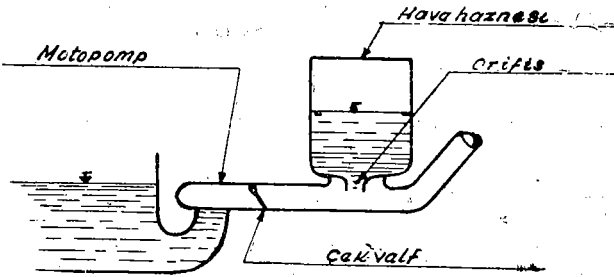


Terfi Tesislerinde Hava Haznelerinin Kullanılması Hava Haznelerinin Karakteristik Ebatlarının Hesabı

Yazan :
Münir ALPSOYLU
Yük. Müh.

Elektrik enerjisinin terfi makinalarında kullanılmasıyla beraber terfi hatlarının su darbelerine karşı muhafazası zarureti de ortaya çıkmıştır. Çünkü elektromotopompların ataletleri küçüktür. Sonra enerji anı olarak kesilebilir. Halbuki buharlı ve iç yanmalı terfi makinalarının büyük ataletleri (volan ve bızatıhi dönen kısımlarının oldukça büyük ataletleri) olduğu gibi bunların anı olarak durmaları da bahis mevzuu değildir.

Bu bakımdan elektrik motoru ile tahrik edilen pompalı terfilerde hava haznesi (gibi koruyucu tertipler) kullanılması birçok hallerde mecburiyet halini alır.

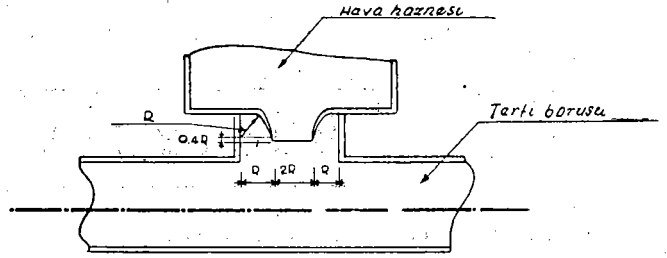


Şekil : 1

Şekil (1) de bir hava haznesi şematik olarak gösterilmiştir. Haznenin üst kısmında sıkışmış hava alt kısmında da su bulunmaktadır. Hava haznesi kısa bir boru parçasıyla terfi borusuna bağlanmıştır. Cereyan kesildiğinde motopomp, ataleti dolayısıyla kısa bir müddet daha çalışır. Fakat hâsıl edebildiği tazyik ve boruda su deposu istikametindeki hız sür'atle azalır. Bu anda haznedeki sıkıştırılmış hava, haznedeki suyu basıncı düşmekte olan terfi hattına iter. Bu hâdise hattaki hız azalmasının ve dolayısıyla hâsıl olacak basınç azalmalarının şiddetini tahfif eder. Boruda su hızı sıfır olunca motopomplar tamamiyle durmuş ve motopompların hemen bitişiğinde olup yalnız tek istikamette (motopomplardan su deposuna doğru) akıma müsaade eden çekvalf da kapanmış olur. Bu defa terfi hattında ters istikamette (su deposundan - motopomplara) bir akım husule gelir. Hava haznesine su girmeye başlar ve terfi hattı boyunca normal işletme halindeki basınçlardan daha yüksek basınçlar hâsıl olur.

Bu basınçlar hava haznesi ile donatılmamış bir hatta müşahade edilecek değerlere erişmemekle beraber gene de hat için tehlike yaratabilecek şiddette olabilir.

Bu surpresyonları azaltmak için terfi hattı ile hava haznesi arasında disemetrik yük kaybı tevli' edecek bir organ yerleştirilir. Bu bir orifis veya delikli bir klape olabilir. Orifis veya klape terfi hattından hazneye giren suya karşı büyük mukavemet, hazneden borusuya geçen suya karşı da az mukavemet gösterecek şekilde tertiplenir. Şekil (2) de bu iş için düşünülmüş bir orifis tipi gösterilmiştir.

