

lar da dahil olmak üzere bu hususlarla ilgili bilgiler VDI'nin VDI Yönergeler departmanından alınabilir.

2. Uygulamanın Kapsamı

İklimlendirilen bir mahalin ısı yükü sadece konvektif değil fakat önemli bir radyatif nitelik de taşıdığından bu yönergeye başvurulmalıdır.

3. Fiziksel İçeriğin Açıklaması

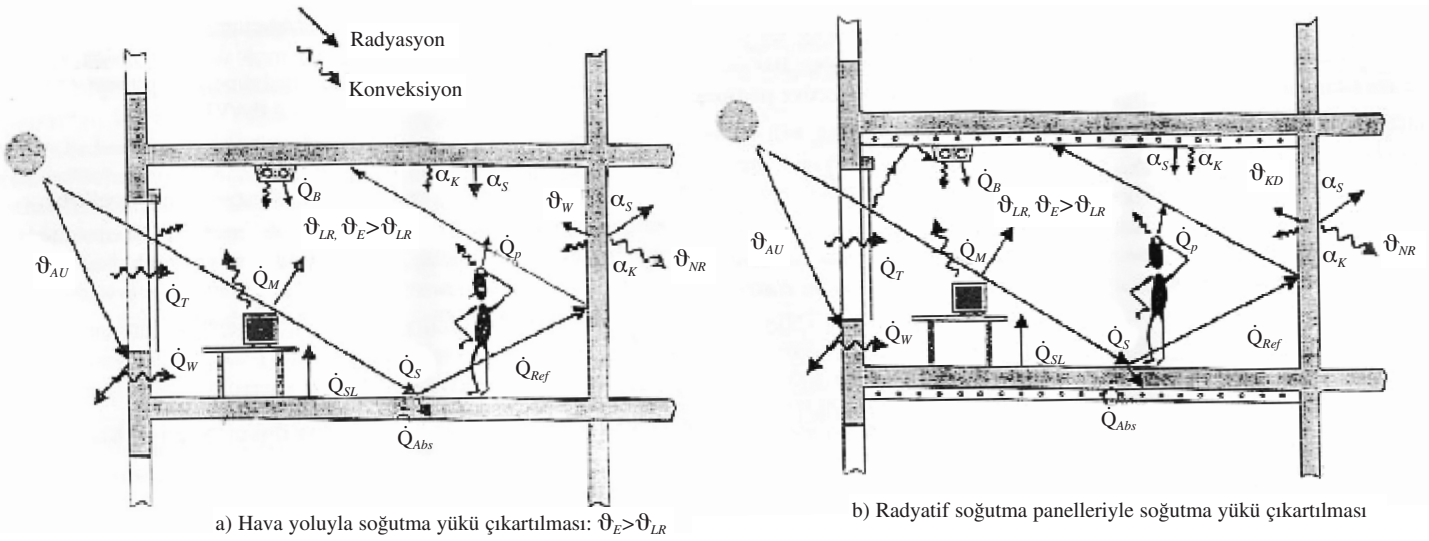
Şekil 1a'da konvektif ısı yüküne sahip bir büroda ısı akışının basit bir şemasını vermekte, Şekil 1b, de aynı durumu soğutulmuş bir tavan için göstermektedir. Bu şekil bir oda içerisinde etkili olan geniş aralıkta yükleri sergilemekte olup, temelde bütün yükler konvektif ve radyatif bileşenler içermektedir.

Aşağıdaki açıklamalarda oda havası üzerinde ani etkisi olan konvektif bileşenler üzerinde değil fakat daha çok sadece radyatif bileşen üzerinde odaklanılacaktır: Şekil 1a'da tavana ulaşan radyasyon, emme düzeyine bağlı olarak yüzeyler tarafından emilir. Bundan sonra yüzeyin ısı depolama kapasitesine bağlı olarak, uzun dalga boylu

radyasyon ısısı biçiminde konveksiyonla yayılır ve oda sıcaklığını artırır. Radyasyon enerjisi, ısı radyasyon yoluyla yapıya da iletilir.

