{ kP} (2,2 + 1) + 2200 \text{ kP}} \cdot 0,81 \text{ m/s}^2$$

$$\| \underline{\alpha \leq 1,45 \text{ m/s}^2}$$



Sürtünme Tanburlu (KOEPE)

Kuyu Nakliyatı

-2-

Kumar Kemal

Bergbaumechanik
Dr. Ing. W. Ostermann

$$b) G_{S1} = G_{S2} = T \cdot 3,68 \text{ kP/m} = 100 \text{ m} \cdot 3,68 \text{ kP/m}$$

$$\parallel G_{S1} = G_{S2} = 368 \text{ kP}$$

$$a'_S \leq \frac{(G_K + G_W + G_{S2})(e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}}{(G_K + G_W + G_{S2} + G_{Sred})(e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\ddot{u}}} \cdot g \quad (\text{Eşitlik 9})$$

$$a'_S \leq \frac{(3200 + 1400 + 368) \text{ kP} (2,2 - 1) - 2200 \text{ kP}}{(3200 + 1400 + 368 + 900) \text{ kP} (2,2 + 1) + 2200 \text{ kP}} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2$$

$$\parallel a'_S \leq 1,76 \text{ m/sn}^2$$

Müsavade edilen yavaşlama, perçek halat ağırlıklarının hesabı katılarak hesaplanan $1,45 \text{ m/sn}^2$ ye karşılık, ana ihraç tesisleri için Alman Maden Nizamnamesinin sadeleştirilmiş formülüne göre hesaplanan $1,76 \text{ m/sn}^2$ arasındaki farklar dikkate değerdir. Doğrusu BERGHOFF sistemine göre kurulacak vinçler sadece kör kuyular için önerülmeli ve küçük ve orta ihraç tesisleri için Alman maden nizamnamesinin müsavade edilen (emniyetli) yavaşlama (azalan ivme) hesapları göz önüne alınmamalıdır. Burada sürtünme tamburundaki halat sekme kuvvetlerinin oranı $0,8 \cdot e^{\mu\alpha}$ değerini geçmemelidir. Hesaplamalar, BERGHOFF'a göre kurulan sürtünme tamburlu vinçin halat kaymaları yönünde zorluklarla karşılaşılma beklentisini desteklemelidir.

Sürtünme tamburlu nakliyatlarda, yük indirilirken yavaşlama ile ilgili ana ihraç tesisleri için Alman maden nizamnamesinde hareket ve emniyet frenlerinin statik emniyet katsayısı en az 3 olmalıdır. -22-

Kömür ve malzeme nakliyatında olağan fazla yükler en az 3 emniyet katsayısında olacak ve hareket frenlerinde olduğu gibi emniyet frenlerinde de sistemi durduracaktır.

Aynı yükleme koşullarındaki hareket frenleri, en az 2 m/s^2 yavaşlamayı (azalan ivme) karşılamalıdır. Vinçler gerektiğinde hareket freniyle yavaşlamayı, halat kaymıyacak şekilde yönlendirmelidir.

Emniyet frenlerinde ise vinçler tüm fren kuvvetini etkili hale getirme imkanına sahiptir. Bu nedenle yukarıda verilen yükleme oranlarında emniyet freninden dolayı oluşabilecek yavaşlama hesaplanarak bulunan değerden %10'dan daha fazla ve %10'dan daha az olmamalıdır. Statik emniyet katsayısı en az 2 ve yavaşlama en az $1,2 \text{ m/s}^2$ olmalıdır.

Alman maden nizamnamesinde paslu frenler için sürtünme değeri $\mu = 0,4$ verilirken sürtünme tamburu ile halat arasında sürtünme değeri $\mu = 0,25$ alınmalıdır (sürtünme hesapları için).

Örnek : Hareket ve emniyet freni bir arada

da (Şekil 5) ve her biri 1000 kp olan 6 ocak arabasından oluşan bir faydalı yük verilmiştir.

- Hareket freni için statik emniyet katsayısı, 3,47 ve
- Emniyet freni için statik emniyet katsayısı 3,18

Değerleri hesaplanmıştır.

- Halat ortasına göre fren kuvvetleri;
 - Hareket freni için : $F_{BF} = 20860 \text{ kp}$
 - Emniyet freni için : $F_{BS} = 19100 \text{ kp}$

- ve,
- Emniyet freninin fren ağırlık kuvveti,

$$F_A = 3000 \text{ kp}$$

olarak bulunmuştur.

- Diğer veriler önceki örnektekiler gibidir yani :

$$T = 640 \text{ m}; G_K = 5800 \text{ kp}; G_W = 3200 \text{ kp};$$

$$G_N = G_U = 6000 \text{ kp}; G_{S1} = G_{S2} = 5370 \text{ kp};$$

$$\mu = 0,25; \alpha = 186^\circ; e^{\mu \alpha} = 2,25;$$

$$(G D_i^2)_S = 230000 \text{ kp m}^2; G_{Sred} = 4700 \text{ kp}$$

Ayrıca Alman maddesi nizamnamesine göre fren hesaplamaları kontrolü için aşağıdaki değerler hesaplanır :

Sürtünme tırburu savurma momenti, - 24

$$(GD_i^2)_T = 62000 \text{ kpm}^2; D_T = 7,0 \text{ m.}$$

$$G_{Tred} = \frac{(GD_i^2)_T}{D_T^2} = \frac{62000 \text{ kpm}^2}{(7,0 \text{ m})^2}$$

$$\| \underline{G_{Tred} \approx 12600 \text{ kp}}$$

İhracat makinası üzerinde hareket eden parşaların savurma momenti,

$$(GD_i^2)_F = 165000 \text{ kpm}^2$$

$$G_{Fred} = \frac{(GD_i^2)_F}{D_T^2} = \frac{165000 \text{ kpm}^2}{(7,0 \text{ m})^2}$$

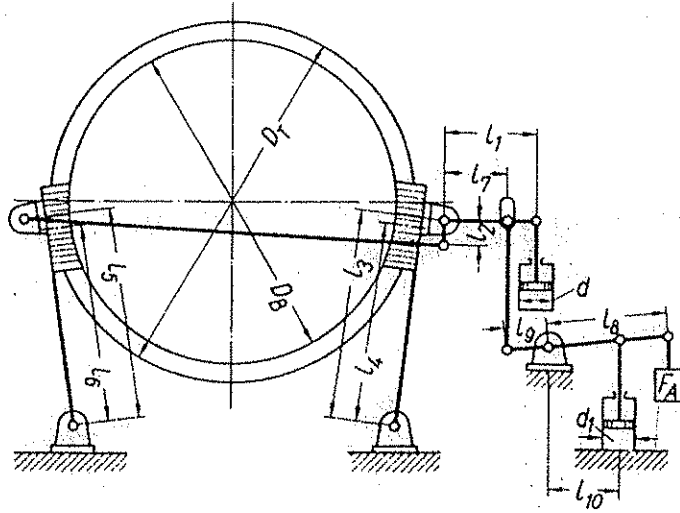
$$\| \underline{G_{Fred} \approx 3400 \text{ kp}}$$

Ana ihracat tesisleri için Alman madden nizamnamesine göre tesisin, hareket ve emniyet frenleri hesaplanacaktır.

Çözüm:

a) Hareket freni;

Yavaşlama (azalan ivme) hesaplarına göre
toplam ağırlık kuvveti;



Şekil 5- Hareket ve emniyet freni bir arada

(DIN 22403'e göre)

D_T - Sürtünme tambur çapı (Halat ortasına göre)

D_B - Fren kasnak çapı

d - Hareket silindiri çapı

p - Silindir basıncı

F_A - Emniyet freninin, fren ağırlık kuvveti

d_1 - Kaldırma silindiri çapı (Fren ağırlığı için)

η - Fren mekanizma verimi ($\approx 0,90$)

μ - Pabuşlu frenler için sürtünme katsayısı ($\approx 0,4$)

$L_1 \dots L_9$ - Fren mekanizma kolları

F_{BF} - Hareket freni için, halat ortasına göre fren kuvveti

$$F_{BF} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p \cdot \frac{L_1}{L_2} \left(\frac{L_3}{L_4} + \frac{L_5}{L_6} \right) \eta \mu \cdot \frac{D_B}{D_T}$$

F_{BS} - Emniyet freni için, halat ortasına göre fren kuvveti

$$F_{BS} = F_A \cdot \frac{L_8}{L_9} \cdot \frac{L_7}{L_2} \left(\frac{L_3}{L_4} + \frac{L_5}{L_6} \right) \eta \mu \cdot \frac{D_B}{D_T}$$

$$2 G_K = 2 \cdot 5800 \text{ kp} = 11600 \text{ kp} \quad (2 \text{ Ad. Kafes})$$

$$G_{S1} \text{ --- --- ---} = 5370 \text{ kp}$$

$$G_{S2} \text{ --- --- ---} = 5370 \text{ kp}$$

$$2 G_W = 2 \cdot 3200 \text{ kp} = 6400 \text{ kp} \quad (2 \text{ Ad. boş ocak arabası})$$

$$2 G_{Sred.} = 2 \cdot 4700 \text{ kp} = 9400 \text{ kp} \quad (2 \text{ Ad. molet})$$

$$G_{Tred} \text{ --- --- ---} = 12600 \text{ kp}$$

$$G_{Fred} \text{ --- --- ---} = 3400 \text{ kp}$$

$$G_N = G_{\ddot{u}} \text{ --- --- ---} = 6000 \text{ kp}$$

$$\text{Toplam ağırlık kuvveti: } G_{\text{ges}} = 60140 \text{ kp}$$

Hareket freninin karşılayabileceği yavaşlama (azalan ivme),

$$F_{BF} - G_{\ddot{u}} = m \cdot a_F$$

$$a_F = \frac{F_{BF} - G_{\ddot{u}}}{m} = \frac{F_{BF} - G_{\ddot{u}}}{G_{\text{ges}}} \cdot g$$

$$a_F = \frac{(20840 - 6000) \text{ kp}}{60140 \text{ kp}} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\| a_F = 2,42 \text{ m/s}^2 \quad (\text{uygun})$$

($a_F \geq 2,0 \text{ m/s}^2$ olmalıdır. Sayfa 22)

b) Emniyet freni;