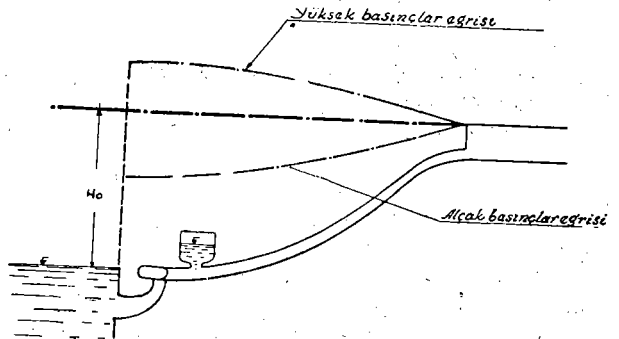


Şekil : 2

Bu diferansiyel bir orifis olup laboratuvar deneyleri sonunda bu tip orifisin suyun hazneye varışında hazneden çıkışa nazaran 2,5 kere daha fazla yük kaybı tevli' ettiği tesbit edilmiştir.

Hava haznesi girişinin böyle bir organla teçhizini ayrıca basınç osilasyonlarının amortismanı süresini de kısaltır. Görüldüğü üzere hava haznesi orifis (klape) sistemi adeta otomobillerdeki yay, amortisör sistemi gibi çalışır.

Hava haznesiyle donatılmış bir terfi hattında cereyan kesilmesini müteakip hâsıl olan basınç dalgalarının hattın her noktasında tevli' ettiği max. ve min. H değerleri ölçülür ve boyuna profil üzerinde gösterilirse parabolik iki eğri elde edilmiş olur. Terfi hattımız bu eğrilere göre hesap edilmiş, yani eğrilerin ifade ettikleri min. H v max. H değerlerine göre tesbit ve eb'atlandırılmış ise cereyan kesilmesi neticesi hâsıl olacak basınçlardan hiçbir zarar görmez (Şekil : 3).



Şekil : 3

Bu basınçların hesabı için evvelâ hava haznesi hacmi ve giriş orifisi hakkında bir kabul yapılır.

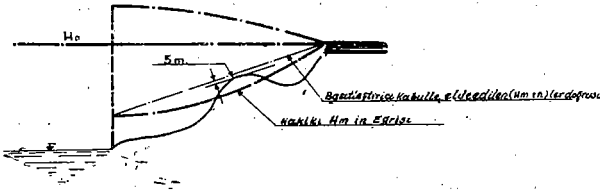
Sonra bu hazneyle donatılmış terfi hattı boyunca her noktada husule gelecek H_{min} , H_{max} değerleri hesap edilir. Bulunan değerler şayet terfi hattı profilinin ve boru malzemesinin icabettirdiği şartları tahkik etmezse, aynı hesaplar bu defa yeni bir hava haznesi hacmi için tekrarlanır. Birkaç tatonmandan sonra optimum hava h. hacmi tesbit olunur.

Umumiyetle basınçlar profilin yalnız hususiyet arz eden noktaları için hesaplanır. Bu iş, her nokta ve kabul edilen her hava haznesi için «Bergeron» epürü tesmiye olunan epürlerin çizilmesi suretiyle yapılır. Bu çalışma tarzı çok uzun ve çok sıkıntılıdır. Bu sebeple basitleştirici kabullere istinad ederek h. haznesi probleminin abaklardan istifade edilecek şekle ırcı cihe-tine gidilmiştir.

Yapılan esas kabul şudur :

Böruda müşahede olunan dalga hareketi kütle halinde bir salınım hareketi olarak alınabilir. Yani suyun ve boru malzemesinin elastikliği ihmâl edilebilir.

Bu kabule istinaden yapılan abaklar boru hattı başlangıcında hakikate çok yakın H_{min} değerleri verirler. Yalnız bu kabul sonunda hat boyunca H_{min} H_{max} değerleri lineer olarak değişir ki bu hakikate uygun değildir. Bu sebepten ötürü Şekil : 4 de görülen tipte boyuna profili olan terfi hatlarının h. haznesi ile teçhizi problemlerinin bu kabule göre tanzim edilmiş abak-ların kullanılması suretiyle halli cihe-tine gidilmesi ha-talı çözümlere yol açabilir.



Şekil : 4

Zira böyle boyuna profili olan bir terfi hattında basitleştirici kabule göre yapılan hesap sonunda H_{min} lar doğrusu A noktasından 5-6 m yüksekte geçer (yani durum kavitasyon tehlikesi olmadığını gösterir).

Görüldüğü gibi hakikatte A noktasındaki H_{min} 'un çok daha küçük bir değeri olabilir ve kavitasyon olayı husule gelebilir.