Şekil 1b'de aynı türden absorpsiyon süreci tavanda gerçekleşirse de, burada ısı soğutulmuş su yardımıyla odadan çekilir. Daha ayrıntılı bir analiz, burada sunulan görünümün çok daha karmaşık olduğunu ve birçok bileşenin birlikte çalıştığını gösterecektir. Herhangi türden bir tavan için temel olan (aşağıya bakınız) tavan sıcaklığının oda sıcaklığından düşük olması ve böylece bir ısı-çukuru olarak işlev görmesidir. Tavan sıcaklığını düşük bir değerde koruyarak, odanın ısı davranışını açık seçik belirlemek olanaklıdır.

Değişik sistemlerden kaynaklanan farklılıklar, yüzey sıcaklığından buna karşı gelen medyan sıcaklığa götüren belirli bir ısı prosesi bir sonucudur (temelde, ortalama sıcaklık olarak, "soğutulmuş su sıcaklığı"). Bununla birlikte bu gibi konstrüksiyon ayrıntıları dikkate alınmalı ve bu sistemlerin üreticileri tarafından belirlenmelidir, bunlar içsel enerji dengesi bakımından sadece ikinci derecede bir rol oynar. Gündelik uygulama yönünden çok büyük bir çabayı gerektirecek olan gerçek bir bilgisayar analizinin güçlüğüne karşılık, ısı yükü radyatif ısı kazancı temelinde belirlemek için basit yollar bulmak da olanaklıdır.



Radyatif soğutucu paneller tarafından soğutma yükü çıkartılması $\vartheta_E = \vartheta_{LR}$

