

RLT Sistemlerinde Enerji Tasarrufu

Daha az sızdıran hava borularıyla spesifik vantilatör performansının artırılması

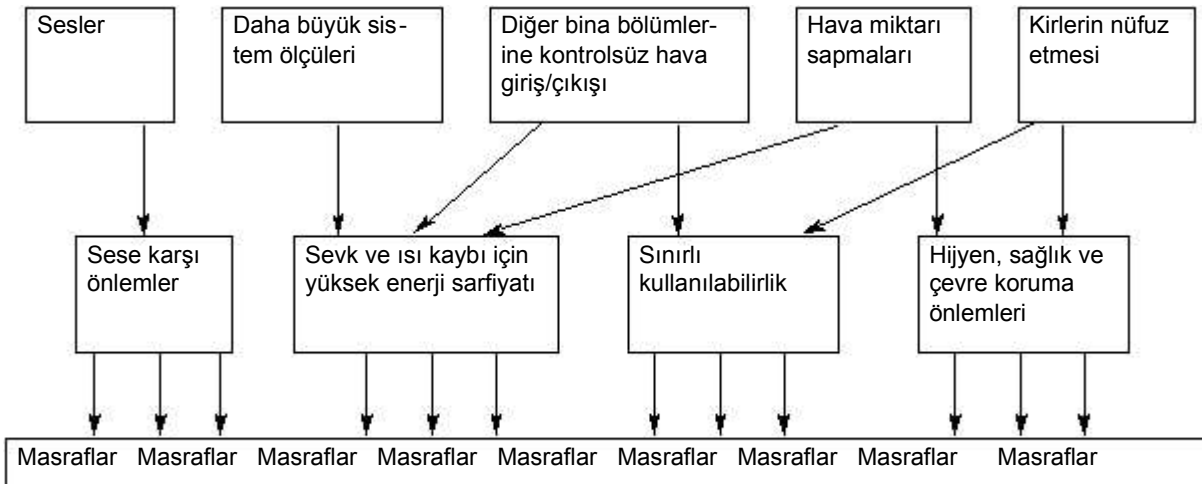
Jürgen LUFT*

Energy Performance of Buildings Directive (Bina Enerji Performansı Direktifi) (EPBD) 2002/91 Avrupa yönergesinde belirlenen enerji tasarruf hedefleri enerji tasarruf kararname ve bunun dışında normlar ve yönergelerle hayata geçirilmektedir. Bu nedenle havalandırma ve klima sistemleri için öncelikle DIN EN 13 779 geçerli olacaktır, bunlarla SFP'ler uygulamaya konacaktır. Yazıda kaçak hava hacmi azaltışının ne tür bir

enerji tasarruf potansiyeline sahip olduğu ve bunun SFP enerji tanım sayısına olan etkisi gösterilmektedir.

Hava sızdırmazlığının anlamı

Oda havası tekniği sistemlerindeki (RLT sistemleri) hava borularının görevi istenilen gerekli oda havası yenilemesini sağlamak üzere hijyenik ve faal olarak uygun koşullarda hava taşımaktır. Bu genelde mümkün olduğunca temiz dış hava



Resim 1: Sızıntıların etkileri

* Makina Mühendisi (FH), Lindab GmbH 22941 Bargteheide
Technik am Bau, Ekim 2005 sayısından Almanca çeviri yaparak hazırlanmıştır.

rak gerçekleşir.

Dışarı verilen hava için gerekli olduğu kadar, dış havayı hava işleme cihazına taşımak ve odaya emme havası olarak ulaştırmak için hava borularına ihtiyaç duyulmaktadır. Devir daim boruları da aynı şekilde şu anda büyük önem taşımaktadır, fakat DIN EN 13 779'un uygulanmaya konulması ile büyük derecede odadan dışarı verilen havanın kısıtlanmış kullanım imkanları nedeniyle önemini kaybedecektir.