Bu durum boyuna profili yukarı doğru mühim çıkıntılar arzeden terfi hatlarında kütle halinde salınım kabulüne istinaden çıkarılmış abaklardan istifade edilemeyeceğini gösterir.

Bu gibi ahvalde tam bir çözüm için Bergeron epürlerinin çizimi suretiyle problemin halli cihe-tine gitmekten başka çare yoktur. Fakat oldukça büyük bir takribiyet sağlayan ve aşağıda kullanış tarzları izah edilecek olan abaklardan da istifade edilebilir.

Bu abaklar, suyun ve boru malzemesinin elastisitesi nazarı itibare alınarak halledilmiş çok sayıda h. haznesi problemleri neticelerinin 2 parametreye tâbi olarak gösterilmeleri suretiyle meydana getirilmiştir. Fakat bu abaklarla her hangi bir terfi hattının yalnız

iki noktasındaki H_{max} ve H_{min} değerleri hesap edilebilir. Bunlar hattın başlangıç ve orta noktalarıdır. Boyuna profil üzerinde bu iki noktadaki basınç değerleri işlenir ve su deposu sabit basınç noktasından da istifade edilerek bunlar bir parabolik eğri ile birleştirilirse hattın diğer noktalarındaki max. ve min. basınçlar hakkında da oldukça doğru bir fikir elde olunabilir.

Vereceğimiz abaklar ayrıca aşağıdaki kabullere göredir.

1. Hava haznesi, terfi hattı başlangıcındadır.
2. Çekvaf, cereyanın kesilmesini müteakip hemen kapanır.
3. Hava haznesinde havanın tazyik ve hacmi arasındaki münasebet isotermitik, adyabatik arası alınmış olup

* 1,2

$$H.C = St \text{ dir.}$$

4. Hava haznesine giriş ve çıkışta hasıl olan yük kayıplarının nisbeti 1 in 2,5'a nisbetidir.
(h. haznesinden çıkışta yük kaybı 1 ise)
(h. haznesine girişte yük kaybı 2.5) dir.
5. KHo : Qo için terfi hattında ve hava haznesine girişte hasıl olan yük kayıpları toplamıdır.
6. Hava haznesinden terfi hattına doğru akım olduğunda haznenin tamamıyla boşaltılması ve terfi hattına hava girmemesi lâzımdır.

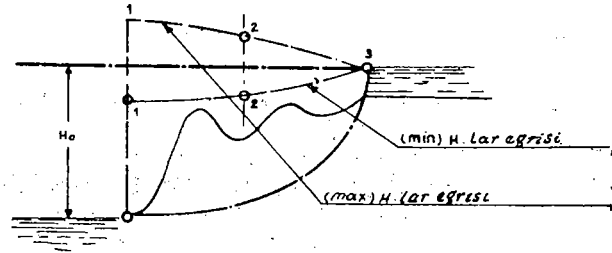
Bunun için min. hazne hacmi

$$C^* = Co \left[\frac{Ho^*}{Hx_{min}^*} \right]^{1/1.2} \cong Co \cdot \frac{Ho^*}{H_{min}^*}$$

Co : Normal işletme halinde haznedeki hava hacmidir.

$H_{min}^* = Ho^* -$ (hat başlangıcında max. tazyik azalması miktarı).

Abaklar 4 tane olup : K=0; K=0.3; K=0.5; K=0.7 değerleri için hazırlanmışlardır. K=0.7 den büyük (K) değerlerine pratikte rastlanmaz. Abakların



Şekil : 5

ordinat ekseninde: terfi hattının başlangıç ve orta noktalarındaki max. tazyik yükselmesi ve alçalması değerlerinin mutlak max. işletme tazyiğine olan nisbetleri;

$$2co.a$$

absis ekseninde de : ————— parametresinin değerleri

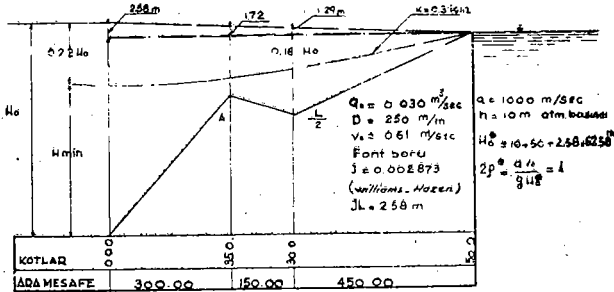
$$Qo.L$$

gösterilmiştir.