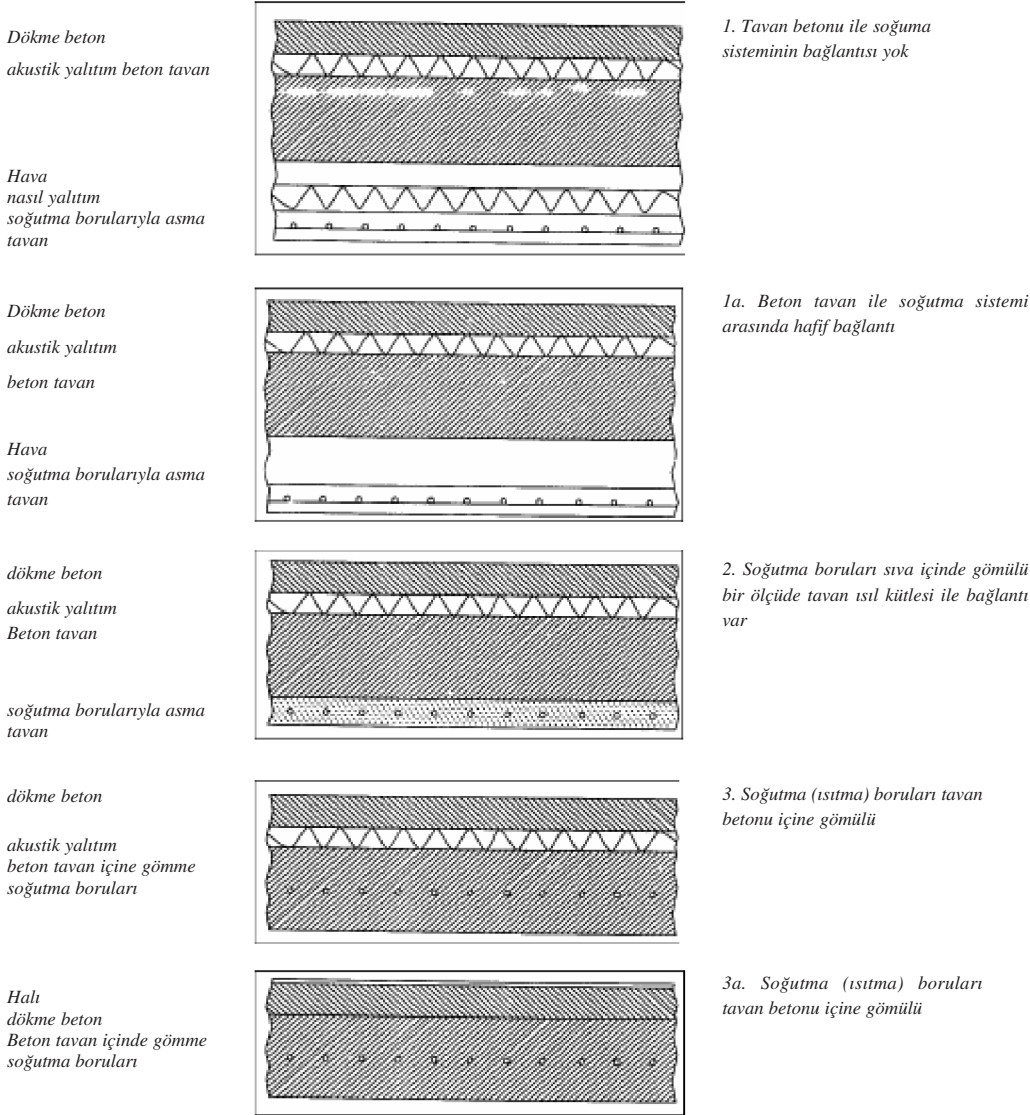
ϑ_E = İşlevsel (operative) sıcaklık

ϑ_{LR} = Oda havasının sıcaklığı ~

ϑ = referans sıcaklık

Şekil 1. Soğutma koşulları altında bir ofis mahallinin ısı kazanım kaynakları.

Değişik türdeki soğutma panellerinde kabul edilebilir bir yaklaşım belirlemek için, bir soğutma panelindeki izin verilebilir sıcaklık farkları için kapsamlı bir değerlendirme işlemi yürütülmelidir. Bu bağlamda, örneğin soğutma panelinin yapıya nasıl bağlandığı gibi, yüzeyin yerel ısı depolama kapasitesine göre çevresel koşullarını dikkate almak önemlidir. Bu gün piyasada bulunan yapıya bağlantı biçimleri çok geniş biçimde değişkenlik göstermektedir.



Şekil 2. Radyatif soğutma için temel tavan biçimi örnekleri.

4. Kapalı Panel Soğutma Sistemlerinin Temel Türleri

Şekil 2'de radyatif soğutmada kullanıldıklarında etkili oldukları kanıtlanmış olan tavan türleri gösterilmiştir (diğer soğutma yüzeyleri durumunda benzeri bir değerlendirme yapılır):

1. Gerçek tavana ısı bağlantı içeren veya içermeyen asma tavan,
2. Bir soğutma sistemi sıva tabakası içerisine gömme (ısıl biçimde bağlanmış),
3. Soğutma boruları tavan betonuna gömülü (aktif bir ısıl tavan bloku ile soğutma),

Ayrıca, üzerinde herhangi bir akustik yalıtım olmayan, yukarı doğru akışta radyatif ısı çıkartımının döşemedeki soğutma borularına konduktif ısı akımı ile karşılaştığı diğer değişik biçimler de bulunmaktadır. Bu türler ve değişik biçimleri son kapatma yüzeyi olarak işlev

gördükleri odalara yine de ısıl biçimde bağlıdır. Böylece, tüm sistemin ısıl davranışı, soğutma paneli çevresinin ısıl kapasitesine ve tüm mahallin genel zaman sabitine bağlı olacaktır.