Hem hijyen açısından hem de özellikle enerji tasarruf yönetmeliği bakımından enerji tasarrufu nedeniyle, bu hava borusu sistemlerin hava sızdırmazlığına gelecekte dikkat çekilmelidir. Yetersiz hava sızdırmazlığı sızıntılara neden olur, bu sızıntıların da farklı etkileri olabilir - fakat hepsinin sonucu aynı - ek masraflar (resim 1).

Hava sızdıran hava boruları nedeniyle meydana gelen sızıntıların etkileri çok çeşitlidir ve gösterim açısından çok kapsamlıdır. Burada yakından sadece hava borularının standart ana hatları ve sızıntıların enerji tüketimine ve maliyet durumuna etkileri incelenmektedir.

Enerji tasarrufu için gereklilik

Energy Performance of Buildings Directive



Resim 2: Çiftli dudak contası olan form parçası; sızdırmazlık sınıfı D olan hava borusu sistemlerinin kurulması için uygun.

nen enerji tasarrufu hedefleri, enerji tasarrufu karnamesi ve bunun dışında normlar ve yönergelerle hayata geçirilmektedir.

Havalandırma ve klima sistemleri için öncelikle DIN EN 13 779 geçerli olacaktır: "Mesken olmayan binaların havalandırılması - Havalandırma ve klima sistemleri ile ilgili genel esaslar ve talepler". DIN EN 13 779 ile SFP sınıfları (Specific Fan Power (Özgül Fan Gücü) tanımlanmaktadır; bir vantilatörün m³ başına sevk edilen hava hacminin enerji sarfiyatı (power consumption) için Avrupa çapında geçerli bir tanım büyüklüğü (birim: W-m⁻³-s).

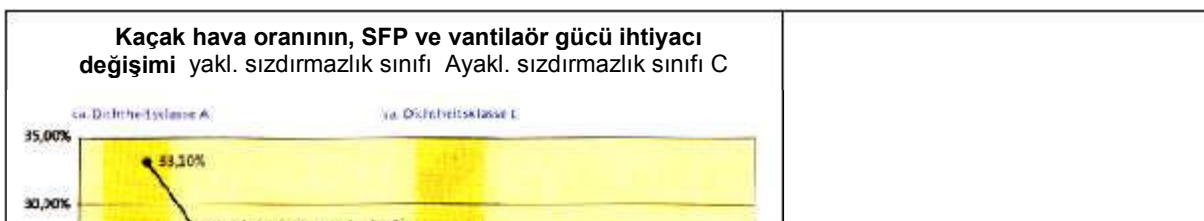
Yani SFP değeri optimize edilmiş komple bir havalandırma ve klima sisteminin kalitesi için bir (enerji) tanım sayısıdır. DIN EN 13 779'a göre öngörülen standart değerlere dönüştürmekle ilgili zorluklar hakkında yasal sonuçları da belirterek bilgi verildi [1].

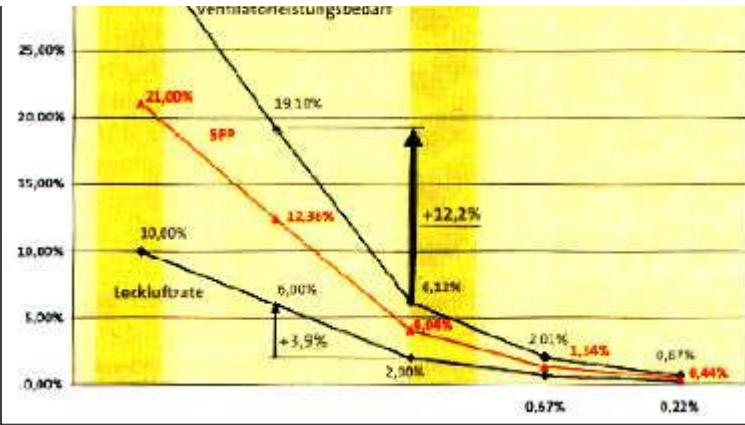
Basınç kayıplarının azaltılması ile ve ayrıca etkili vantilatör tekniğinin kullanılması ve kaçak hava miktarının azaltılması ile vantilatör güç ihtiyacı azaltılabilir ve SFP değeri optimize edilebilir.