Abaklardaki eğri parçalarından (— — —) şeklindeki olanları terfi hattının orta noktasındaki basınç değişimlerine, dolu çizgilerde başlangıç noktasındaki basınç değişimlerine aittir. Eğriler üzerindeki (2θ*) pa-

rametresinin değerlerini ifade ederler. Bu rakamlar haricinde kalan ($2g^*$) değerleri için enterpolasyon yapılır.

Misâl : Aşağıda karakteristikleri verilen terfi hat-
tının kavitasyon olayına karşı hava haznesi kullanıla-
rak korunması için hava haznesine verilmesi icabeden
hacmin ve diğer karakteristiklerini hesabı.



Şekil : 6

Terfi hattının kritik noktası A dır. Kavityasyona karşı bu noktanın korunması icabeder. Bunun için H_{min} ler eğrisini çizelim. A noktasındaki tazyik, normal işletme halinde; 16.72 m dir.

Bu nokta için kabili tecviz depresyon (tazyik alçalması) kavitasyon olmaması için asgari 5 m tazyik kabul ederek, $16,72 - 5 = 11,72$ m olmalıdır. Su deposundan terfi istasyonuna doğru depresyon miktarları artarak gittiğinden orta noktada max. depresyonu 10 m olarak alırsak $11,72 - 10,00 = 1,72$ m lik bir artma payı kabul edilmiş olur. (A ya kadar).

Orta nokta için kabul ettiğimiz max. depresyon miktarının max. mutlak işletme basıncına nisbeti :

$$10 : 62,58 = 0,16 \text{ Ho}^*$$

K=0 abasını alalım : max. depresyonları veren kısımda ordinat ekseninde 0,16 H* değerinden ufki bir hat çizelim; bunun tesisatımıza ait $2\theta^* = 1$ parametresi eğrilerinden hattın orta noktasındaki depresyonlar

İçin çizilmiş olan (. . . .) kesik hatlı olanı ile kesiştiği noktayı tesbit edelim. Bu noktadan çıkacağımız şakulün diğer $2\alpha^* = 1$ eğrilerini kestiği noktaların ordinatlarını ve absis ekseninde kestiği noktayı tesbit edelim. Aynı işi $K=0.3$ $K=0.5$ ve $K=0.7$ abakları üzerinde tekrarlıyalım. Alınan neticeler aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir.

$K=0.5$ ve $K=0.7$ abakları 0.16 Ho^* değeri için çözüm vermezler.

Cetvelin tetkikinden, $K=0,3$ abagından çıkardığı-
mız

2Co.a

_____ = 24 değerine göre hava haznemiziñ eb-

Qo.L

atlandırılmasının daha uygun olacağı görülür. Zira
2 Co a .

$k=0$ abasının verdiği $\frac{Q_0 \cdot L}{Q_0 \cdot L}$ değeri $K=0.3$ abası-

nın verdiği değerden çok az küçük, buna mukabil sürpresyon ve depresyon değerleri bu halde oldukça artmaktadır.

Binaenaleyh hava haznesinin hesabı için $K=0.3$ abasının verdiği değer alınmıştır.

2 Co.a

$$= 24 \quad a = 100 \text{ m/sec} \quad Q_0 = 0.030 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Qo.L

$$L = 900 \text{ m} \quad C_o = 0,324 \text{ m}^3.$$

Bu değer normal işletme halinde h. haznesindeki sıkışmış havanın hacmidir.