5. Soğutma Paneli Yerleşiminin Soğutma Yüğü Üzerindeki Etkileri

5.1. Genel Düşünceler

Aşağıdaki bölümde bulunan öneriler, içerisinde panel soğutmanın kullanıldığı bir mahallin ısıl davranışını yaklaşık olarak belirlemek için bir yöntem ortaya koymaktadır. Bunlar ana yöntemde belirlenmiş bulunan ağırlık fonksiyonlarına ve VDI 2078'in 7.6 Bölümündeki yöntemle benzer bir işleme tip odaların seçimine dayandırılmıştır.

Örneğin tip odaları ve VDI 2078'deki ağırlık faktörlerini değiştir-

meksizin, çok daha ayrıntılı bir yöntemle soğutma panellerinin kullanılacağı tip odalar seçilerek yüksek düzeyde bir doğruluk düzeyine erişmek olanaklı değildir. Çok duyarlı bir yöntemle belirlenene göre ortaya çıkan farklılıklar [1], ana yöntemin duyarlılık düzeyinin kabul edilebilir olduğunu kanıtlamaktadır. Ana yöntemin duyarlılık düzeyi, bu hesaplama yöntemleri kullanılarak artırılmaz. VDI tip odalarının geometrisinden farklı geometrilerdeki ve konstrüksiyon türündeki mahaller için, bu yolla elde edilen sonuçların geçerli olmadığı burada vurgulamak gerekir. VDI 2078, alan ve birim kondüktans (U-değeri) temelinde standart hale getirilmiş ağırlık faktörlerini kullandığından, duvar yapısını ve farklı geometriden kaynaklanan radyatif koşulları dikkate almaktan uzaktır. Bu nedenle de, değişik konstrüksiyon türlerini değerlendirmeye olanak vermez.

5.2. Oda Türünün Seçimi

VDI 2078 Bölüm 7.6'daki ana yöntem, göre döşeme yüzeyi ile ilgili etkim ısı depolama kapasitesi yaklaşık olarak aşağıdaki gibidir:

$$C_{wirik,A} = \sum_j (c_j \rho_j d_j A_j) / A_{FB} \quad (1)$$

Bu bağlamda j, bina elemanının verilen katmanıdır (tabaka). Bu toplam bütün kapatan yüzeyleri içermektedir. Katmanın sadece etkili kalınlığı d_j için kullanılmalıdır. Katmanın (tabaka) etkin kalınlığını belirlemek için aşağıdaki işlem kullanılmalıdır:

1. Bir ya da her iki taraftan oda havasına maruz katmanlar için DIN V 4108-6 Bölüm 6.5.2 ye göre ilerlenmelidir,

2. Arkasında yalıtım olan odalara maruz katmanlar için, hesaplarda en çok 10 cm'ye kadar kullanılmalıdır. Isıl iletkenliği $< 0,1$ W/mK ve ısı transferine direnci $R > 0,15$ K/W olan bina malzemeleri yalıtım malzemesi olarak düşünülür.

3. VDI 2078'e göre, toplam ısı direnci $R > 0,15 < 0,3$ K/W arasında olan yalıtım katmanlarının arkasına yerleştirilen, tabakalar hesaplara yalnızca kütlelerinin yarısı ile veya en çok $d=0,1$ m olarak girme ve $R > 0,3$ K/W için bunlar tamamen hesaplamaya katılmamalıdır.

Yukarıda açıklanan bu kurallara göre hesaplanmış olan Etkin Isı Depolama Kapasitesi ile aşağıdaki koşullar altında VDI 2078 Tablo 4'e (tip odaların ısı kapasiteleri ve özgül değerleri) benzer biçimde uygun tip-oda seçilmelidir:

$$\begin{aligned} XL &= 29 \text{ Wh/Km}^2 \text{ FB} \\ L &= 66 \text{ Wh/Km}^2 \text{ FB} \\ M &= 115 \text{ Wh/Km}^2 \text{ FB} \\ S &= 225 \text{ Wh/Km}^2 \text{ FB} \end{aligned}$$