Basınç kayıpları için DIN EN 13 779'da standart değerler verilmektedir. Bu değerler boyutlandırma örn. ilgili tasarım yazılımlarıyla kullanılmalıdır.

DIN EN 13 779'da sistem hava sızdırmazlığına değinilmektedir ve tavsiyeler verilmektedir; fakat sızdırmazlık hesaplamada doğrudan faktör olarak alınmamaktadır!

Böylece planlamacılara ve uygulayan firmalara sistem optimizasyonu ve sonuç olarak sözleşmenin yerine getirilmesi için sadece yetersiz bir yardım sağlanmış olur, çünkü DIN EN 13 779 A.8.1 altında şunu talep etmektedir: "Sözleşme yapılan hava hacmi akımları (örn. kişi başına dış hava hacmi akımı) oturlan yerlerde





(resim içi)

Ventilatörleistungsbedarf:
ventilatör gücü ihtiyacı

Leckluft: kaçak hava oranı

Resim 3: Kaçak hava oranının, SFP ve ventilatör gücü ihtiyacı değişimi

her zaman yerine getirilmelidir. Hava borusu sisteminde ve hava işleme biriminde sızıntılar ventilatörün hava hacim akımı tasarımında dikkate alınmalıdır".

Aşağıda kaçak hava hacmi azaltışın ne tür bir enerji tasarruf potansiyeline sahip olabileceği ve bunun SFP enerji tanım sayısına etkileri gösterilmektedir. Her bir m³ kaçak hava ile hazırlanan havanın araya gittiğine, ventilatör buna uygun olarak daha fazla hava sevk etmesi zorunda kaldığına, RLT sistemi daha büyük ölçülere sahip olması gerektiğine ve böylece maliyet fiyatları yanında özellikle işletme masrafları arttığına dikkat edilmelidir.

Teorik bağlantılar

Bir hacim akımı değişikliği ventilatör gücü ihtiyacına aşağıda gösterildiği gibi etki etmektedir:

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^3$$

Örnek: %10 fazla hacim = %33 daha yüksek enerji sarfiyatı!

V_1 : Teorik olarak sızıntı olmadan gerekli hava hacmi akımı

V : Kaçak hava ile hava akımı

P_1 : Teorik olarak ihtiyaç duyulan hava hacmi akımı için gerekli ventilatör gücü

P_2 : Kaçak hava ile ventilatör gücü

Özel ventilatör gücü PSEP [W m⁻³ s] DIN EN 13 779'a göre W olarak ventilatör motorunun elektriksel enerji sarfiyatını, m³/s olarak ventilatörün nominal hava hacmi akımına bölerek hesaplanır. SFP değerinin değiştirilen bir hava hacminde değişimi böylece şu şekilde hesaplanır:

$$P_{SFP} = \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1}$$

Bunun sonucunda SFP için şöyle bir fonksiyon meydana gelmektedir [V₂] !

Bu bağlantının etkisi daha sonra bir diyagram ile görselleştirilecektir.

Hava sızdırmazlığına ilişkin tekniğin durumu ve normlar

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 4, 2006

Enerji tasarruf gayretleri hava boruları alanında uluslararası standardizasyon, DIN EN 12 237 esasına dayanarak DIN EN 13 779'daki "sızdırmazlık sınıfı D" EURO-VENT sızdırmazlık sınıfının geliştirilmesiyle dikkate alınmaktadır.

Günümüzde kullanılan standart hava kanalları ile uygulamada sızdırmazlık sınıfı A'ya (DIN 24 194'e göre sızdırmazlık sınıfı II) bile ulaşılmamaktadır. Teknik durum ise kalite açısından güvenli hava borularında en az sızdırmazlık sınıfı C

Günümüzde sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilecek %2 kaçak hava oranı yerine sıklıkla %6'dan büyük kaçak hava hacmi akımları bulunmaktadır. Sadece bu (havayı dışarı atana kadar kaybedilen) artı hacim için gerekli ventilatör ilave gücü yakl. %12'dir. Bu esnada çoğunlukla giren basınç artışı enerji açısından bile dikkate alınmamıştır.