Alman maden nizamnamesinin emniyet frenleri için gerektirdiği ve faydalı yük indirilirken hareket kaymasını engelleyen yavaşlama (azalan ivme)

$$\alpha'_S = \frac{(G_K + G_W + G_{S2})(e^{\mu\alpha} - 1) - G_{\ddot{u}}}{(G_K + G_W + G_{S2} + G_{Sred})(e^{\mu\alpha} + 1) + G_{\ddot{u}}} \cdot f \quad (\text{Eşitlik 9})$$

$$\alpha'_S = \frac{(5800 + 3200 + 5370) \text{ kp} (2,25 - 1) - 6000 \text{ kp}}{(5800 + 3200 + 5370 + 4700) \text{ kp} (2,25 + 1) + 6000 \text{ kp}} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2$$

$$\parallel \alpha'_S = 1,72 \text{ m/sn}^2$$

Emniyet freninin etkilediği perçek yavaş -
lama (azalan ivme),

$$F_{BS} - G_{\ddot{u}} = m \cdot \alpha_S$$

formülünden hesaplanabilir

$$\alpha_S = \frac{F_{BS} - G_{\ddot{u}}}{m} = \frac{F_{BS} - G_{\ddot{u}}}{G_{pes}} \cdot f$$

$$\alpha_S = \frac{(19100 - 6000) \text{ kp}}{60140 \text{ kp}} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2$$

$$\parallel \alpha_S = 2,14 \text{ m/sn}^2$$

İstenen, $\alpha_S \leq \alpha'_S$ olmalıdır, fakat hesap
sonucunda göre, $\alpha_S (= 2,14 \text{ m/sn}^2) > \alpha'_S (= 1,72 \text{ m/sn}^2)$
bulundu. Alınan madden nizamnamesinin 77. paragrafına
göre

$$\alpha_S \leq \alpha'_S = 1,72 \text{ m/sn}^2 \geq 0,40 \cdot \alpha'_S = 0,40 \cdot 1,72 \text{ m/sn}^2 = 1,55 \text{ m/sn}^2$$

$$\text{Seçilen } \parallel \underline{\alpha_s = 1,65 \text{ m/sn}^2}$$

Bu değerle, halat ortasına göre en büyük fren kuvveti hesaplanır ;

$$F'_{BS} = m \cdot \alpha_s + G_{\ddot{u}} = \frac{G_{\text{ges.}}}{f} \cdot \alpha_s + G_{\ddot{u}}$$

$$F'_{BS} = \frac{60140 \text{ kp}}{9,81 \text{ m/sn}^2} \cdot 1,65 \text{ m/sn}^2 + 6000 \text{ kp}$$

$$\parallel \underline{F'_{BS} \approx 16100 \text{ kp}}$$

Emniyet freninin fren ağırlık kuvveti $F_A = 3000 \text{ kp}$ olarak alınmıştır. F'_{BS} değerine göre fren ağırlık kuvveti,

$$F'_A = F_A \cdot \frac{F'_{BS}}{F_{BS}}$$

$$F'_A = 3000 \text{ kp} \cdot \frac{16100 \text{ kp}}{19100 \text{ kp}}$$

$$\parallel \underline{F'_A = 2530 \text{ kp}}$$

Daha küçük olan değer seçilir.

Şimdi bu fren ağırlık kuvveti ile perçin statik emniyet katsayısını hesaplayabiliriz.

$$v_s = \frac{F'_{\theta s}}{Gü} = \frac{16100 \text{ kP}}{6000 \text{ kP}}$$

$$\| \underline{v_s = 2,68} \text{ (Uygun)}$$

($v_s \geq 2$ olmalıdır. Sayfa: 22)

b) Sürtünme tanburlu (KOEPF) ve elektrik tahrikli vinçlerin tasarımı.

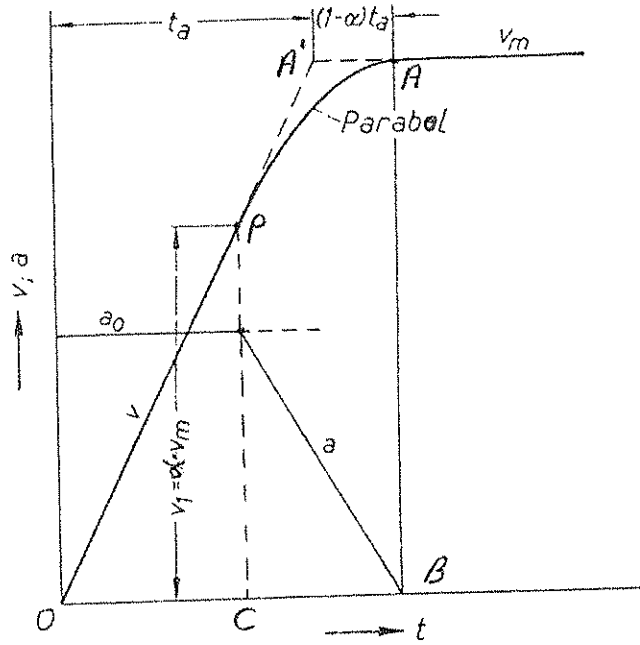
Buradaki incelemeler, DIN 22300'e göre normlaştırılmış sürtünme katsayılı vinçlerle sınırlanmıştır. Genelde firmalar tarafından yapılan tahrik güçleri büyük ihracat makinelerinin en önemli özellikleri, harekete başlarken güçlerin aşırı pik değerlere yükselmemesi ve bu uypulama da hız kontrol sistemleriyle sağlanmasıdır.

Genelde vinçlerin güçleri, sabit düzgun bir hıza (v_m) ulaştıncaya kadar sabit ivmeyle (α_0) hesaplanırken, ihracat makineleri güçlerinin hesaplanmasında ise Şekil 6'daki gibi diyagramlar göz önüne alınmalıdır.

• Kofes veya skip, lineer olarak artan bir hızla $t = t_{oc}$ sn. de P noktasındaki $v_1 = \alpha \cdot v_m$ hıza ulaşır. $\alpha_{artan} = \alpha_0 \text{ m/s}^2$ olup sabittir.

• P noktasından A noktasına bir parabol boyunca $t = t_{ca}$ sn. de $v = v_m$ sabit hıza çıkar.

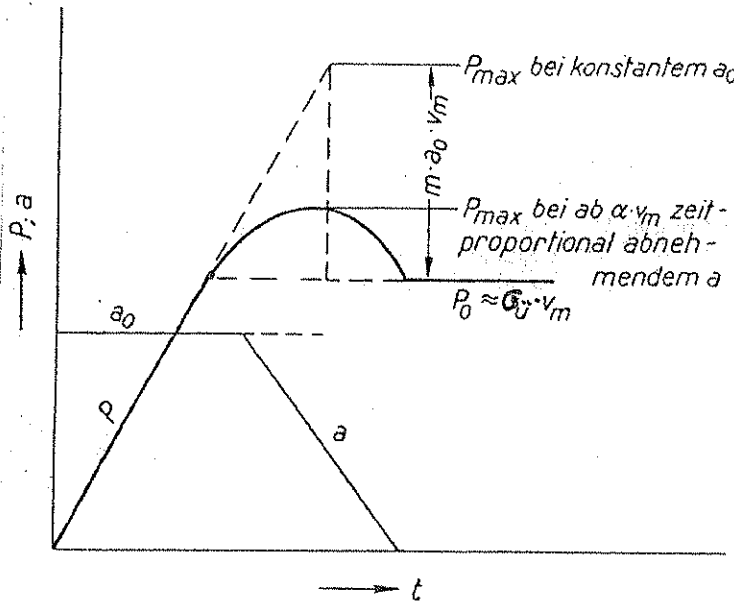
- $V_p = V_i = \alpha \cdot V_m$ hızından $V = V_m$ sabit hızı çıkar - 30
ken azalan ivme de $\alpha_{azalan} = \alpha$ doğrusu boyunca
lineer olarak azalır ve A noktasında V_m hızı
sabit olduğundan $\alpha_{Bazalan} = 0$ olur.



Şekil 6 - Zamana bağlı olarak yavaş ivmeli kalkış (yol verme) için hız diyagramı.
 $t_{A'A} = (1-\alpha) \cdot t_a$ dir. çünkü;
A noktasında, $\alpha = 1$ ve $t = t_{0B}$
olup $\alpha = t$ için $t_a \rightarrow t_{0B}$ dir.

Şekil 6'daki hareket diyagramı incelendiğinde, bu hareket şeklinin kalkış süresini uzatacağı görülür. Dolayısıyla, fazla derin olmayan kuyularda önemli pürülen doldurma ve boşaltma için gerekli bekleme süreleri de önemsiz hale gelir.

Zamana bağlı olarak, sabit ivmeli (α_0) kalkış (yol verme) ve azalan ivmeli (α) pürüş değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir.



P_{max} (sabit α_0 da)

P_{max} (Zamana bağıli olarak $v_i = \alpha \cdot v_m$ den itibaren azalan ivme α ya karşılık gelen güç)

Sekil 7- Hızlı ve ivmeli kalkış (yol verme) için güç diyagramı. (Şekil 6 ya göre)

LOEBNER'e göre güç pik değerleri P_0 ; sabit hızda, $\alpha = 0,7$ için 1,27 kat hesaplanırken sabit ivmeli hareketlerde 1,7... 2,0 katına kadar çıkabilmektedir.

Kalkıştaki güç pik değerlerinin azaltılması yönünde, tahrik gücü 1000kW'in üzerinde olan büyük ihraç makinelerinin seçimiyle daima ekonomik sonuçlar alınmıştır. Bu sadece giderek azalan kalkış ivmeli tahrik düzenlerinde olduğu gibi döşenmiş akım motoru ile tahrik edilen ihraç makinelerinde de mümkündür.

Alternatif akımlı orta ve küçük güç tahrikli kor kuyu vinçlerinde hız defisini zamana bağlı olarak azalan kalkış ivmesiyle tutmak

mümkün değildir. Ayrıca, ileride posterileceği gibi, alternatif akım motorunun gücü, akım ısısına göre ölçülür. Vinçlerde kısa süreli güç pik değerlerinin yalnız motorun büyüklüğü üzerindeki etkisi çok azdır ve bu da normlaştırılmış (standart) motor büyüklükleri içinde yer almaktadır.

