

Deniz Seviyesine Nazaran Yüksek Yerlerdeki Yapılarda Rüzgâr Basıncı

Yazan :

Fritz STAIGER

Çeviren :

Namık Kemal SORUŞ

○

Yapılara tesir eden rüzgâr basıncının tesbitine yarayan DIN 1055 BL 4, genel olarak özellikle Kuzey Alp'lerdeki gibi meskûn tepeler ve yüksek düzlüklerdeki yapıların rüzgâr hesabında kifayyetli görünmeyebilir. Bu türlü yüksek yerlerde, yapılara tesir eden rüzgâr basıncının hakiki değerine yaklaşmayı temin edecek ekzakt basınç kabulleri, muhtelif faktörlerin hesaba katılmasını gerektirir. Sorumluluk yüklenen her mühendisin üzerinde durmağa mecbur olduğu nokta da zaten bu yaklaşıklığın teminidir (1).

Deniz seviyesinden 700 m veya daha fazla yüksekteki meskûn yerlerde, binalara gelen rüzgâr basıncında aşağıdaki tesirler rol oynar :

- 1 — O bölgede meydana gelebilen max. rüzgâr hızı
- 2 — Yapının en alt noktası ile en üst noktası arasında rüzgâr hızının değişimi (özellikle kule gibi yüksek yapılarda)
- 3 — O bölgedeki havanın yoğunluğu
 - a) Yüksekliğe bağlı olarak
 - b) Sıcaklığa bağlı olarak

1 — Yapının inşa edileceği bölgede meydana gelen max. rüzgâr hızı, evvelce yapılmış bulunan hava ölçümlerinden tesbit edilebilir. Bu maksatla, ya o bölgede yapılmış bulunan ölçümlerden faydalanılır; veya mahalli ölçümler mevcut değilse, ölçüm sonuçları belli, ve o bölgeye benzerliği olan diğer bölgelerle kıyaslamak suretiyle max. rüzgâr hızı tesbit edilir. Fakat, havanın sıkışmak suretiyle rüzgâr hızında büyük bir artış meydana getirmesinin de imkân dahilinde olduğu hatırlatılmalıdır. Bu türlü hız artışı, rüzgâr esiş istikametinde uzanmış olup da meskûn bölgeye yönelen vâdilerde, vâdi kesitinin gittikçe daralması halinde meydana gelir. Meselâ Feldberg/Schwarzwald'de durum böyledir.

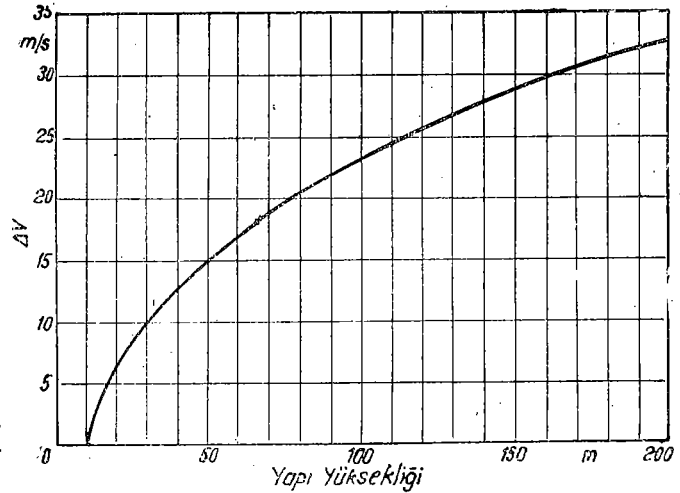
Ayrıca, max. rüzgâr hızının ölçülmesi sırasında âletin yerden olan yüksekliği de büyük önem taşır. Bu yükseklik hava ölçme istasyonları tarafından ölçüm neticeleriyle birlikte bildirilir.

2 — 10 metre ve daha yüksek yapılarda, yapının en alt noktası ile en üst noktası arasında rüzgâr hızının kaydedeceği artış hesaba katılmalıdır. Buna dair ölçülmüş değerler mevcut değildir.