Bunun yanında kaçak hacim nedeniyle soğutma veya ısıtma enerjisi kayıpları eklenmektedir.

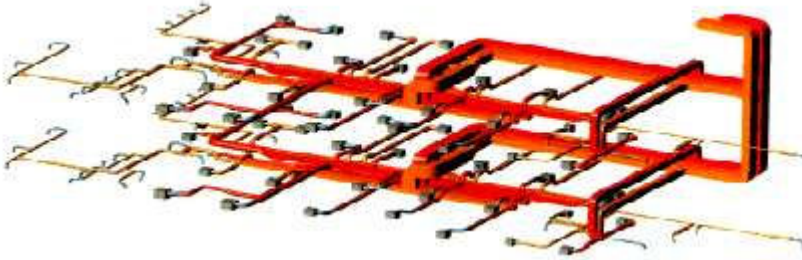
Tablo 1: Yuvarlak ve köşeli hava boruları için DIN EN 12 237'ye göre sınıflandırma

Hava sızdırmazlık sınıfı	Statik basıncın (p_g) sınır değeri Pa		Kaçak hava oranı (f_{maks}) sınır değeri $m^3 (s^{-1})(m^{-2})$
	Pozitif	Negatif	
A	500	500	$0,027 \times pt \ 0,65 \times 10^{-3}$
B	1000	750	$0,009 \times pt \ 0,65 \times 10^{-3}$
C	2000	750	$0,003 \times pt \ 0,65 \times 10^{-3}$
D	2000	750	$0,001 \times pt \ 0,65 \times 10^{-3}$

Örnek: Yapı parçası hacmi 750 l, yapı parçası yüzeyi 4,5 m², 250 Pa

Sızdırmazlık sınıfı A	Sızdırmazlık sınıfı B	Sızdırmazlık sınıfı C	Sızdırmazlık sınıfı D
21,1 x yapı parçası hacmi 15 832 l/h	7 x yapı parçası hacmi 5277 l/h	2,3 x yapı parçası hacmi 1759 l/h	0,78 x yapı parçası hacmi 586 l/h

Resim 4: DIN EN 12 237'ye göre sızdırmazlık sınıflarında saatlik kaçak hacmi



Resim 5: Bir iş hanında havalandırma kanalları (bkz. tablo 3)

Bu örnek teorik bağlantıları görselleştiren re -
sim 3'te gösterilmiştir.

- Tahrik gücü daha önce açıklandığı gibi sevk -
hacmi değişikliğinin 3. kuvveti ile değişmek -
tedir.

ha yüksek hava sızdırmazlığı, bir sonraki daha -
iyi SFP kategorisinde yer almak için SFP deđe -
rini büyüklük sırasında düzeltebildiğini göster -
mektedir.

- DIN EN 13 779'e göre taleplerin yerine getirilmesi için önemli olan SFP değeri, sevk hacmi değişikliğinin 2. kuvveti ile değişmektedir.

Böylece uygulamada çok büyük ek maliyetler gerektirmeden yerleştirilebilir, daha az sızdıran bir hava boru sistemi işletme maliyetlerinin önemli derecede azaltılmasına katkıda bulunabilir. Örnek hesaplamalar, hava borularının da

Yukarıda yer alan, DIN EN 12 237'ye göre A ile D sınıfları arasında hava sızdırmazlığı sınıflandırılması, tüm hava borusu yüzeyi ile ilgili ve sistem basıncına bağlı, kaçak hava hacim akımı olarak ifade edilmektedir. Sızdırmazlık sınıfları arasındaki kademelendirmenin her biri 3. kuvvettir.