Bir kuyu nakliyat tesisinin tasarımı, günlük iş kapasitesine ve günlük nakliyat süresine göre yapılır. Verilen derinliğe göre nakliye hızları gibi ivme ve yavaşlama verileri, hareket oluyacağı mından kafesin bir seferdeki sadece hareket zamanını belirlemek için çok iyi seçilmelidir. Bu zamanlar, yükleme ve boşaltma için geçen bekleme zamanı da eklenecektir. Bekleme zamanı da daha çok işletme deneyimlerinden - eğer özel besteme tesisleri yoksa - yararlanılarak hesaplanır. Veriler işletmeler tarafından toplanarak umucina uygun şekilde bir araya getirilir ve bunun üzerine vinçin inşaatı tasarlanır. Bir kuyu vinçinin tasarlanması ve hesaplanması için en iyi koşulların ortaya konduğu bir örnek yapalım.

Örnek : 3. ve 5. katlar arasında bulunan kömür damarlarından günde, 1080 Litrelük vagonlar, bu (çok arabaları) 750 araba kömür üretecektir. İki kat arasındaki mesafe 120 m dir.

Burasi için bir üretim ve birde ramble varlığı düşünülmiştir. Bu işletme için gerekli görülen ramble malzemesi 460 m³/gün hesaplanmış ve bu malzeme 5. kattan 3. kata çekilecektir. Nakliye vinci olarak DIN 22300'e göre bir model gündeme gelmektedir. Ramble malzemesi nakliyesi için 5. katta stok silosu ve yükleme cebi, 3. katta yüksek kapasiteli bir silo boşaltma için önerülmüştür. 5. kattaki stok silosu, bir katar yaklaşık 100 m³ ramble malzemesini alacak kapasitede tutulurken, 3. kattaki silo, günlük ramble malzemesi ihtiyacını karşılayacak şekilde yüksek tutulmuştur. Böylece, Şekil 8 de görüldüğü gibi karşı ağırlıklı bir skip nakliyatı seçilmiştir

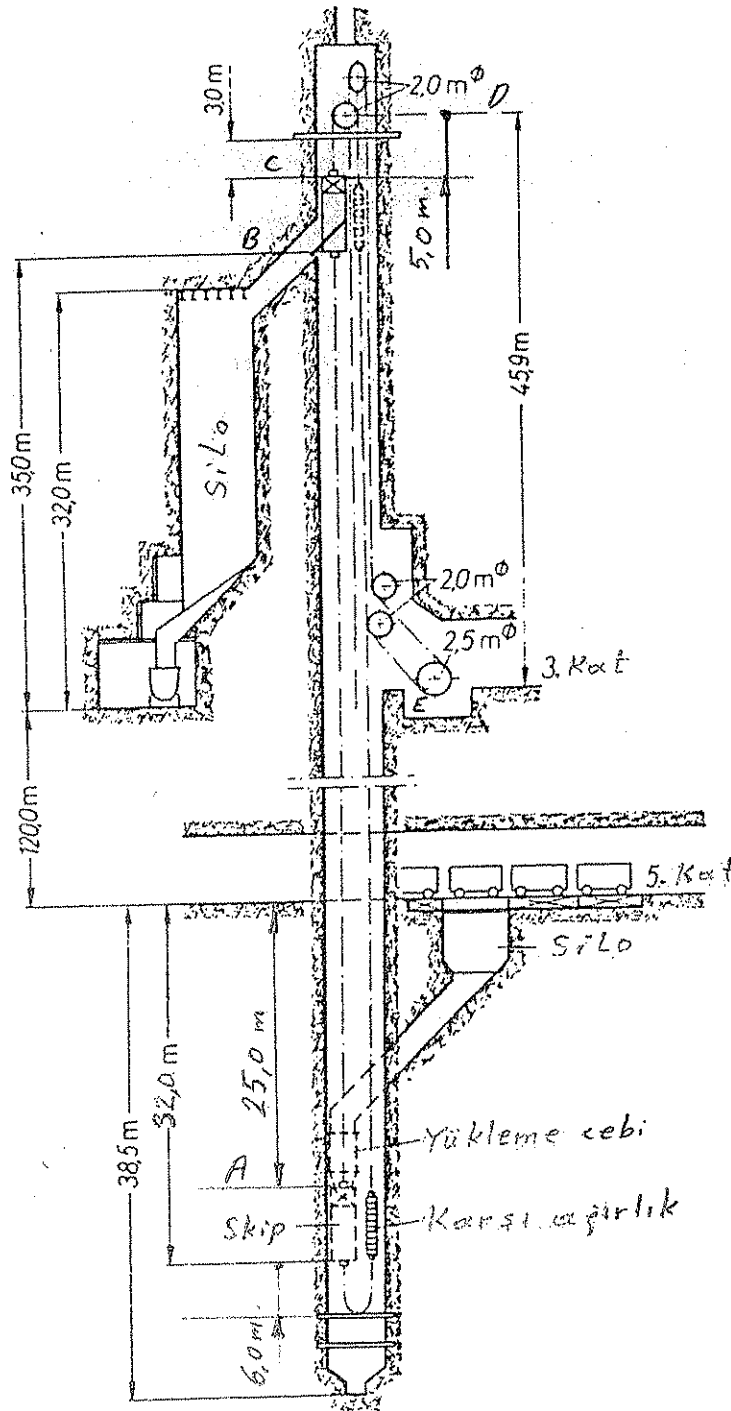
- 3. Kat üzerindeki skip'in yüksekliği (yolu) 35m.
 - Katlar arasındaki mesafe 120m
 - 5. Kat altında skip'in en derin konumu 25m
-
- Toplam hareket yolu S = 180 m.

Karşı ağırlıklı, denge halatlı ve tek dolanlı skip nakliyatına karar vermiştik. Bu nakliyat sisteminde; çalışma hızı 4m/sn, artan (hızlanma) ve azalan (yavaşlama) ivme 0,5 m/sn² alınmıştır (Hesaplar, 0,4 ve 1,0 m/sn² arasındaki değerler ile yapılır).

1-) Hareket diyagramı ;

Kalkış süresi,

$$t_a = \frac{v_m}{a_a} = \frac{4 \text{ m/sn}}{0,5 \text{ m/sn}^2}$$



Şekil 8. BERGHOFF'a göre kurulan vincin (Şekil 4b) kuyu nakliyat kesiti ile karşı ağırlıklı ve denge halatlı skip nakliyat sistemi. (örnek)

$$\| \underline{t_{\alpha} = 8 \text{ sn.}}$$

Kalkış yolu,

$$s_{\alpha} = \frac{1}{2} t_{\alpha} \cdot v_m = \frac{v_m^2}{2 \cdot \alpha_{\alpha}}$$

$$s_{\alpha} = \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ sn} \cdot 4 \text{ m/sn}$$

$$\| \underline{s_{\alpha} = 16 \text{ m.}}$$

Yavaşlama süresi,

$$t_v = \frac{v_m}{\alpha_v} = \frac{4 \text{ m/sn}}{0,5 \text{ m/sn}^2}$$

$$\| \underline{t_v = 8 \text{ sn.}}$$

Yavaşlama yolu,

$$\| \underline{s_v = s_{\alpha} = 16 \text{ m.}}$$

Sabit hızda (v_m) alınan yol,

$$s_m = s - (s_{\alpha} + s_v)$$

$$s_m = 180 \text{ m} - (16 + 16) \text{ m}$$

$$\| \underline{s_m = 148 \text{ m.}}$$

Sabit hız süresi,

$$t_m = \frac{s_m}{v_m} = \frac{148 \text{ m}}{4 \text{ m/sn}}$$

$$\| \underline{t_m = 37 \text{ sn.}}$$

skip'in bir seferindeki net hareket süresi,

$$t = t_a + t_m + t_v = (8 + 37 + 8) \text{ sn.}$$

$$\| t = 53 \text{ sn.}$$

Bir nokliye hareketinin toplam süresi,

Bir skip'in doldurma süresi - - - - - 8 sn.

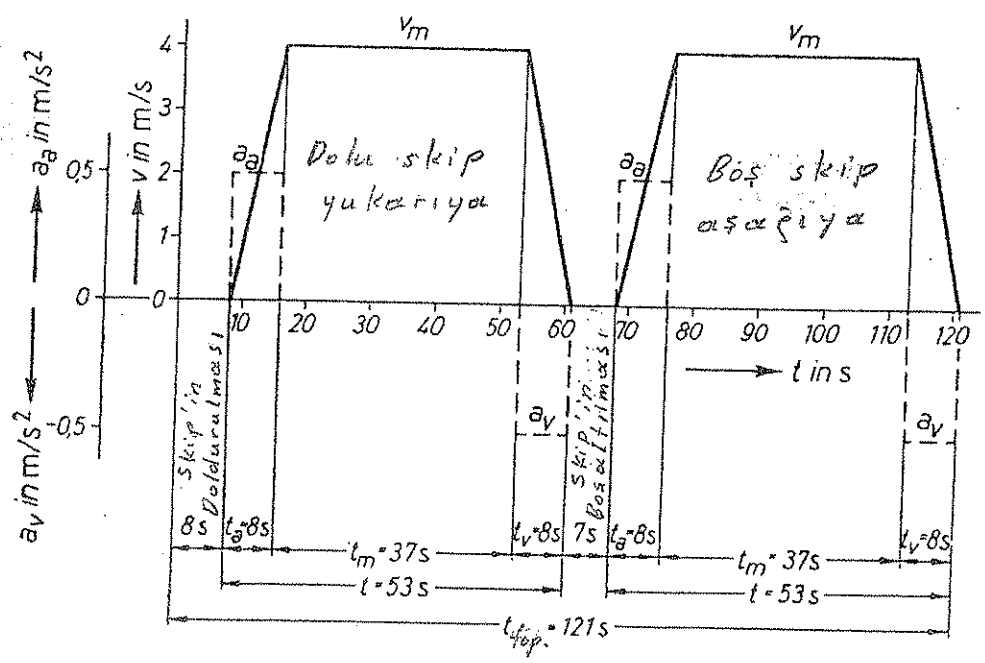
Dolu skip'in yukarı hareket süresi - - - - - 53 "

Bir skip'in boşaltma süresi - - - - - 7 "

Bos skip'in aşağı hareket süresi - - - - - 53 "

$$\text{Toplam süre } t_{top} = 121 \text{ sn}$$

Hareket diyagramı Şekil 9 de gösterilmiştir.