Lineer bir sınıflandırma odalar için $\text{Wh/m}^2 \text{ K}$ olarak aşağıdaki belirlemelerin yapılmasına olanak verir:

$$\begin{aligned} XL &\leq 45 \\ 45 &< L \leq 90 \\ 90 &< M \leq 170 \\ S &> 17 \end{aligned}$$

Bununla birlikte bu kuralların, sadece içerisinde etkin depolama kapasitesinin değişmediği 24 saat çalışmada uygulanabileceğine dikkat edilmelidir. İşletme türü ve bina karakteristiklerinin de birbirini etkileyebildiğine dikkat edilmelidir. Bu etkileşimler VDI 2078'in karşılamak üzere tasarlandığı işlevleri aşmaktadır.

Bu yaklaşım, işlevsel sıcaklığın (operative temperature) oda sıcaklığı ile aynı olduğu varsayımı halinde işlerlik kazanır ve bu koşul, yükte ve radyasyon dengelemesinde (örneğin radyatif soğutmalı tavana sahip odalar) ve yük ile radyasyon dengelemesinde aynı oranlarda radyasyon bulunan VDI 2078 tip odalarında bir yaklaştırma yapılarak sağlanır.

Farklı koşullar altında (örneğin radyatif tavan soğutmalı doğal havalandırma, direk güneş ışığı alan konvektif tavanlar vb) daha doğru (tam) hesaplamalar gereklidir.

Ana yöntemle göre sıcaklıklar hesaplanırken, sadece ısı kazançlarının radyatif ve konvektif bileşenlerini belirlemek değil, ısının çıkartılmasında da aynı farklılaştırma yapılmalıdır (ısı çukurları). Buna göre, ısı çıkartımı oda havasının sıcaklığı ile soğutucu ortam sıcaklığı arasındaki farka bağlıdır.

VDI 2078'de sözü edilen bilgisayar yöntemini kullanmak için, oda sıcaklığı hesaplamaları yapılabilir (VDI 2078, Bölüm 8.2.5). Bu durumda, kullanılan ısı çıkartımı çalışmakta olan soğutma yüzeylerine karşı gelir ve bunların sıcaklığının ne kadar düşük olduğuna bağlıdır.

Bibliyografi

- [1] Rouvel, L.; F Zimmermann Termische Simulationen zur Bestimmung der Kühllasten und Raumtemperaturen bei Raumen mit Flächenkühlung (unveröffentlicht).
- [2] Rouvel, L.; F Zimmermann Rouvel, L.; F Zimmermann; Ein regelungstechnisches Modell zur Beschreibung des thermisch dynamischen Raumverhalten HLH 48 (1997) Nr.10 und sowie HLH 49 (1998) Nr:1.
- [3] Esdorn H; Einfluss des Raumkühlverfahrens und der Bezugstemperatur auf die Kühllast von Raumen HLH 45 (1994), Ulm, Tagungsband.
- [4] Külpmann R ; Auswirkung konvektiv wirksamer RLT-Anlagen nach der operativen Raumtemperatur. DKV-Jahrestagung 1995, Ulm, Tagungsband 4.

EK

Panel soğutma sistemlerinin soğutma kapasitesini iki faktör belirler:

1. Soğutma panelinin yüzey sıcaklığı,
2. Isı transfer katsayısı,

Başlangıçta soğutma yüzeyinin konumlandırılması gereklidir. Kast ve Klan, 1994'de yayımlanan bir makalede [HLH Cilt 45(1994, S. 278)] bu konuda bir dizi temel çalışmayı belgelendirmiştir. Bir yüzeyle oda arasındaki ısı transferi için kabul edilebilir bir doğruluk düzeyi ile ve panelleri tavan, duvar ve döşemede konumlandırıldığı durum için, özgül, sabit bir ısı transfer katsayısı kabul etmek olanaklıdır.

