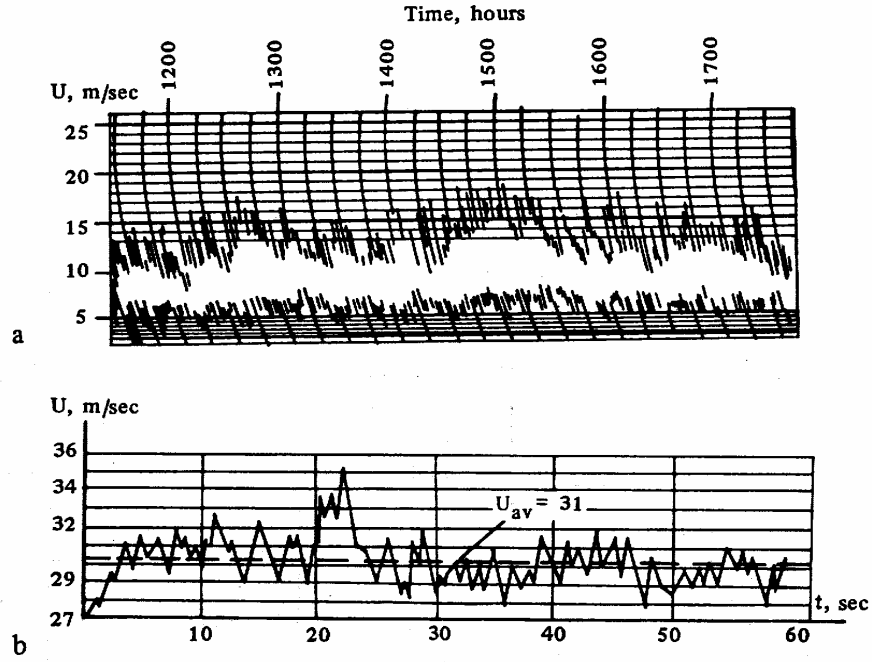


## BÖLÜM 7.

### TRANSPORT SİSTEMLERİNE ETKİYEN RÜZGAR YÜKLERİ

#### GİRİŞ 7.1.

Krene ve kaldırılan yüke etkiyen rüzgar yükü; rüzgar hızına ve krenin ve yükün aerodinamik ve dinamik özelliklerine bağlıdır. Rüzgar hızı zamana bağlı olarak devamlı değişmektedir (şekil 7.1). Bu nedenle krene etkiyen rüzgar yükü de dar limitler arasında değişmektedir; ancak fırtına sırasında çok yüksek değerler alabilmektedir.



Şekil 7.1 Tipik bir rüzgar hızı kaydı

Ani esen rüzgarların hızı, normal rüzgar hızı ortalamasının üç katı kadar olabilmektedir. Bu tür rüzgarlar alçak hızlarda bile çok kuvvetlidirler ve yere yakın eserler.

Kren tasarımında rüzgarların yere paralel estiği kabul edilir. Ayrıca verilen bir yükseklikteki bir kren için rüzgar hızından doğan rüzgar basıncının aynı olduğu kabul edilir. Ancak deneyler yukarıda yazılan kabullerin geçerli olmadığını göstermiştir.

Ancak pratik olarak krenlere etkiyen rüzgar yüklerini hesaplamak imkansızdır. Yalnızca bir çalışma bölgesinden bir diğerine çok nadir olarak taşınan krenler için yaklaşık hesap yapılabilir.

Kren yapısı boyunca rüzgar basıncının sabit olduğu kabulü yalnızca yüksek rüzgar yükü durumunda başarılı olmaktadır. Ayrıca bu kabul uzun kren yapılarında ve 200 m yi geçen kule aralığındaki kablolu krenlerde iyi sonuçlar vermektedir. Rüzgar yükünün tüm yapı üzerine eş zamanlı olarak geldiği kabulü, yalnızca 2 – 3 km kule açıklığı bulunan telefon veya yüksek gerilim hatlarının rüzgar kaynaklı yanal eğilmelerinde az da olsa kullanışlıdır.