Şekil 9. Hareket diyagramı. $v, a = f(t)$.
(örnek)

2-) Skip ve karşı ağırlık ;

Şimdi, skip'in gerekli taşıma kapasitesini hesaplıyalım. Røamble malzemesinin nakli bir vardiyaya düşünölmüştü. Vardiyadaki çalışma süresi $t_{var.} = 6,5 \text{ saat}$ olarak tespit edilmiş ve bu sürenin %30'u insan nakli ve küçük arızalar dolayısıyla, kayıp zaman kabul edilmiştir.

Bu verilere göre vardiyadaki skip sefer

sayısı /

$$Z = \frac{\%70 \cdot t_{var.}}{t_{top}} = \frac{0,70 \cdot 6,5 \text{ saat} \cdot 3600 \text{ sn./saat}}{121 \text{ sn.}}$$

$$\parallel Z = 135 \text{ sefer / vardiyaya}$$

Vardiyada, 3.katda çıkarılacak 460 m^3 røamble malzemesi skip tarafında en taşıma kapasitesine göre skip'in faydalı hacmi,

$$V_G = \frac{460 \text{ m}^3 / \text{vardiyaya}}{135 \text{ sefer / vardiyaya}}$$

$$\parallel V_G = 3,4 \text{ m}^3 / \text{sefer}$$

Røamble malzemesinin yoğunluğu,

$$\gamma_{HB} = 1,8 \text{ MP / m}^3$$

Dolayısıyla faydalı yük,

$$G_N = V_G \cdot \gamma_{HB} = 3,4 \text{ m}^3 \cdot 1,8 \text{ MP / m}^3$$

$$\parallel G_N = 6,12 \text{ MP}$$

Skip'in kendi ağırlık kuvveti,

$$G = 6,0 \text{ MP dir.}$$

Karşı ağırlık, faydalı yük yukarı çekilirken yükün yarısının karşı ağırlık tarafından karşılanması gibi aynı şekilde boş skip aşağıya indirilirken de yükün yarısının karşı ağırlık tarafından karşılanması düşüncesinden hareketle bulunur.

$$G_G = G + \frac{G_N}{2}$$

$$G_G = (6,0 + \frac{6,12}{2}) \text{ MP}$$

$$\underline{\underline{G_G = 9,06 \text{ MP}}}$$

Şekil 8, BERGHOFF'a göre 3.kat inset seviyesine kurulmuş, nakliye zinciri ile kuyu nakliyatını göstermektedir.

3-) Taşıyıcı halatın (Ana nakliye halatı) hesaplanması ;

Hareket yolu $s = 180 \text{ m}$. Skip'in durduğu en yüksek seviye ile molet arasındaki halat uzunluğu 5 m . ve skip'in durduğu en alt seviye ile denge halatının (alt halat) kıvrım yaptığı seviye arasında kalan denge halatının uzunluğu 6 m dir.

Pulazıyla halat uzunluğu

$$T = 180 \text{ m} + 5 \text{ m} + 6 \text{ m}$$

$$\| T = 197 \text{ m.}$$

Malzeme nakli (ihraçı) için önerülen halat emniyet katsayısı (statik emniyet faktörü),

$$v \geq 7,2 - 0,0005 \cdot T \quad (10)$$

olmalıdır (Alman maden nizamnamesine göre).

T - Molet ortası ile skip'in (kafesin veya karşı ağırlığın) durduğu en alt seviye arasındaki mesafe veya yük altındaki net halat boyu.

$$T = 5 \text{ m.} + 35 \text{ m} + 120 \text{ m} + 25 \text{ m}$$

$$\| T = 185 \text{ m}$$

$$v \geq 7,2 - 0,0005 \cdot 185$$

$$\| v \geq 7,11$$

Galvanizli halatın nominal tel mukavemeti

$$\sigma_B = 160 \text{ kp/mm}^2$$

seçilmiştir. Lif özü bütün yuvarlak halatların özgül ağırlığı, $\gamma_s = 9,5 \cdot 10^{-6} \text{ kp/mm}^3$ dir. Poliyüstyolce kullandığımız taşıyıcı halat içinde aynı değeri alabiliriz.

Geraklı, metalik halat kesitini bulalım,

Yerleştilen emniyet (emniyet seçilmesi),

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_B}{v} = \frac{F}{A_s} \quad (11)$$

F- Halat yükü

- 40 -

$$F = G + G_{zw} + G_N + G_S$$

G - Skip veya kafesin kendi ağırlık kuvveti.

G_{zw} - Korum takımı ağırlık kuvveti (skip ve karşı ağırlık kuvvetleri üzerine, her ikisine de eşitlenir)

$$G_{zw} = 390 \text{ kp dir.}$$

G_N - Skip veya kafesin faydalı yükü

G_S - T' halat boyunca karşılık gelen halat ağırlık kuvveti

$$G_S = 10^3 \cdot T' \cdot A_S \cdot \gamma_S \quad \begin{array}{c|c|c|c} G_S & T' & A_S & \gamma_S \\ \hline \text{kp} & \text{m} & \text{mm}^2 & \text{kp/mm}^3 \end{array}$$

A_S - Halatın metalik kesit alanı,

$$\sigma_{em} = \frac{(G + G_{zw} + G_N) + 10^3 \cdot T' \cdot A_S \cdot \gamma_S}{A_S} = \frac{\sigma_B}{\nu}$$

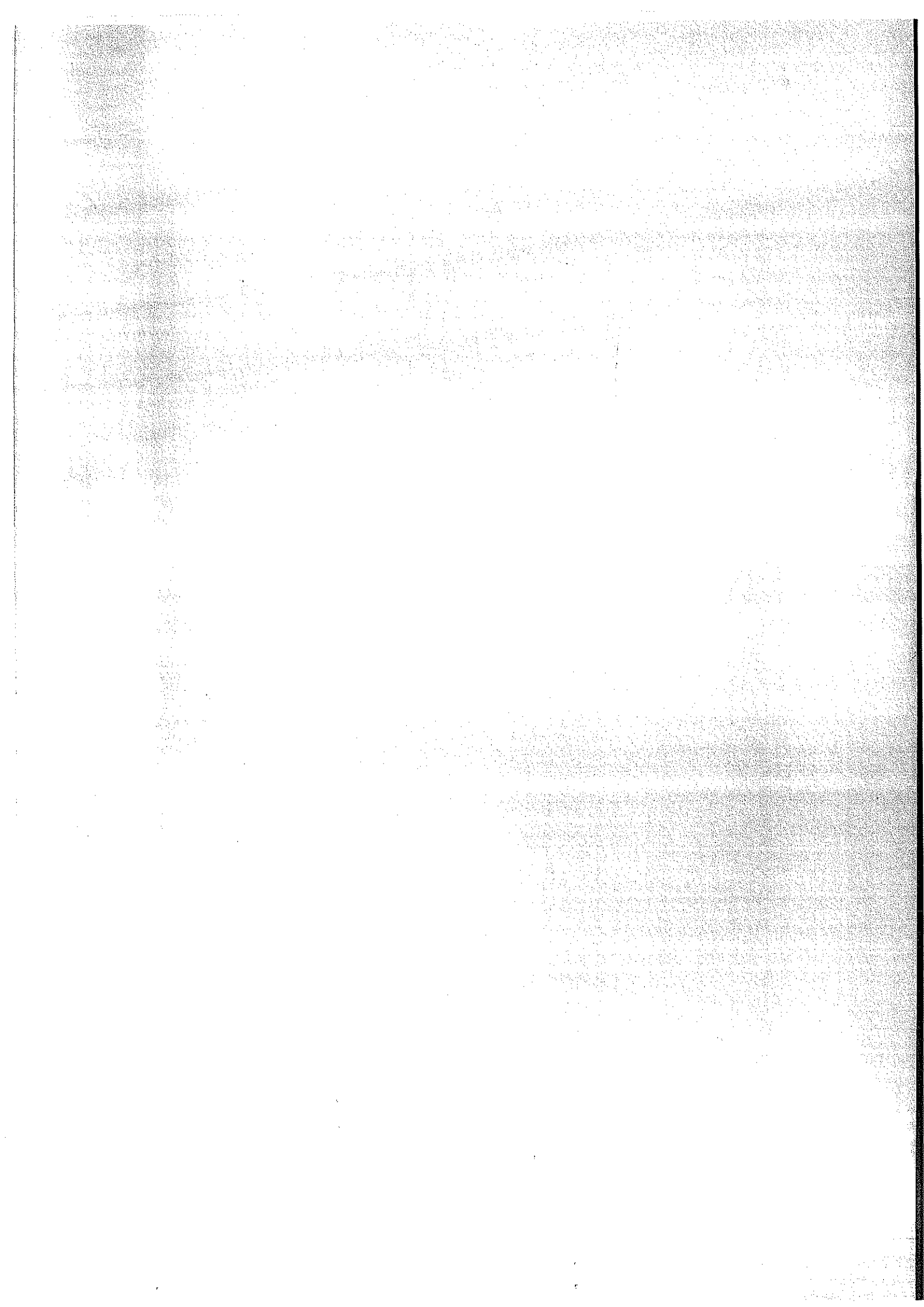
$$\frac{G + G_{zw} + G_N}{A_S} + 10^3 \cdot T' \cdot \gamma_S = \frac{\sigma_B}{\nu}$$

$$A_S = \frac{G + G_{zw} + G_N}{\frac{\sigma_B}{\nu} - 10^3 \cdot T' \cdot \gamma_S} \quad (12)$$

//

$$\frac{\sigma_B}{\nu} - 10^3 \cdot T' \cdot \gamma_S$$

elde edilen Hesaplamalar,



Sürtünme Tanburlu (KOEPE)

Kaya Nakliyatı

-3-

[Handwritten signature]

(Bergbau mechanik
Dr. Ing. W. Ostermann)

4 Ad.

$$A_s = \frac{6000 + 390 + 6120}{\frac{160}{7,11} - 10^3 \cdot 191 \cdot 9,5 \cdot 10^{-6}}$$

$$\| A_s = 605 \text{ mm}^2$$

Cetvel 1'e göre,

Taşıyıcı halat 6x35-42x160 z/z DIN 21255 galvanizli;
seçilir (Sürtünme tanburlu nakliyat için)

Burada,

Kordon veya demet sayısı : 6

Her kordondaki tel sayısı : 35

Nominal halat çapı : $d = 42 \text{ mm}$

Nominal tel mukavemeti : $\sigma_B = 160 \text{ kp/mm}^2$

Düz sağ dolaşlı halat : z/z

Ayrıca,

Halatın metalik kesiti : $A_s = 672 \text{ mm}^2$

Halatın birim ağırlık kuvveti : $6,38 \text{ kp/m}$

Halatın hesabi kopma yükü : $F_{Br} = 107500 \text{ kp}$

değerleri elde edilir.