Ho*

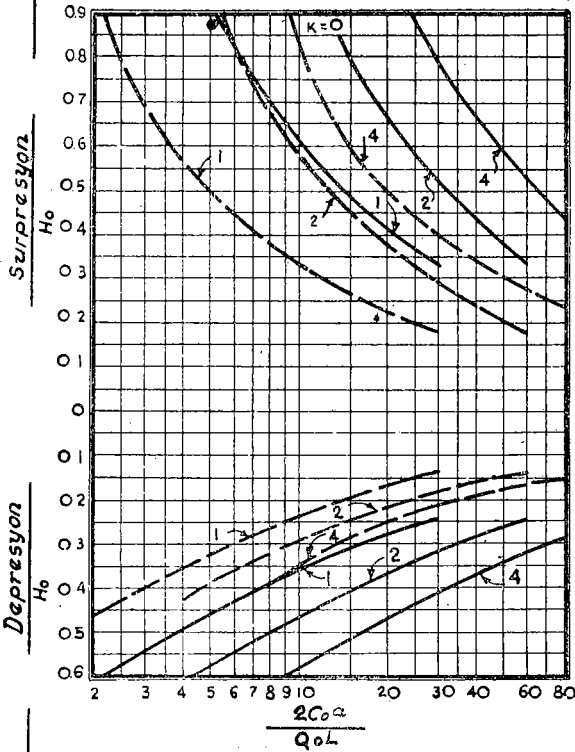
Asgari h. haznesi hacmi $C' = C_0$. ———

formülüyle hesaplanacaktır.
$$H^*_{\min} = \frac{H^*_{\min}}{H_o} - 0.22$$

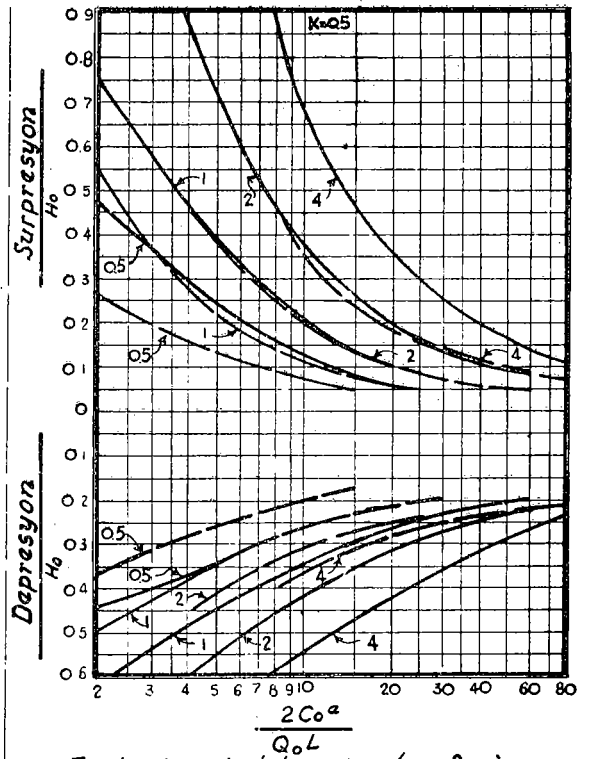
$$H_o^* = 0.78 H_o^* \text{ olduğundan } C = Co \cdot \frac{\quad}{0.78 H_o^*} =$$

0,420 m³ olarak bulunur.

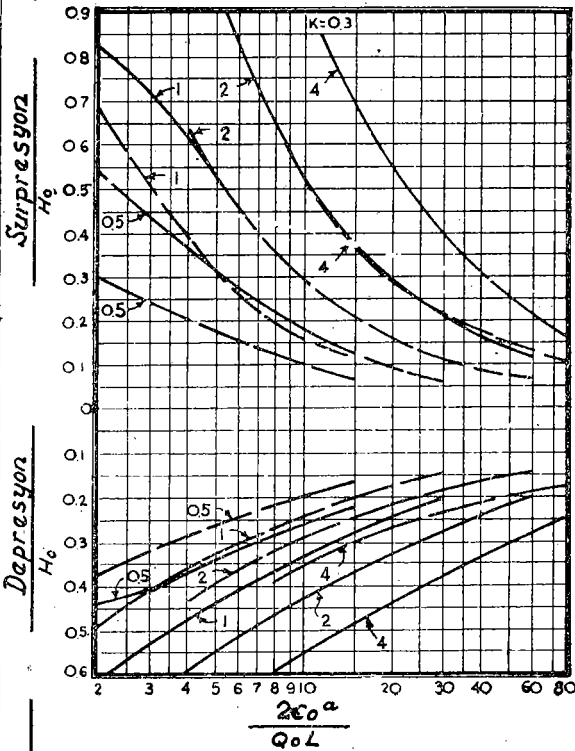
K	L=0 noktasında		L/2 noktasında		$2c_0 \alpha$
	max depresyon	max. supresyon	max. depresyon	max. supresyon	$Q_0 L$
0.0	0.27 Ho^*	0.38 Ho^*	0.16 Ho^*	0.20 Ho^*	23
0.3	0.22 Ho^*	0.14 Ho^*	0.16 Ho^*	0.08 Ho^*	24
0.5	—	—	—	—	—
0.7	—	—	—	—	—