Alman Meteoroloji Müdürlüğünden verilen bilgiye göre engebesiz bir yerde, herhangi bir yüksekteki rüzgâr hızının yaklaşık değeri $V/v = \sqrt{H} / \sqrt{h}$ oranda artmış olarak hesaplanmalıdır. Burada V , '(m/sec) cinsindendir ve H (m) yüksekliğindeki yapının en üst

noktasında, hesap neticesinde bulunan rüzgâr hızıdır; ve ise h (m) yüksekliğinde ölçülmüş olan rüzgâr hızıdır (2). Rüzgâr hızının $h = 10$ m yükseklikte 40 m/sec bulunduğu kabul edilip yapı yüksekliğine bağlı olarak rüzgâr hızı grafiği çizilse, rüzgâr hızının Δ v artışı için elde edilen eğri, dağlık yerler için aynı seyri takip etmez (Resim 1). Dağlık bölgelerde yer sathındaki sisin rüzgâr hızına karşı olan frenleyici tesirinin yükseklikle aniden azaldığını düşünecek olursak, hız artışı eğrisinin başlangıçta çok dik yükseldiği halde, takriben 50 m yapı yüksekliklerinde sisin frenleyici tesirinin daha az oluşu sebebiyle daha yatık bir eğim takip etmeğe başladığı kolaylıkla anlaşılır.

Bu eğri karakteristiği, Resim 2'de işaretlenen ve A.B.D. Meteoroloji Müdürlüğünün ölçme ve tetkik neticesinde bulunduğu değerlere uymaktadır (3). Adı geçen Müdürlüğün bütün Amerika'ya yayılmış 85 adet hava ölçme istasyonu vardır. Kabullere esas olsun diye; 1320 m yükseklikteki Reno/Nevada, 1620 m yükseklikteki



Resim 1. Alman Meteoroloji Müdürlüğünden verilen bilgiye göre, yüksekliğe bağlı olarak rüzgâr hızındaki artış

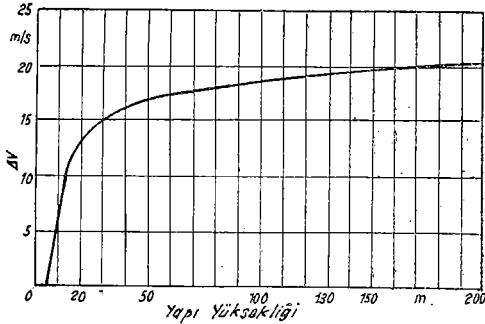
Rüzgâr hızı v [m/s]	Yükseklik H [m]	Havanın yoğunluğu ρ [kg/m³]	Çarpma basıncı $q = \rho \cdot v^2$ [kg/m²]	%
45.6	0	0.12497	130	100
	200	0.12258	126	97
	500	0.11908	124	95.5
	1000	0.11340	118	91
	1500	0.10793	112	86
	2000	0.10267	107	82

Tablo I

Resim — 1

H (km)	P (kg/m ²)	t (°C)	T (°abs.)	γ = P/(R.T) (kg/m ³)	g = 9.80665 (kg.-m/sec ²)	%
0	10332	+15	288	1.225	0.1249	100
		0	273	1.295	0.1221	106
		-10	263	1.343	0.1170	110
		-20	253	1.395	0.1123	114
		-30	243	1.453	0.1072	119
		-40	233	1.515	0.1015	124
		-50	223	1.585	0.0955	129
		-54	219	1.615	0.0940	132

Tablo 2



Resim 2. U.S. - Meteoroloji Müdürlüğünden alınan bilgiye göre, yapının yüksekliğine bağlı olarak rüzgâr hızındaki artış

Resim — 2

Albuquerque/New Mexico ve 1880 m yükseklikteki Cheyenne/Wyoming istasyonlarında mahalli değerler hesaplanmıştır. Arazi kabulleri, Almanya'nın topografik nisbetleri ile mukayese edilebilir. Cheyenne ve Albuquerque Rocky Mountains'in, Reno ise Sierra Nevada'nın doğu kesiminde yer almakta olup, iklimi orta yükseklikteki dağ iklimine tekabül etmekte ve Alp'lerin eteklerindeki tepelere benzemektedirler. Adı geçen istasyonlarda max. rüzgâr hızı 32, 35,5 v 40,3 m/sec olarak ölçülmüştür ki, Alp'lerin doğu kesimindeki tepelerde ve diğer orta yükseklikteki dağlık kısımlarda bunlara yakın değerler elde edilir. O halde, mahallinde bulunmuş sonuçlar mevcut değilse, 700 m den yüksekte ve yapı yüksekliği de 10 m den fazla ise rüzgâr hızındaki artışın hesabına lüzum göstermeden yukarıda verilen değerlerden istifade edilebilir.