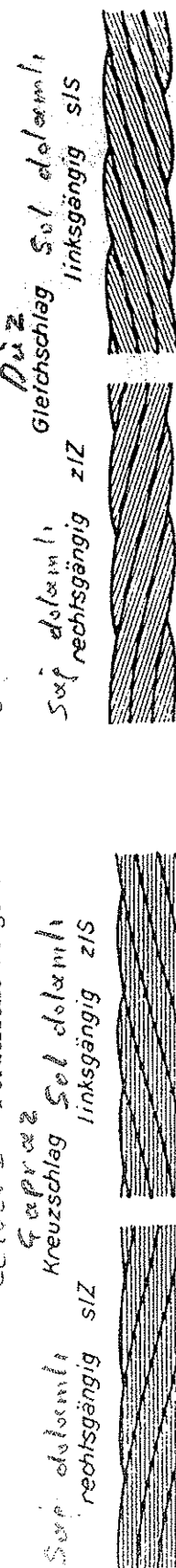
Denge halatını (alt halat) Cetvel 2'ye göre
seçebiliriz,

Tek dikişli yassı halat,

6x4x7-95x21x140 DIN 21256 galvanizli

* : Çapraz dalam (serim) s z veya z s : Halatı oluşturan demetlerin diğ tellerinin sarım yönü (z veya s) ile halat demetlerinin sarım yönleri (z veya s) birbirine ters olan halatlar dir. Çapraz sarım halatlar döne dirençli halatlardır.
 * * : Düz dalam (sarım) z z veya s s : Demet dış kat tellerinin sarım yönleri (z veya s) ile halat demetlerinin sarım yönleri (z veya s) aynı olan halatlardır. Düz sarım halatlar dönebilen halatlardır.

Warrington tipi kaplamalı halat (DIN 21255'e göre)
 Förderselle in gedeckter Warrington-Machart nach DIN 21255



* Die Drähte in den Litzen haben entgegengesetzte Drehrichtung gegenüber der Drehrichtung im Seil

* Die Drähte in den Litzen und die Litzen im Seil haben gleiche Drehrichtung

① Bezeichnung eines Rundförderselles mit Aufbau 6 x 35 Drähte, von 60 mm Nenndurchmesser, mit einer Nennfestigkeit des Einzeldrahtes von 180 kp/mm², in Gleichschlag rechtsgängig (z/z), Ausführung blank, für Treibscheibentransmission:
 Fördersell 6 x 35 - 60 x 180 z/z DIN 21255 blank, für Treibscheibentransmission

Anzahl der Drähte in einer Litze	Anzahl der Litzen	Seil-nenn-durch-messer mm + 5%	④ Draht-Nenn-durchmesser				Metall-scher Quer-schnitt des Seiles mm ²	Masse kg/m; -2% +5%	Technische Bruchlast des Einzeldrahtes in kp/mm ²	
			Kern	Innen-lage	Mittellage	Außen-lage				
1		28	1,4	1,3	1,0	1,3	2,87	48300	54300	57300
6		30	1,5	1,4	1,05	1,4	3,26	54800	61700	65100
6 + 6		32	1,6	1,5	1,1	1,5	3,68	61900	69600	73500
14		34	1,7	1,6	1,2	1,6	4,16	70000	74400	78800
		36	1,8	1,7	1,25	1,7	4,68	77900	82700	87600
		38	1,9	1,8	1,35	1,8	5,15	86700	92100	97500
6	33	40	2,0	1,9	1,4	1,9	5,68	95600	101600	107600

Prof. Dr. Ismail Koc

- ① Sürünme tamburlu nakliyat sistemleri (KOEPE) için ; nominal tel mukavemeti 180 kp/mm^2 ve halat nominal çapı 60 mm olan kaplamalı (Galvanizli) telli, düz sac dolanlı (Z/Z), 6×35 Warrington taşıyıcı halatın gösterilişi :

Taşıyıcı halat $6 \times 35 - 60 \times 180 \text{ Z/Z}$ DIN 21255

②

Adedi		Bütün teller
Kordon	1 Kordondaki teller	

③

Halat nominal çapı

mm
Tolerans : $+0.5$

④

Tel - Nominal çapı

Çekirdek (öz)	iç kat		Orta kat		Dış kat
	mm	mm	mm	mm	
mm					mm

⑤

Halatın metalik kesit alanı

mm²

6

Birim ağırlığı
kg/m

Tolerans: -%2
+%5

7

Halatın teorik (hesaplanan) kopma mukavemeti.
kp

Tel nominal mukavemeti			
kp/mm ²			
160	170	180	190

Tabellen-Anhang

Setzel 2 - Unterseile (Flachseile) (DIN 21256)

Bezeichnung eines doppelt genähten Flachunterseiles mit Aufbau $6 \times 4 \times 12$ Drähte von Breite $b = 130$ mm und Dicke $s = 29$ mm, mit einer Nennfestigkeit der Einzeldrähte der tragenden Litzen von 140 kp/mm^2 , Ausführung verzinkt:

Flachunterseil $6 \times 4 \times 12 - 130 \times 29 \times 140$ DIN 21256

Nenngröße Breite $b \times$ Dicke s mm $\pm 10\%$		② Draht- Nenn- durch- messer	③ Metalli- scher Quer- schnitt	Masse (des geschmiedeten Seiles) kg/m $\pm 5\%$		⑤ Rechnerische Bruchlast des Flachseiles in kp bei einer Nennfestigkeit des Einzeldrahtes von 140 kp/mm^2
doppelt genäht	einfach genäht	mm	mm ²	doppelt genäht	einfach genäht	
⑥ Aufbau: $6 \times 4 \times 7 = 6$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 Drähten = 168 Drähte						
70 × 17	70 × 15	1,60	338	3,5	3,4	47300
74 × 18	74 × 16	1,70	381	4,0	3,8	53300
78 × 19	78 × 17	1,80	427	4,5	4,3	59700
82 × 20	82 × 18	1,90	477	5,0	4,8	66700
87 × 21	87 × 19	2,00	528	5,5	5,3	73900
91 × 22	91 × 20	2,10	581	6,1	5,8	81300
95 × 23	95 × 21	2,20	638	6,7	6,4	89300
Aufbau: $8 \times 4 \times 7 = 8$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 Drähten = 224 Drähte						
110 × 20	110 × 18	1,90	636	6,7	6,4	89000
113 × 20	113 × 18	1,95	670	7,0	6,7	93800
116 × 21	116 × 19	2,00	703	7,4	7,0	98400
119 × 21	119 × 19	2,05	739	7,8	7,4	103400
122 × 22	122 × 20	2,10	775	8,1	7,8	108500
125 × 22	125 × 20	2,15	813	8,5	8,1	113800
128 × 23	128 × 21	2,20	851	8,9	8,5	119100
Aufbau: $6 \times 4 \times 12 = 6$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 3 + 9 Drähten = 288 Drähte						
112 × 26	112 × 23	1,90	818	8,6	8,2	114500
115 × 26	115 × 23	1,95	861	9,0	8,6	120500
118 × 27	118 × 24	2,00	904	9,5	9,0	126500
121 × 27	121 × 24	2,05	950	10,0	9,5	133000
124 × 28	124 × 25	2,10	996	10,5	10,0	139400
127 × 28	127 × 25	2,15	1045	11,0	10,5	146300
130 × 29	130 × 26	2,20	1094	11,5	10,9	153100
Aufbau: $8 \times 4 \times 12 = 8$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 3 + 9 Drähten = 384 Drähte						
146 × 26	146 × 23	1,90	1091	11,5	10,9	152700
149 × 26	149 × 23	1,95	1148	12,1	11,5	160700
154 × 27	154 × 24	2,00	1206	12,7	12,1	168800
157 × 27	157 × 24	2,05	1267	13,3	12,7	177300
160 × 28	160 × 25	2,10	1329	14,0	13,3	186000
165 × 28	165 × 25	2,15	1394	14,6	13,9	195100
168 × 29	168 × 26	2,20	1460	15,3	14,6	204200
Aufbau: $8 \times 4 \times 14 = 8$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 4 + 10 Drähten = 448 Drähte						
160 × 27	160 × 24	1,90	1272	13,4	12,7	178000
164 × 28	164 × 25	1,95	1340	14,1	13,4	187600
168 × 28	168 × 25	2,00	1407	14,8	14,1	196900
172 × 29	172 × 26	2,05	1478	15,5	14,8	206900
176 × 29	176 × 26	2,10	1550	16,3	15,5	217000
180 × 30	180 × 27	2,15	1626	17,1	16,3	227600
184 × 30	184 × 27	2,20	1702	17,9	17,0	238200
Aufbau: $8 \times 4 \times 19 = 8$ Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 + 12 Drähten = 608 Drähte						
186 × 31	186 × 28	1,90	1727	18,1	17,3	241700
190 × 32	190 × 29	1,95	1818	19,1	18,2	254500
194 × 33	194 × 30	2,00	1909	20,1	19,1	267200

Cetvel 2 - ALT halat (Yassı halat) veya
Denge halatı. DIN 21256

Nominal tel mukavemeti 140 kp/mm^2 , nominal genişliği
 $b = 130 \text{ mm}$ ve nominal kalınlığı $s = 29 \text{ mm}$ olan
 $6 \times 4 \times 12 = 288$ telli çift dikişli galvanizli yassı
alt halatın gösterilişi :