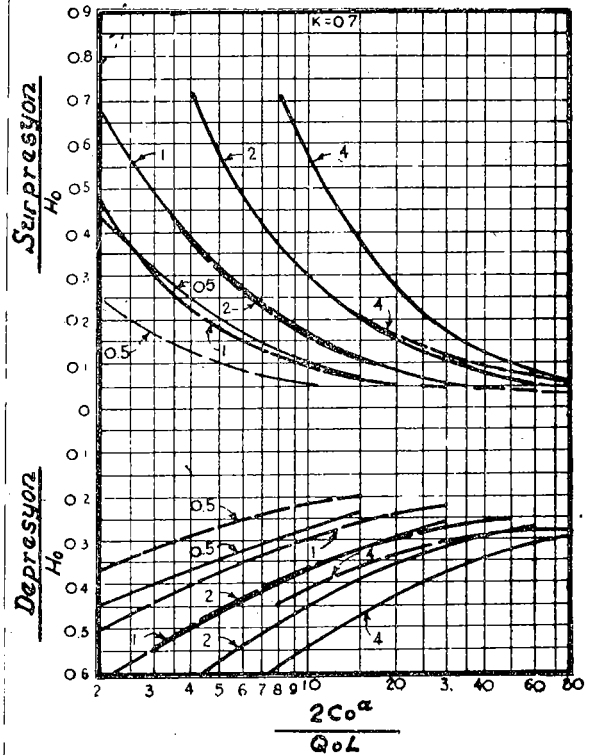
Egriler üzerindeki rakamlar $2p$ nin degeridir
 — Pompanin hemen yanında
 - - - Terfi hattı ortasında
 - . - Terfi hattında su darbeleri $K=0$



Egriler üzerindeki rakamlar $2p$ nin degeridir
 — Pompanin hemen yanında
 - - - Terfi hattı ortasında
 - . - Terfi hattında su darbeleri $K=0.5$



Egriler üzerindeki rakamlar $2p$ nin degeridir
 — Pompanin hemen yanında
 - - - Terfi hattı ortasında



Egriler üzerindeki rakamlar $2p$ nin degeridir
 — Pompanin hemen yanında
 - - - Terfi hattı ortasında

Terfi sistemimizde (h. haznesi+terfi borusu) mecmu yük kaybını $K.Ho^* = 0,3 Ho^*$ kabul etmiş bulunuyoruz. Dolayısıyla hava haznesi girişine koyacağımız orifisin bu yük kaybını tevhit edebilecek şekilde hesaplanması gerektir.

YAZISIZ

Diferansiyel orifisin hesabı : Mecmu yük kaybı :

$0,3 Ho^* = 0,3 \times 62,58 = 18,77$ m bunun 2,58 m borudaki yük kaybıdır. Orifisteki yük kaybı: $18,80 - 2,58 = 16,19$ m olarak bulunur.

Orifis yarı çapı :

$$R = \sqrt{\frac{4}{2,5} \frac{Qo^2}{2\pi^2 K'H'o}} \quad K'H'o = (KHo^* - JL)$$

$R \cong 10$ cm olarak bulunur.

R belli olunca orifisin karakteristik eb'atları hesap edilebilir. Şekil : 2.

Not : H. haznesi ile donatılmamış terfi hattında

a.Vo

L=0 noktasında max. depresyon miktarı : .— dir.

a = 1000 m Vo = 0,61 m/sec g = 10 m/sec²
 $\Delta H = 61$ m olur. Yani bütün hat kavitasyona maruz kalır.

Bibliyografya :

1. «Water hammer analysis» John Parmakian,
2. Water hammer analysis kitabı müellifinin mektubumuza cevabı (2 soruya cevaben),
3. «La Houille Blanche» 1955 yılı Aralık ayı nüshasında: Détermination des dimensions caractéristiques d'un réservoir d'air sur une installation élévaire»

Ch. Dubin - A. Guéneau.