3 — Yapılara tesir eden rüzgâr basıncının hesabında, havanın yoğunluğu büyük önem taşır. Bilindiği gibi yoğunluk o bölgedeki hava basıncı ile hava sıcaklığına bağlıdır. Deniz seviyesine nazaran muhtelif yüksekliklerde inşa edilen yapıların civarındaki hava yoğunluğu ile hava basıncı ve sıcaklığın tesbitinde DIN 5450'ye göre Normatmosferden faydalanılır.

a) NN deniz seviyesine nazaran muhtelif yükseklikler için 45,6 m/sec lik rüzgâr hızına tekabül eden çarpma basınçları hesaplandığında, hava basıncının hava yoğunluğuna ve dolayısıyla çarpma basıncına tâbi olan tesiri (Tablo 1) de açık olarak görülür.

b) Aşağıdaki aerostatik eşitlikler, hava yoğunluğunun tayininde sıcaklığın taşıdığı önemi belirtir :

$$P \cdot V = G \cdot R \cdot T.$$

V = 1 ve G = γ konursa $\gamma = \frac{P}{R - T}$ elde edilir.

γ = kg/m³ cinsinden havanın özgül ağırlığını

R = kg/m² cinsinden hava basıncını (NN'e nazaran yüksekliğe bağlı olarak)

T = 29,27 = havanın gaz sayısını

t = °C cinsinden hava sıcaklığını

T = 273 + t °C = mutlak sıcaklığı

σ = γ/g = kg./sec²/m⁴ cinsinden hava yoğunluğunu

g = yer çekimi ivmesini = 9.80665 m/sec² (DIN 1305) göstermektedir.

NN seviyesine nazaran 0 metre yükseklikteki yapı yeri için DIN 5450 göz önünde bulundurularak ?

P = 10.332 kg/m², t = + 15°C, T = 288° mutlak

γ = 1.2255 kg/m³, σ = 0.12497 kg/sec²/m⁴ bulunur.

Azalan sıcaklık için hava yoğunluğu (Tablo 2) ye göre değişir.

Misâl olarak, Amerika Kit'asının kuzeyinde ve deniz seviyesinde inşa edilen bir verici reflektör antenine —54°C lik düşük sıcaklığın tesiri incelendiğinde, normal iklim şartlarına nazaran hava yoğunluğundaki artış sebebi ile, % 32 fazlalık gösteren bir çarpma basıncı tesir ettiği hesaplanmıştır (4).

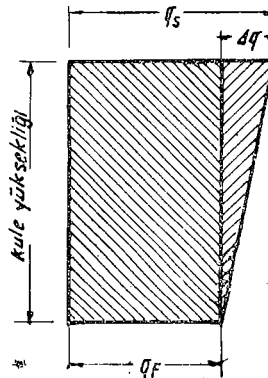
Misâl : Bir kuleye tesir eden rüzgâr basıncı :

Kuzey Alp'lerin eteğinde ve deniz seviyesinden H = 1000 m yükseklikteki bir tepenin üstünde 130 m yükseklikte bir kule inşa edilecektir.

Alman Meteoroloji Müdürlüğünün o civardaki bir istasyonu, yerden 20 m yükseklikte 45 m/sec lik bir max. rüzgâr hızı tesbit etmiş bulunmaktadır. Bu hız esnasında tesbit edilen en düşük hava sıcaklığı ise —6,5°C dir (2).

DIN 5450'ye göre, hava basıncı P = 9164 kg/m² mutlak sıcaklık T = 273 — 6.5 = 266.5°. Gaz sayısı R = 29,27 dir.

Bunlardan faydalanarak kulenin en alt noktasında havanın özgül ağırlığı :



Resim 3. Deniz seviyesinden 1000 m. yükseklikte inşa edilen 130 m. yüksekliğindeki bir kulenin maruz kaldığı rüzgâr yükü

Resim — 3

$\gamma = P / (R.T) = 9164/29.27 \times 266.5 = 1.175 \text{ kg/m}^3$
Havanın yoğunluğu :

$$\sigma = \gamma/g = \frac{1.175}{9.80665} = 0.1197 \text{ kg/sec}^2/\text{m}^4$$

$v = 45 \text{ m/sec}$ için kulenin tabanındaki çarpma basıncı :

$$q_f = 0.1197 \times 45^2/2 = 122 \text{ kg/m}^2 \text{ bulunur.}$$

Rüzgâr hızının 130 m yükseklikteki toplam artış miktarı $\Delta v_1 = 19.2 \text{ m/sec}$ olarak (Resim 2) de görülmektedir. Fakat max. rüzgâr hızı kulenin en alt noktasında değil de yerden 20 m yükseklikte ölçülmüş olduğundan bu yüksekliğe tekabül eden $\Delta v_2 = 13.2$ lik hız artışı Δv_1 değerinden çıkarılacaktır. O halde hız ölçümü yapılan nokta ile kulenin tepesi arasında $\Delta v = \Delta v_1 - \Delta v_2 = 6 \text{ m/sec}$ lik hız artışı meydana gelmiş oluyor. Yani kule tepesindeki hız, $V_s = 45 + 6 = 51 \text{ m/sec}$ olur.