Yassı alt halat $6 \times 4 \times 12 - 130 \times 29 \times 140$ DIN 21256

- ① Nominal büyüklükler
Genişlik b x Kalınlık s
mm
 $\pm \%10$

Çift dikişli	Tek dikişli
--------------	-------------

- ② Tel nominal
Çapı
mm

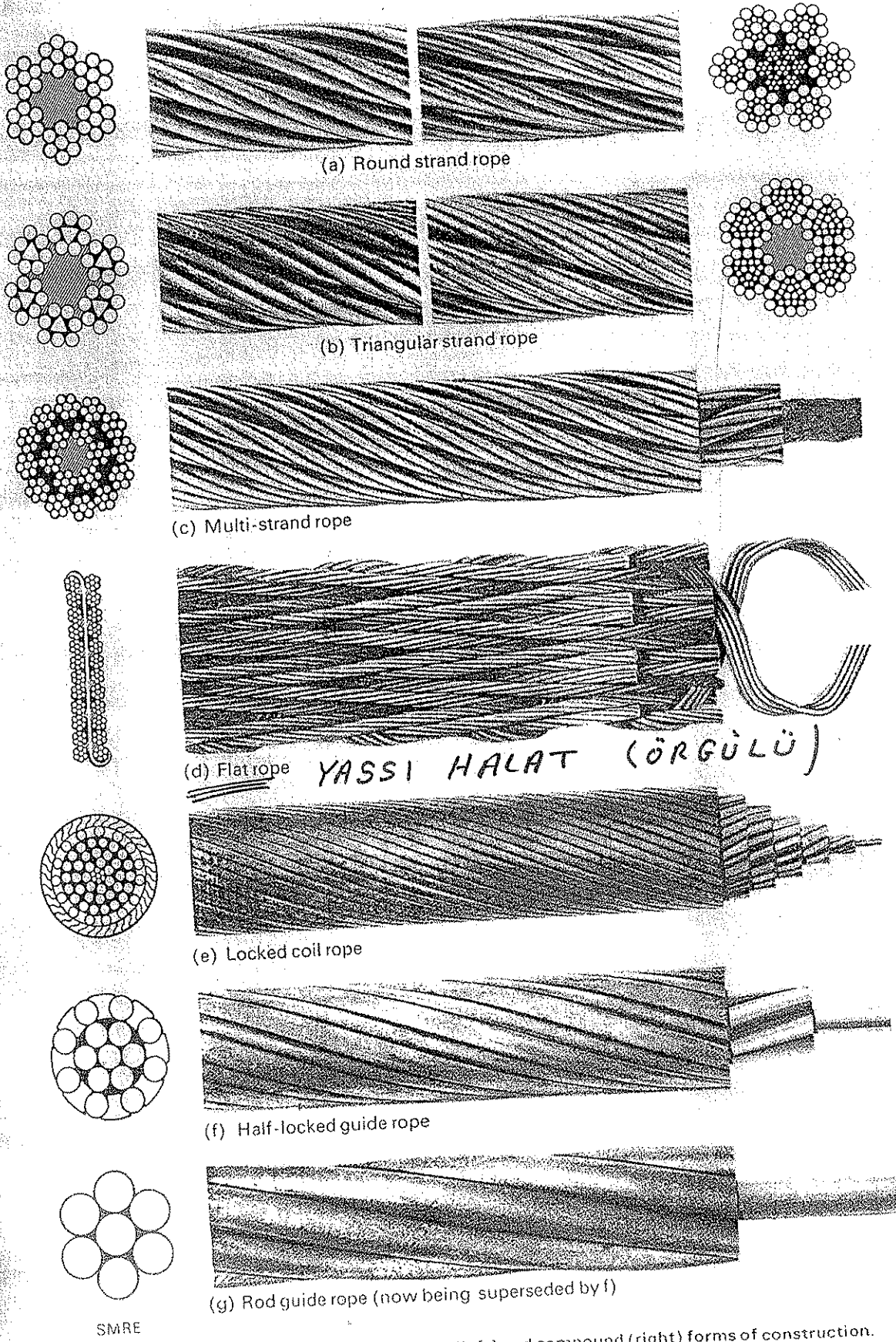
- ③ Metalik kesit
alanı
 mm^2

- ④ Birim ağırlığı
(Yaşlanmış halatın)
 kp/m
 $\pm \%5$

Çift dikişli	Tek dikişli
--------------	-------------

⑤ Yassı halatın teorik (hesaplanmış)
kopma mukavemeti:
 k_p
Tel nominal mukavemeti
 140 kp/mm^2 de

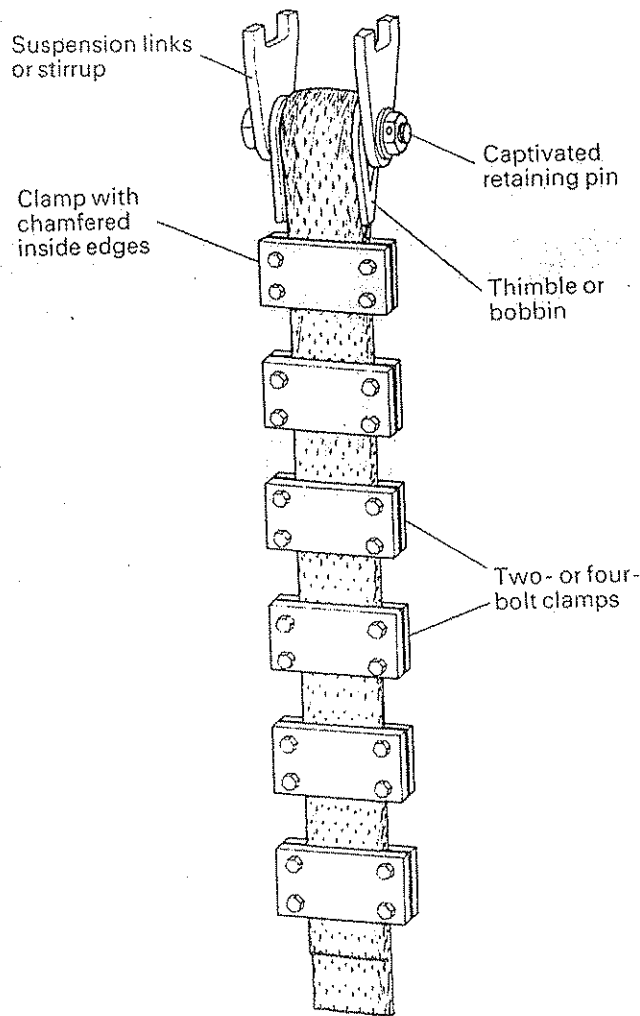
⑥ Konstrüksiyon : $6 \times 4 \times 7 = 168$ Telli
(6 Kol, her kol için 4 kordon ve her kordon için 7+6 Tel)



YASSI HALAT (ÖRGÜLÜ)

(a) and (b) each show simple (left) and compound (right) forms of construction.

Figure 5. Ropes and rope sections



YASSI DENGE HALAT

Figure 67. Typical terminal fastening for flat balance rope

Examination of balance ropes

It is important that balance ropes are examined regularly. Apart from the daily examination, British Regulations do not require balance ropes to be examined in detail every 30 days, as specified for winding ropes, but maintenance procedures should include provision for the periodic thorough examination of balance ropes. Proper access and adequate lighting are necessary so that the examinations can be carried out safely and effectively. Where the onsetter can, from his normal working position, observe the balance rope, he should be encouraged to do so in order that any unusual movement may be noted and the cause investigated before damage occurs.

Burada ,

- Tel sayısı : $6 \times 4 \times 7 = 168$ adet
- Nominal genişlik : $b = 95$ mm
- Nominal kalınlık : $s = 21$ mm
- Nominal tel mukavemeti : $\sigma_B = 140$ kp/mm²
- Halatın metalik kesit alanı : $A_S = 638$ mm²
- Halatın birim ağırlık kuvveti : $6,4$ kp/m (Yağlanmış halat)
- Halatın hesabi kopma yükü : $\sigma_{Br} = 89300$ kp

Görüldüğü gibi, yağlanmış yassı halatın birim ağırlık kuvveti $6,4$ kp/m olup, taşıyıcı halat ile ($6,38$ kp/m) arasındaki birim ağırlık kuvveti farkının çok az olması nedeniyle fazla bir önem taşımaz.

4-) Taşıyıcı (nakliye) halatının; uzunluğu ; Farklı yüklere çalıştırılan bir taşıyıcı veya nakliye halatının uzunluk değişimleri test edilmeli ve bu test sonuçlarının göre skip ayarları planlanmalıdır. Örnek problemimize bakarsak olursak skip'in, en ağır faydalı yüke göre 3. ve 5. katta ki ayarları yeterli olacaktır.

- Nakliye halatının ;
- Elastisite modülü : $E = 1,4 \cdot 10^6$ kp/cm²
- metalik kesiti : $A_S = 6,72$ cm²

Skip 5. kat altındaki yükleme konumunda

• Skip - molet - tahrik tamburu arasındaki

taşıyıcı halatın net uzunluğu: $L_1 = 237,5 \text{ m}$.
($\overline{AB} + \overline{CD} + \overline{DE}$ + Halat eğrilik uzunlukları. Şekil 8)

• Taşınan yük : $G_N = 6120 \text{ kp}$

Halatın ki uzama,

$$\Delta L_1 = \frac{G_N \cdot L_1}{E \cdot A_s} \quad \frac{\Delta L_1}{\text{m}} \mid \frac{G_N}{\text{kp}} \mid \frac{L_1}{\text{m}} \mid \frac{E}{\text{kp/cm}^2} \mid \frac{A_s}{\text{cm}^2} \quad (13)$$

$$\Delta L_1 = \frac{6120 \text{ kp} \cdot 237,5 \text{ m}}{1,4 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2 \cdot 6,72 \text{ cm}^2}$$

$$\| \Delta L_1 = 0,154 \text{ m} = 154 \text{ mm.}$$

Skip 3. kat üzerindeki boşaltma konumunda,

Skip - molet - tahrik tamburu arasındaki

taşıyıcı halatın net uzunluğu: $L_2 = 57 \text{ m}$.
($\overline{CD} + \overline{DE}$ + Halat eğrilik uzunlukları. Şekil 8)

Halatın ki uzama,

$$\Delta L_2 = \frac{G_N \cdot L_2}{E \cdot A_s} = \frac{6120 \text{ kp} \cdot 57 \text{ m}}{1,4 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2 \cdot 6,72 \text{ cm}^2}$$

$$\| \Delta L_2 = 0,037 \text{ m} = 37 \text{ mm.}$$

5.1) Molet, saptırma kasnağı ve sürtünme tamburu (tahrik tamburu),

Orta ve küçük ihraç tesisleri için Alman nizamnamesine göre, molet ve soptırma kasnaklarının çapları, halat çapının en az 40 katı olmalıdır.

$$D_s \geq 40 \cdot d$$

$$D_s \geq 40 \cdot 42 \text{ mm} = \phi 1680 \text{ mm}$$

|| $D_s = \phi 2000 \text{ mm}$ (Seçilen)

DIN 22300'e göre 230 kw vinç için, sürtünme torku çapı,

|| $D_T = \phi 2500 \text{ mm}$

alınmıştır.