Kule aralığı 100 m yi aşan elektrik iletim kablolarının tasarımı bazı hallerde rüzgar hızının uniform olmayan dağılımı kabulü ile yapılır.

Rüzgar basıncının yapının üzerine üniform olmayan yayılışı kabulü, rüzgarın yapının yanından etkimesi durumunda kullanılır. Ancak bu tür bir yük uzun putrellerde istenmez. Yalnızca damperli köprülerin hesabında göz önüne alınır. Kren tasarımında genellikle ilgilenilen yapı boyunca rüzgar yükünün sabit olduğu kabul edilir.

Rüzgar yükü, kren etrafındaki hava akış biçimine bağlıdır. Bu nedenle kren aerodinamiği üzerine yıllardır çok çalışmalar yapılmıştır.

Krenin çalışmasına hala devam edebildiği en yüksek rüzgar hızı maksimum limit olarak kabul edilir. Bu nedenle teorik rüzgar hızı, yükün manuel olarak bağlandığı veya çözüldüğu bina veya yapı yapımı, gemi imalatı gibi endüstri kollarında çalışanların hala güvenli olarak iş yapabildiği hız olarak düşünülür (Rusya’da kren tesislerinde çalışan yük bağlayıcı teknisyenlerin rüzgar hızının 12 m/s’nin üstünde olması halinde çalışmaları tasarım şartnameleri tarafından yasaklanmıştır. Ancak kuvvetli rüzgarların görüldüğu bazı bölgelerde çok daha yüksek rüzgar hızlarında çalışma devam etmektedir; bu nedenle yerel yönetimler 22 m/s rüzgar hızına kadar kren tesislerinin çalışmalarına izin vermektedirler). Yükün tutulmasının ve bırakılmasının otomatik olarak yapıldığı yani teknisyene gerek olmadığı krenlerde daha yüksek rüzgar hızına izin verilir. Bu durumlarda çalışmanın izin verildiği maksimum rüzgar hızı, taşımanın halen yapılabildiği veya yükün yük tutucusunda halen istenilen konumda olabildiği hız olarak tanımlanır.

Eğer herhangi bir kren işletmesi için izin verilen maksimum rüzgar hızı verilmemişse; bu değer tasarımın ekonomik temeli göz önünde bulundurularak hesaplanabilir.

Barshtein, rüzgar esişinin etkilerini belirlemek için ortalama rüzgar yükü ile dinamik bir katsayının toplanması sonucu ifade edilen bir formül önerdi.

Dinamik katsayının,

$$k_{dw}=1+m_g\xi \quad (7.5)$$

olarak ifade edildiği durumlarda kren çoğu zaman serbestlik derecesi 1 olan tekil bir kütle sistemi olarak düşünülür. Burada  $m_g$ , hız yükünün esiş katsayısıdır. Yerden yüksekliğin bir fonksiyonu olarak tabir edilir;  $\xi$ , kren yapısının esnekliğine bağlı olan bir katsayıdır.

$m_g$  ve  $\xi$  değerleri sırasıyla, tablo 7.2 ve 7.3’de verilmiştir.

Tablo 7.2. Esiş katsayısının değerleri  $m_g$

Esiş katsayısının tanımlandığı Yükseklik, m	<20	20-40	40-60	60-80	80-200	200-300	300-400	<400
Yapılar için	0.35	0.32	0.28	0.25	0.21	0.18	0.14	0.10
Kablolar için	0.25	0.22	0.20	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08

Tablo 7.3.  $\xi$  katsayısının değerleri

Titreşim periyodu $T,sn$	<0.25	0.25-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	<6
$\xi$	1	1.75	2.25	2.65	2.95	3.15	3.2	3.3

Rijit yapılar için  $k_{dw}=1+m_g\xi$  olduğu görülmektedir ( $T<0.25sn$ ,  $\xi=1$ ). Bu durumda gösterilecek tolerans, esişe bağlı olarak ortaya çıkan rüzgar yükü artışına bağlıdır. 80m'ye kalan olan yükseklikteki rijit kren yapıları için en sık kullanılan değerler;  $k_{dw}= 1.25-1.35$  'dir. Daha esnek yapıların salınımı rüzgarın dinamik etkisini ikiye ya da üçe katlar.