BAYINDIRLIK BAKANLIĞINDAN

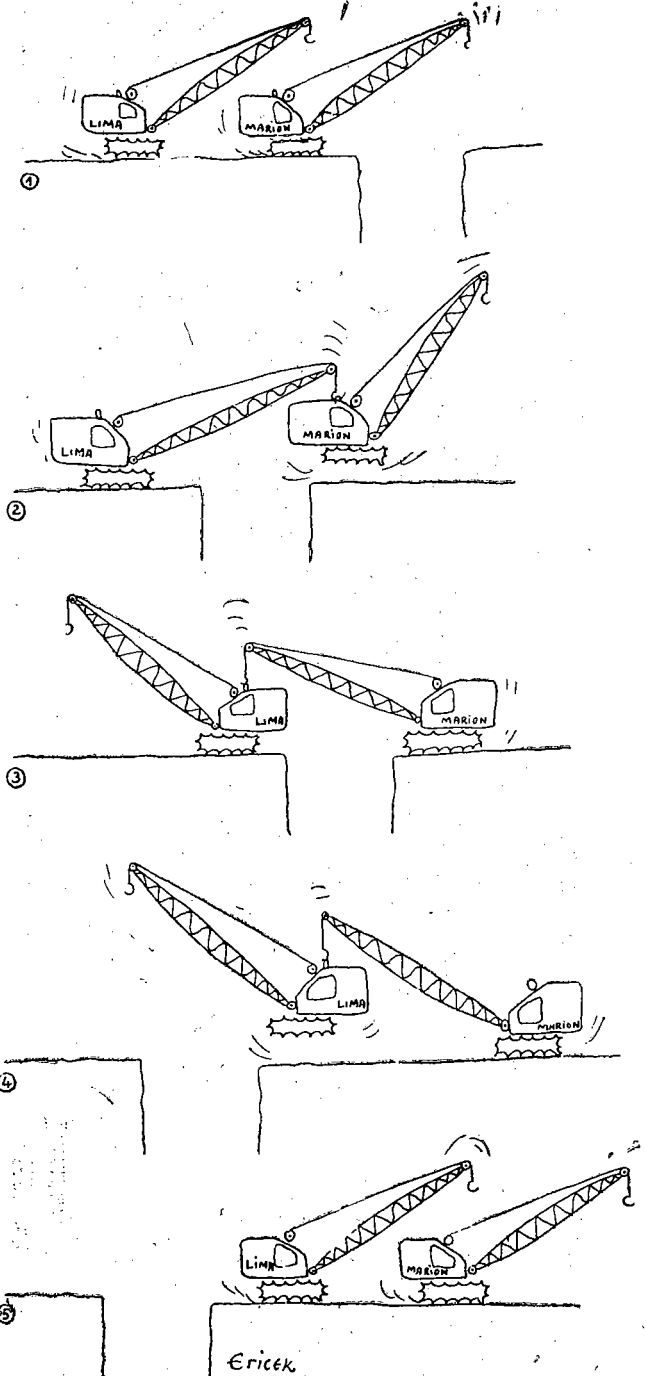
Yapı İşleri İlânı

- 1 — Eksiltmeye konulan iş : Yalova'da yaptırılacak Bağ - Bahçe Araştırma Enstitüsü inşaatı işi. Keşif bedeli : (7.393.463,41) liradır.
- 2 — Eksiltme 14/9/1961 Perşembe günü saat 16.00 da Yapı ve İmar İşleri Eksiltme Komisyonunda kapalı zarf usulüyle yapılacaktır.
- 3 — Eksiltme şartnamesi ve ekleri Yapı ve İmar İşleri Reisliğinde görülebilir.
- 4 — Eksiltmeye girebilmek için isteklilerin 1951 yılına ait Ticaret Odası belgesi ile usulü daire sinde (235.553,90) liralık muvakkat teminat vermeleri lazımdır.
- 5 — İstekliler gerçek tek kişi veya tüzel kişi olacaktırlar.
- 6 — İstekliler Bayındırlık Bakanlığı eksiltmelerine iştirak talimatnamesi ve eksiltme şartnamesinde yazılı esaslar dahilinde Yapı ve İmar İşleri Reisliğine en geç 8/9/1961 günü akşamına kadar müracaat edeceklerdir. Telgrafla müracaat kabul edilmez.
- 7 — İstekliler kendilerinden istenilen vesikaları teklif mektuplarıyla zarflara koymaları ve zarf usulüne göre kapatmaları, eksiltme günü saat 15.00 e kadar makbuz mukabilinde Komisyon Reisliğine vermeleri lazımdır.

Postada vukuu iddia edilecek gecikmeler kabul edilmez.

Keyfiyet ilân olunur.

(Basın - 13751)
(T.M.H. - 21)



Ericek