Halat yüzey basıncını inceleyelim. Bunun için önce, oluşabilecek en büyük yükteki halat kuvvetlerini hesaplayalım (Ramble malzeme nakli skip ile yapıyor ve skip 3. kat üzerindeki boşaltma konumunda)

Yüzey basıncı, $p = \frac{F_{s1} + F_{s2}}{D_T \cdot d}$ (F_{s1}, F_{s2} için S:48'e bak)

$$p = \frac{(13732 + 10668) \text{ kP}}{250 \text{ cm} \cdot 4,2 \text{ cm}}$$

|| $p = 23,2 \text{ kP/cm}^2$

Beçorit - hafifmetal astar kaplamalar için,

$p = 20 \dots 25 \text{ kP/cm}^2$ değerlerine müsaade edilmiştir.

Sürtünme Tanburu (KOEPE)

Kuyu Nakliyatı

-4-

Karim Jhalil

(Bergbaumechanik
Dr. Ing. W. Ostermann)

Skip taraafındaki kuvvetler F_{S1}	Karşı ağırlık taraafındaki kuvvetler F_{S2}
Taşıyıcı halat $5m \cdot 6,38 kp/m = 32 kp$	$185m (= 5m + 35m + 120m + 25m) \cdot 6,38 kp/m = 1180 kp$
Skip $6000 kp$	— $9060 kp$
Karşı ağırlık kuvveti —	$390 kp$
Koşum takımı $390 kp$	—
Faydalı yük $6120 kp$	—
Denge halatı (alt halat) $186m (= 35m + 120m + 25m + 6m) \cdot 6,40 kp/m = 1190 kp$	$6m \cdot 6,40 kp/m = 38 kp$
Taşıyıcı halatın statik yükü $13732 kp$	$10668 kp$

6-) Tahrik motorunun hesaplanması,
DIN 22300'e göre üç fazlı motorun nominal
devir sayısı,

$$\| n_M = 735 \text{ d/dak.}$$

Sürtünme tamburunun (Köpe tamburu) devir
sayısı n_T ,

$$v_m = \frac{\pi \cdot D_T \cdot n_T}{60} \quad \begin{array}{c|c|c} v_m & D_T & n_T \\ \hline \text{m/sn} & \text{m} & \text{d/dak} \end{array} \quad \text{--- (14)}$$

D_T - Sürtünme tambur çapı

$$D_T = \phi 2500 \text{ mm (Sayfa: 47)}$$

v_m - Makiyat sisteminin çalışma hızı (Halat çalış-
ma hızı)

$$v_m = 4 \text{ m/sn (Sayfa: 33)}$$

$$n_T = \frac{v_m \cdot 60}{\pi \cdot D_T} = \frac{4 \text{ m/sn} \cdot 60 \text{ sn/dak}}{\pi \cdot 2,5 \text{ m}}$$

$$\| n_T = 30,6 \text{ d/dak.}$$

Mekanizmanın çevrim oranı,

$$i'' = \frac{n_M}{n_T} = \frac{735}{30,6}$$

$$\| i' = 24$$

İki kademeli mekanizma (dişli) kabul
edilebilir.

$$\eta_v = 0,92$$

Kuyu verimi η_s ,

Kuyudaki halatın , sürtünmesiz gücünün, F_R sürtünme kuvvetli gücüne oranından (sürtünmesiz halat gücünün, sürtümlü halat gücüne oranıdır)

$$\eta_s = \frac{Gü \cdot v_m}{(Gü + F_R) \cdot v_m} \quad (15)$$

Buradan , kuyudaki sürtünme kuvveti,

$$F_R = \frac{Gü}{\eta_s} - Gü \quad (15)$$

denkleminde hesaplanır.

$Gü$ - Faydalı yükün çekilmesinde oluşan en büyük fazla (aşırı) yük. (ilerde hesaplanacak)

Kuyu verimi η_s ;

- Çok iyi bakımlı ve mükemmel kayıtlı (kilavuzlu) kuyularda % 94,
- Bakımsız kuyular için de % 85

alınabilir.

Savurma momenti ve halat ortasında indirgenmiş ağırlık kuvvetleri :

a) Vins için GD^2 (sürtünme tambur miline bağlı olarak) ;

- Sürtünme tamburu ($D_T = \phi 2,5 \text{ m}$) ----- $GD^2 = 11800 \text{ kpm}^2$
- Sürtünme tambur milinde elastik kavrama --- $GD^2 = 800 \text{ kpm}^2$
- İki kademeli mekanizma $i = 24:1$ ----- $GD^2 = 10800 \text{ kpm}^2$
- Motor milinde Periflex kavrama

$$(GD_i^2)_M = 49 \text{ kpm}^2$$

$$GD^2 = (GD_i^2)_M \cdot i^2 = 49 \text{ kpm}^2 \cdot 24^2 \text{ ---} = 28200 \text{ kpm}^2$$

- Motor rotoru $(GD_i^2)_A = 140 \text{ kpm}^2$ (Kabul edilen motor 230 kW)

$$GD^2 = 140 \cdot i^2 = 140 \cdot \text{kpm}^2 \cdot 24^2 \text{ ---} = 80700 \text{ kpm}^2$$

- Vincin savurma momenti ----- $(GD^2)_H = 132300 \text{ kpm}^2$

Vincin halat ortasına indirgenmiş ağırlık kuvvetleri;

$$G_{redH} = \frac{(GD^2)_H}{D_T^2}$$

D_T - Sürtünme tambur çapı (= $\phi 250 \text{ mm}$. Sayfa: 47)

$$G_{redH} = \frac{132300 \text{ kpm}^2}{(2,5 \text{ m})^2}$$

$$\parallel G_{redH} = 21200 \text{ kp}$$

β) Molet (2 Ad.) ve saptırma kasnaklarının (2 Ad.)

çapları $D_S = \phi 2,0 \text{ m}$. Her bir kasnağın

savurma momenti, $(GD^2)_S = 1750 \text{ kpm}^2$

Her iki molet ve saptırma kasnaklarının halat ortasına indirgenmiş ağırlık kuvvetleri;

$$G_{red.s} = 4 \frac{(GD^2)_s}{D_s^2} = 4 \frac{1750 \text{ kpm}^2}{(2,0 \text{ m})^2}$$

$$\| \underline{G_{red.s} = 1750 \text{ kp}}$$

Özet olarak; harekete geçme veya kalkış anındaki ölü yükler, faydalı yük de dahil olmak üzere asanğıdaki gibidir:

- Nakliyat vinç: $G_{red.H} = \dots\dots\dots 21200 \text{ kp}$
- 4 Ad. Halat karesnâğı: $G_{red.s} = \dots\dots\dots 1750 \text{ kp}$
- Skip G = $\dots\dots\dots 6000 \text{ kp}$
- Karşı ağırlık $G_G = \dots\dots\dots 9060 \text{ kp}$
- 2 Ad. Koşum takımı $2 \cdot G_{zw} = 2 \cdot 390 \text{ kp} = \dots\dots\dots 780 \text{ kp}$
- Taşıyıcı (nakliye) halat $305 \text{ m} \cdot 6,38 \text{ kp/m} = \dots\dots\dots 1946 \text{ kp}$
- Denge (alt) halatı $192 \text{ m} \cdot 6,40 \text{ kp/m} = \dots\dots\dots 1229 \text{ kp}$
(192m. = 35m + 120m + 25m + 6m + 6m)
- Faydalı yük $G_N = \dots\dots\dots \underline{6120 \text{ kp}}$

Toplam ölü yük + Faydalı yük $\dots\dots G_{tot} = 48085 \text{ kp}$.

Faydalı yükün çekilmesinde en büyük aşırı (fazlalı) yük, asanğıdaki gibi hesaplanır,

$$G_{ü} = G + G_N - G_G = (6000 + 6120 - 9060) \text{ kp}$$

$$\| \underline{G_{ü} = 3060 \text{ kp}}$$

Kuyudaki sürtünme kuvveti, kuyu veriminin $\eta_s = 0,85$ değeri ile eşitlik 15 den hesaplanır.

$$F_R = \frac{Gü}{\eta_s} - Gü = \frac{3060 \text{ kp}}{0,85} - 3060 \text{ kp}$$

$$\parallel F_R = 540 \text{ kp}$$

Üş nakliye bölümünün döndürme momentlerini;

- Kalkış (Harekete geçme veya ivme) momenti M_α ,
- Yavaşlama momenti M_ν (Her iki ivmede eşit alınmıştır $\alpha_\alpha = \alpha_\nu = 0,5 \text{ m/sn}^2$)
- Asılı yüklerin statik moment M_{st}

oluşturmaktadır.

$$M_\alpha = M_\nu = \frac{G_{tot.}}{f} \cdot \alpha \cdot \frac{D_T}{2} = \frac{48085 \text{ kp} \cdot 0,5 \text{ m/sn}^2 \cdot 2,5 \text{ m}}{9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot 2}$$