$$\delta = 0.1197 \text{ kg/sec}^2/\text{m}^4 \text{ kabul edilirse, çarpma basıncı } q_s = \frac{0.1197 \times 51^2}{2} = 156 \text{ kg/m}^2 \text{ bulunur. Kule-}$$

nin tepe noktasındaki havanın yoğunluğunda cüz'î bir azalma olmakla beraber hesapta nazarı itibara alınma-

mıştır. Çünkü yükseldikçe, yükselmenin tesiri ile bir miktar azalan yoğunluk, sıcaklığın düşmesiyle bir miktar artacağından arada kayda değer bir fark olmayacaktır.

Kule tepesindeki çarpma basıncının taban noktasına nazaran gösterdiği fazlalık

$$\Delta q = q_s - q_f = 156 - 122 = 34 \text{ kg/m}^2 \text{ dir.}$$

Bu suretle binanın (Resim 3) de görülen yüklemeye diyagramı elde edilir.

Yukardaki makale, açıkça göstermektedir ki, yüksek yerlerde inşa edilen ve gayri müsait iklim şartlarını haiz olan yapılarda rüzgâr basıncına tesir eden her bir faktörün hesaba katılması kaçınılmaz bir zarurettir. Gelişigüzel rüzgâr yükü kabulleri reddedilmelidir. Gönül ister ki, bu türlü yapıların rüzgâr yükü için, bütün tesirleri ilmi olarak hesaba katan nizamnameler yapılsın.

Literatür :

- (1) Staiger, F. : Belastungsannahmen für Antennen traeger im Falle Vereisung. Stahlbau 30 (1961), H. 2, S. 24.
- (2) Klimagutachten des Deutschen Wetterdienstes.
- (3) Sende - Antennen - Katalog der «Radio Corporation of America» vom Jahre 1957, 2 Ausgabe.
- (4) Enneper, P. : Reflektorantennen grosser Abmessungen in neuer Bauweise und ihre Konstruktion. Stahlbau 30 (1961), H. 2, S. 51.

BAYINDIRLIK BAKANLIĞINDAN

Hava Meydanları ve Akaryakıt Tesisleri İnşaatlarının bulunduğu merkez ve Bursa - Yenişehir, Van, Kayseri, Samsun - Merzifon, Erzurum mahallerinde çalıştırılmak üzere aşağıda gösterilen teknik personel alınacaktır.

Çalıştırılacak olan yer

Merkezde

»

»

»

»

Bursa - Yenişehir Hava Meyd. İnş. Kont. Â.

Bursa - Yenişehir Hava Meyd. İnş. Kont. Â.

Van Hava Meyd. İnşaat Kont. Âmirliği

Van Hava Meyd. İnşaat Kont. Âmirliği

Kayseri Hava Meyd. İnş. Kont. Âmirliği

Samsun - Merzifon Hava Myd. İnşaat

Kontrol Âmirliği

Erzurum Hava Meydanı İnşaat K. Â.

Pozisyon unvanı

Etüd Aplikasyon Şefi (İnş. Müh.)

Etüd Mühendisi (İnş. Müh.)

Kontrol Mühendisi (İnş. Müh.)

Tesisat Şefi (Makina Müh.)

Onarım Şefi (Mak. Y. Müh.)

Kontrol Şefi (İnş. Müh.)

Binalar Kont. Müh. (İnş. Müh.)

Kontrol Müh. (İnş. Müh.)

Binalar Kontrol Mühendisi (İnş. Müh.)

Kontrol Âmiri (4 yıllık tecrübe geçirmiş olmak) (İnş. Y. Müh.)

Kontrol Mühendisi (İnş. Müh.)

Kontrol Mühendisi (İnş. Müh.)

Not : Taşraya tâyin edilecekler yevmiyelerine ilâveten (15-27) TL. arasında müteferri zam ödenir.

İsteklilerin Hava Myd. ve Ak. Tes. İnş. Rs. liği Personel Müdürlüğüne müracaatları ilân olunur.

(Basm. A - 9163) 147