Esiş katsayıları Baarshtein tarafından, 25'ten 35m'ye kadar hıza sahip rüzgarların kaydedilmesi temeline dayandırılarak yayınlanmıştır. Bunlar yüksek rüzgar hızları içinde kullanılabilir. Rüzgar yüksek hızlara ulaştıktan sonra, bu güvenli taraftadır.

Alçak rüzgar hızlarında (10-20 m/sn), esişler daha güçlüdür. Bu da, kren çalışma koşullarının bir karakteristiğidir. Fakat, bu, kren dizaynlarında hesabı karmaşılaştırmasından dolayı hesaba katılmaz. Krenin çalışması esnasında, rüzgar yükü karşılaştırılabilir oranda küçük olduğunda, bu hata büyük olarak tanımlanmaz.

## 7.2. REZONANS

Tekil büyük çaplı boru içeren yapının, üniform olmayan hava akış ayrımı nedeniyle enine eğimi mümkündür. Eğer, ayrı çevriler arasındaki süre, yapının doğal titreşimlerinin periyoduna eşitse, Karman-Benard rezonansı olur.

SNİP'e göre rezonans mümkünse, ortalama kritik rüzgar hızı,

$$u_{cr} = \frac{5D}{T} \quad (7.6)$$

Burada; D, boru çapı (m).

Kren yapımında karşılaşılan birçok durumda, bu hız küçüktür, bu yüzden krenler için rezonans önemli değildir. Kren çalıştığında,  $T=2sn$  ve  $D=1m$  olan KB-100.2 kule krenler için,  $u_{cr}=5 \times 1/2=2.5m/sn$  olarak elde ederiz. Bu hız yüküne bağlıdır  $q_{cr}=u_{cr}^2/16=2,5^2/16=0,4 kg/m^2$ .

SNİP'e göre, rezonans,  $0,8\pi/\delta$  faktörüne bağlı olarak veya 25'in katı olarak rüzgar yükünü arttırır ( $\delta$  logaritmik azalmadır).

Bu nedenle, rezonans hız yükü;  $0,4.25=10kg/m^2$ 'dir. Bu değer kren dizaynında kullanılan  $11 kg/m^2$  değerinden küçüktür. Fakat, büyük çaplarda rezonans hesaba katılabilir.

## 7.3. AERODİNAMİK BİLGİ

(7.3) ile verilen rüzgarın hız yükü, sadece rüzgar hızının sıfır olduğu, engel önündeki durma noktasına etkir. Diğer noktadaki basınç akış çizgilerine (yüzey şekli ve pürüzlülük) bağlı olarak değişkendir. Yapının silindirik, oval veya diğer aerodinamik biçimlerde olması durumunda, rüzgar basıncı rüzgar hızına da bağlıdır. Çünkü, basınç düşüşünün sonucu olarak belli şartlar altında laminer akış türbülanslı akışa döner.

Dönüşüm kriteri kritik Reynolds sayısıdır,  $R_{cr} = Ud/v = 2,82 \cdot 10^5$ . Normal atmosfer koşulları altında kinematik viskozite  $\nu = 14,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ ,  $R_{cr} = 0,07 \cdot 10^6 U_d$ 'dir. bu koşullar altında, kritik Reynolds sayısı;  $U_d = 2,82 \cdot 10^5 \nu = 4$  veya,  $D \cdot q^{1/2} = 1$  olduğunda,  $q = u^2/16$ . Rüzgar tünellerinde tam ölçekli modellerin testleriyle karşılaştırılan aerodinamik katsayılar ile akış çizgileri ve yüzey