Bu ifade şekli tabii ki teknik açıdan doğru, fakat

Tablo 3: Enerji maliyetleri tasarrufu sağlanan bir iş hanı örneği

İş hanı Hava borusu yüzeyi	Dudak contası / Kanal DK IV ile		Sızdırmazlık sınıfı A DIN EN 12 237	
	Giren hava	Dışarı verilen hava	Giren hava	Dışarı verilen hava
	340 m ²	405 m ²	340 m ²	405 m ²
Nominal hava hacmi akımı	11 460 m ³ /h	12 628 m ³ /h	11 460 m ³ /h	12 628 m ³ /h
Ortalama işletme basıncı	250 Pa	250 Pa	250 Pa	250 Pa
Kaçak hava	133 m ³ /h	158 m ³ /h	1196 m ³ /h	1425 m ³ /h
Kaçak hava oranı	% 1,15	% 1,2	% 9,45	% 10,14
Vantilatör-Enerji maliyeti/yıllık	2151 ₺	3795 ₺	2465 ₺	4510 ₺
Enerji maliyeti toplamı	5946 ₺		6975 ₺	
Enerji maliyeti farkı	1029 ₺			
Malzeme masrafları	17 564 ₺		15 939 ₺	
Malzeme masr. Farkı	1625 ₺			
Güncel enerji maliyetlerinde, faizlendirme olmadan amortisman	1,6 yıl			
Sistem sürekli işletimde, enerji maliyeti 0,12 ₺/kWh				

hava borusu yüzeyi ilişkilendirmesi nedeniyle, farklı hava sızdırmazlığı sınıflarında kaçakların büyüklük sınıfı ile ilgili neredeyse hiçbir bilgi vermemektedir.

Sızıntı (kaçak) kayıpları

Şimdi sızdırmazlık sınıflarına göre kaçak hava hacimlerini nasıl görselleştirebiliriz? En basit gösterim şu: Bir kovada su taşıdığınızı ve sızdıran bir kovanın belli bir miktarı taşırken veya belli bir süre içerisinde boşaldığını düşünün. Bu düşünce modelini 250 Pa sistem basıncında 4,5 m² yüzeye sahip geçerli bir hava kanalı ölçüsüne (1000 x 500 x 1500 mm = 750 l hacim) aktarırsanız bu şekil açısından resim 4'te gösterildiği gibi olur.

Bu gösterim şekli ile daha az sızdıran hava borusu bileşenleriyle iyileşme potansiyeli çok et

va tekniği ve akustik veriler dışında ilgili parça listeleri ile ilgili bir yapı parçası maliyet tespiti mümkün olacaktır. Nispeten düşük kaçak hava miktarları olan bu sistem örneğinde bile daha az sızdıran bir hava borusu sistemi için yapılan ek harcamaların kısa bir süre içerisinde amortize olacağını gösterilmiştir. Bunun dışında dudak contası olan yuvarlak boru sistemlerin montajında bile sistemin ek harcamalarını dengeleyebilecek maliyet avantajları ortaya çıkmaktadır.

Enerji ihtiyacı tespiti ve enerji tüketimi dokümantasyonu

2006'ya kadar AB-Yönergesi 202/91 tüm yeni ve eski yapılar için tekdüze bir "enerji pasaportu" şartı koşturmaktadır. Almanya'da DIN 18 599 ile binaların enerji ihtiyacı hesaplaması ile ilgili işleyiş tanımlanmaktadır. Hava sevki ile ilgili kullanım enerjisi ise sadece teorik açıdan ge

kili bir şekilde gösterilmektedir. Bu kocaman kaçak hava hacimlerinin şimdye kadar açıkladığımız etkileri düşünülürken, hava sızdırmanın VDI 6022 ve gittikçe daha fazla norm ve yönergelerde boşuna çok yüksek bir öneme sahip olmadığı anlaşılır.

Planlama

Böylece planlama aşamasında enerji açısından optimum RLT sistemleri ile ilgili adımların belirlenmesi ve kullanılacak hava boruları ile ilgili kararın verilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Modern CAD programları ile bu kolaylaştırılmaktadır ve basit ve planlamaya paralel işletme maliyetleri ile ilgili bir tespit mümkün hale gelmektedir.