İkinci olarak, başlangıçta bilinmeyen değişken soğutma panelinin "iç direncidir". Bu, soğutma panelinin yapılandırıldığı biçim ve üretim kalitesi ile belirlenir. Soğutma panellerinin üreticileri, bağımsız kurumlara verilen ve ürünün soğutma kapasitesini doğrulayan sertifikalarını ibraz edebilmelidirler (DIN 4715). Bu ölçümler temelinde,

soğutma kapasitesi, oda ile su sıcaklıkları arasındaki farkın bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir.

lar daha karmaşık modeller oluşturarak düzeltilebilir.

Soğutma panellerinin üreticileri, soğutma kapasitesi eğrileri için, ölçümler temelinde aşağıdaki gibi hazırlanmış eşitlikleri vermek durumundadır.

$$q=C \cdot \Delta t_{\log}^n$$

Burada;

q özgül soğutma kapasitesi W/m²

C sabit, W/Kⁿ

t_{log} Log sıcaklık farkı, K

$$\Delta t_{\log} = \frac{(\vartheta_R - \vartheta) - (\vartheta_V - \vartheta)}{\ln \frac{\vartheta_R - \vartheta}{\vartheta_V - \vartheta}}$$

ϑ_v= Soğutucu ortam besleme sıcaklığı, °C

ϑ_R= Soğutucu ortam dönüş sıcaklığı, °C

ϑ= Referans sıcaklık, °C

Varsayım: Referans sıcaklık=Oda sıcaklığı

Bölüm 4.2. deki son paragrafa bakınız. Kast ve Klan tarafından belirtilen genellikle geçerli koşullara göre hazırlanmış ürüne özgü performans eğrileri ile ilişkilendirerek, herhangi bir soğutma panelinin yüzey sıcaklığı belirlenebilir. Gerçek yaşamda her zaman karşılaşılan bir durum olarak, değişken koşullar altında, tam bir açıklama yapabilmek için her soğutma panelinin kapasitesi dikkate alınmalıdır. Elementlerin ağırlığına bağlı olarak, su tarafı ve yüzeydeki gelişmeler bağlamında zaman ve şiddet olarak önemli gecikmeler olabilir. Bun-

Çeviren

Mak. Yük. Müh. Nejat DEMİRCİOĞLU:

YTÜ Makine Mühendislik Fakültesi'ni bitirdikten sonra, aynı üniversitede lisansüstü eğitimini tamamlamış, ABD'de kısa süreli bir Air Conditioning programından sertifika olarak DEU İMYO'da soğutma sistemleri programını yürütmüş ve bu görevden emekli olmuştur.

"zamanı değerli kılan,
içine sığdırabildiğiniz tecrübelerdir"



neredeyse yarım asıra uzanan tecrübe



ÜNTEŞ[®]
iklimlendirme uzmanı

Merkez

Cetin Ermeç, Bulvarı 73. Sok.
No: 4 Öveçler - ANKARA
Tel : 0.312.472.87.00 (Pbx)
Fax : 0.312.472.87.77

Fabrika

İstanbul Yolu 37. Km.
Kazan - ANKARA
Tel : 0.312.814.12.16 (Pbx)
Fax : 0.312.472.87.77

İstanbul Bölge

19 Mayıs Mah. Sümner Sok.
Zitas İş Merkezi D-2 Blok
Daire: 7 Kozyatağı - İSTANBUL
Tel: 0.216.410.11.88
Fax: 0.216.410.11.76

İzmir Bölge

Teknik Malzeme İş Merkezi
1202/1 Sokak No: 17/218
Gıda Çarşısı - Yenisehir - İZMİR
Tel : 0.232.469.05.55 (Pbx)
Fax : 0.232.459.12.92

Adana Bölge

Ziyapasa Bulvarı İbrahim
Özekici Apt. Asmakat
No: 62 ADANA
Tel : 0.322.459.00.40 (Pbx)
Fax : 0.322.459.01.80