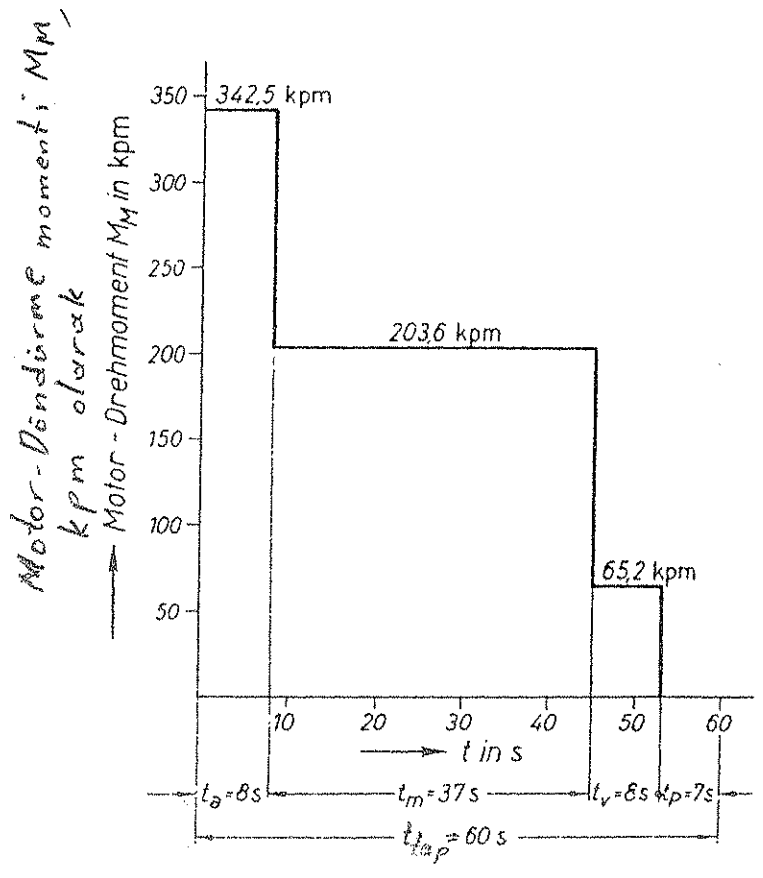
$$\parallel M_\alpha = M_\nu = 3060 \text{ kp m}$$

$$M_{st} = (Gü + F_R) \cdot \frac{D_T}{2} = (3060 + 540) \text{ kp} \cdot \frac{2,5 \text{ m}}{2}$$

$$\parallel M_{st} = 4500 \text{ kp m}$$

Makliye evrelerine göre Döndürme momentleri	Sürtünme tancbur milinde M_T	Motor milinde $M_M = \frac{M_T}{i \cdot \eta_v} = \frac{M_T}{24 \cdot 0,92}$
Harekete geçme (Kalkış) $M_1 = M_{0a} + M_{st}$	7560 kpm	342,5 kpm
Sabit hız $M_2 = M_{st}$	4500 kpm	203,8 kpm
Yavaşlama $M_3 = M_{st} - M_{2v}$	1440 kpm	65,2 kpm

Motor döndürme momentinin zamanı göre değişimi, Şekil 10 da gösterilmiştir.



Şekil 10 - Yüklü ekipman çekilmesindeki motor döndürme momenti diyagramı $M_M = f(t)$

Bu döndürme momentleri ile iş nokti- 55-
ye evresindeki motor güçleri aşağıdaki
formülle hesaplanır

$$P = \frac{M_d \cdot n}{973} \quad \begin{array}{c|c|c} P & M_d & n \\ \hline \text{kW} & \text{kgm} & \text{d/dak.} \end{array} \quad (16)$$

Kalkış zamanı t_a sonunda,

$$P_1 = \frac{M_{M1} \cdot n_M}{973} = \frac{342,5 \cdot 735}{973}$$

$$\parallel P_1 = 258,5 \text{ kW}$$

Sabit hızda t_m süresince,

$$P_2 = \frac{M_{M2} \cdot n_M}{973} = \frac{203,8 \cdot 735}{973}$$

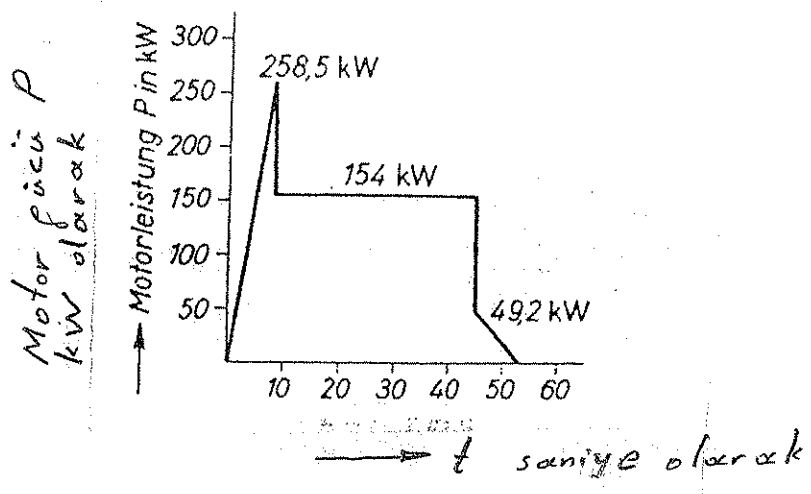
$$\parallel P_2 = 154 \text{ kW}$$

Yavaşlama zamanı t_v başında,

$$P_3 = \frac{M_{M3} \cdot n_M}{973} = \frac{65,2 \cdot 735}{973}$$

$$\parallel P_3 = 49,2 \text{ kW}$$

Şekil 11, motor gücünün zamanla göre değişimini
vermektedir. Bu güç diyagramının altındaki alan
işe bir işle kıyaslık olmak üzere kW olarak
ifade edilebilir. Bu iş (veya kuyu işi) aynı zamanda
motor mili işin farklı olan enerjidir ve aşağıdaki



Sekil 11 - Motor güç diyagramı
 $P_M = f(t)$

Şimdi hesaplarız.

$$W_1 = \frac{P_1 \cdot t_1}{2} = \frac{258,5 \text{ kW} \cdot 8 \text{ san.}}{2}$$

$$\| W_1 = 1034 \text{ kWs}$$

$$W_2 = P_2 \cdot t_m = 154 \text{ kW} \cdot 37 \text{ san.}$$

$$\| W_2 = 5700 \text{ kWs}$$

$$W_3 = \frac{P_3 \cdot t_v}{2} = \frac{49,2 \text{ kW} \cdot 8 \text{ san.}}{2}$$

$$\| W_3 = 197 \text{ kWs}$$

Diyagram alanını hesaplamak toplam iş,

$$W_{\text{top.}} = W_1 + W_2 + W_3 = (1034 + 5700 + 197) \text{ kWs}$$

$$\| W_{\text{top.}} = 6931 \text{ kWs}$$

Diğer taraftan kuyu işi,

$$W_{\text{kuyu}} = \frac{Gü \cdot s}{\eta_v \cdot \eta_s}$$

şeklinde hesaplanabilir buradan,

$Gü$ - En büyük yük (= 3060 kp . Sayfa : 521)

s - Toplam hareket yolu (= 180 m . S : 33)

η_v - Mekanizma (Dişli) verimi (= 0,92 . S : 491)

η_s - Kuyu verimi (= 0,85 . S : 50, 53)

$$W_{\text{kuyu}} = \frac{3060 \text{ kp} \cdot 180 \text{ m}}{0,92 \cdot 0,85 (102 \text{ kpm/kWs})}$$

$$\| W_{\text{kuyu}} = 6906 \text{ kWs}$$

Toplam iş ($W_{\text{top}} = 6931 \text{ kWs}$) ile kuyu işi ($W_{\text{kuyu}} = 6906 \text{ kWs}$) arasındaki püzerdi edilebilir fark, hesap hassasiyetinden kaynaklanmaktadır.

Elektrik motoru nominal gücünün ölçümü,

Elektriksel kayıplar ve bunun sonucu ortaya çıkan ısı yaklaşık olarak akım şiddetinin karesi ile orantılıdır. Nakliye esnasında akım değerlerinin ölçülmesi çok zor olduğundan momenti, akımla orantılı olan motorlarda (alternatif akım motorları) nominal momentide aynak işin momentin karesel ortalaması

$$M_{nom.} = M_{ef.} = \sqrt{\frac{\int_0^t M^2 \cdot dt}{t_{top.}}}$$

$$M_n = M_{ef.} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_a + M_2^2 \cdot t_m + M_3^2 \cdot t_v}{t_a + t_m + t_v}} \quad (17)$$

denklemini kullanılır.

Bu efektif moment ve eşitlik 16 ile efektif güç hesaplanır:

$$P_{ef.} = \frac{M_{ef.} \cdot n_M}{973} \quad \begin{array}{c|c|c} P_{ef.} & M_{ef.} & n_M \\ \hline kW & kpm & d/dak. \end{array} \quad (18)$$

Motorun havalandırılması (dolayısıyla soğutulması) göz önüne alınarak, havalandırma faktörü

$$f = \sqrt{\frac{t_a + t_m + t_v + t_p}{(t_a + t_v) \cdot 0,75 + t_m + t_p \cdot 0,25}} \quad (19)$$

tarifi ile nominal güç,

$$P_N = f \cdot P_{ef.} \quad (20)$$

bulunur

t_p - Bir skip'in boşaltma süresi (Şekil 9)

Eşitlik 17 ye göre efektif momenti hesaplayalım,

$$M_1^2 \cdot t_a = (342,5)^2 \cdot 8 = 93,845 \cdot 10^4$$

$$M_2^2 \cdot t_m = (203,8)^2 \cdot 37 = 153,677 \cdot 10^4$$

$$M_3^2 \cdot t_v = (65,9)^2 \cdot 8 = 3,407 \cdot 10^4$$

$$\int_0^t M^2 \cdot dt = 250,923 \cdot 10^4$$

$$M_{ef} = \sqrt{\frac{250,923 \cdot 10^4}{8 + 37 + 8}}$$

$$\| M_{ef} = 217,5 \text{ kpm}$$

Efektif güç,

$$P_{ef} = \frac{M_{ef} \cdot n_m}{973} \quad (\text{Eşitlik 18})$$

$$P_{ef} = \frac{217,5 \cdot 735}{973}$$

$$\| P_{ef} = 164,3 \text{ kW}$$

Havalandırma faktörü,

$$f = \sqrt{\frac{t_a + t_m + t_v + t_p}{(t_a + t_v) \cdot 0,75 + t_m + t_p \cdot 0,25}} \quad (\text{Eşitlik 19})$$

$$f = \sqrt{\frac{8 + 37 + 8 + 7}{(8+8) \cdot 0,75 + 37 + 7 \cdot 0,25}}$$

$$\| f = 1,087$$

Nakliye motorunun gerekli olan gücü,

$$P_N = f \cdot P_{ef} \quad (\text{Eşitlik 20})$$

$$P_N = 1,087 \cdot 164,3$$

$$\| P_N = 178,6 \text{ kW}$$

Seçilen 230 kW lik vine motoru (Sayfa: 47) - 60.
uygun olup, bir sonraki 165 kW lik motor ise
yetersiz kalmaktadır.