Resim 5 ve tablo 3'teki örnek daha yüksek sızdırmazlık sınıfı ile hangi enerji maliyet tasarrufu sağlandığını göstermektedir. Burada sadece vantilatör enerji sarfiyatı dikkate alınmıştır - hava hazırlama işlemi maliyetleri dikkate alınmamıştır!

Üretici özel bir planlama yazılımı kullanırsa, ha-

rekli hava hacmi akımı üzerinden tespit edilmektedir.

Bileşenler için tanım değerleri mevcut değilse, standart değerleri kullanmak bile mümkün. Kaçak havanın ayrı olarak tanımlanmaması bir yetersizlik oluşturmaktadır. Bu durum sistemi kurduktan sonra sistem kurucusunu DIN EN 13 779'a göre talep edilen ve DIN EN 12 599'a göre uygulanan işlev kontrolleri sonucunda gerekliliklerin yerine getirildiği onaylanmaz veya SFP çok yüksek ise zor durumda bırakabilir.

Planlamacıya DIN 13 779'a göre işveren ve planlamacı arasında yapılan sözleşme ile bağlantılı olarak farklı noktalarda belirli açıklama yükümlülükleri ve sorumlulukları verilmektedir. Tüm kararların net bir şekilde dokümantasyondan sorumludur. Bu durum mesuliyet nedenlerinden dolayı bile kesinlikle tavsiye edilmektedir.

Normlarla ilgili bir revizyonda hava borularına ilişkin sızdırmazlığı ayrı bir madde olarak alınması doğru olacaktır. Böylece planlamacılara

ve uygulayan firmalara enerji tasarrufu ile ilgili bu imkan için tanım değerleri ve/veya karar yarımlarını sunulabilir.

Hava sızdırmazlığında mutlaka ısıtma tekniği, özellikle kalorifer borularının izolasyonu ile ilgili benzerlikler görülebilir. Yetersiz izolasyonda belki ısı binanın içerisinde kalır, fakat hat ucundaki radyatörde gerekli akış sıcaklığı olmaya caktır. Kaloriferde gereklilik olarak kabul edilen, bu anlamda hava borularının sızdırmazlığı için de uygulanmalıdır.

Sonuç olarak DIN EN 13 779'un uygulamaya konulması ile enerji tüketimi denetimi görevi muhasebe tutarak işletme için verildiği unutmamak gerek. Bunun için gerekli tedbirler proje safhasında planlanmalıdır.

Sonuç

Daha az sızdıran hava boruları ile elde edilen enerji tasarruf potansiyelinden faydalanılmadığı takdirde RLT sisteminin tüm bileşenleri sızıntı

ve işletme maliyetleri artacaktır. Gerekli olan daha yüksek güce sahip vantilatör ile talep edilen SFP değerine uyulması zorlaşacaktır. SFP değerinin düzeltilmesiyle ilgili tedbirler daha az sızdıran hava boruları ile daha az maliyetli olarak mümkün, fakat gerçekleştirilen montajdan sonra çok sınırlı olarak telafi edilebilir - tabii o da mümkün ise. Daha az hava sızdıran bir dağıtım ağı ile ilgili karar böylece planlama aşamasında verilmelidir.

Enerji tasarruf taleplerini sürekli olarak dikkate almak ve yerine getirilmeyen sistem talepleri nedeniyle olası düzeltme taleplerine karşı koymak için güvenli, bugünün tekniğine uygun bir RLT sistem planlaması ve uygulaması gereklidir. Sonuç olarak DIN normlarının dikkate alınmaması, görevin yerine getirilmediğini gösterir - tüm yasal sonuçları ile birlikte [2]. Gösterildiği gibi bugünden ve özellikle gelecek için beklenen enerji fiyatı gelişiminde - sızdırmazlık sınıfı C ve üzeri, kalite açısından güvenli bir hava borusu sisteminin kullanılması yerinde ola-

lar nedeniyle daha büyük ölçülere sahip olmalı caktır.