

# Tesislerde Akustik Boyutlandırma Yeni VDI 2081'in Uygulamaları

Prof. Dr. Karl-Josef Albers

Bu makale, Alman Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Derneği'nin Kasım 2004'te gerçekleştirilen 2004 yılı Soğutma-Isıtma Toplantısı'nda sunulan bildiri esas alınarak kaleme alınmıştır.

## Özet

RLT tesislerinde akustik boyutlandırma, bilgisayar desteği olmaksızın pratikte neredeyse gerçekleştirilemeyecek denli zahmetlidir. Ancak piyasada akustik hesaplama programları bulunmamaktadır. Bunun sonucu da, normalde bu türden hesaplamaların yapılamamasıdır. Bu noktada gerçekte yaşanan daha çok, gerekli ses emicilerdeki ekleme emişlerinin yalnızca kabaca tahmin edilmesi ve ardından da mekanların yeterince sessiz olmasının umulmasıdır. Bu kaba tahminler, bütün vakalarda yeterli olmadığından, günümüzün bir hayli artmış akustik ihtiyaçlarında gitgide daha çok sayıda şikayete rastlanmaktadır.

Eski VDE 2081'de, iç mekan havasıyla ilgili teknik tesislerde gürültü oluşum ve azaltma hesaplamaları sıkça diyagram ve monogramlar yardımıyla yapılmaktaydı ve bu diyagram ve monogramlardan ilgili değerlerin okunması gerekiyordu. Piyasada da akustik hesaplama programları bulunmadığından, akustik hesaplamaları bilgisayar desteği ile yapılamamaktaydı. "Elle" yapılan bu türden hesaplamalar ise çok fazla zaman almaktaydı ve bu nedenle de büyük ölçüde bu türden hesaplamalar yapılmasından vazgeçilirdi. Bunların yerine mekan içerisinde beklenen ses basınç seviyesini kabaca tahmin etmek üzere kısaltılmış hesaplam yöntemleri kullanılırdı. Bu yöntemlerin hassas sonuçlar vermemesine ve akustik gerekliliklerin artmasına bağlı olarak böylesi bir hareket biçimi gitgide daha fazla şikayete neden olmaktaydı.



Resim 1: Yığılım yöntemi

Günümüzde ise bu nedenle ileri derece akustik gerekliliklerde eksiksiz bir akustik tesis hesaplaması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu hesaplamaların gerektirdiği süreyi kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutabilmek için ise bilgisayar desteğine ihtiyaç vardır. Bir bilgisayar sisteminin kullanılması'nın temel koşulu ise denklemler yardımıyla bütün çözüm adımlarının eksiksiz bir şekilde tarif edilmesidir. Bu nedenle yeni VDE 2081 Kısım 2'de bütün diyagram ve monogramlar hakkında gerekli bütün hesaplama denklemleri belirtilmiş bulunmaktadır. Uygun bir bilgisayar desteği ise, artık hemen hemen bütün kişisel bilgisayarların standart bir unsuru olan tablolı hesaplama programıdır.

Tablolı hesaplama programlarını en iyi şekilde kullanabilmek için, hesaplama yöntemi olarak yığılım yöntemi adı verilen yöntem dikkate alınmalıdır.

\* FHT Esslingen Beslenme Tekniği ve Çevre Tekniği Bölümü

lıdır. VDI 2081 uyarınca akustik bir tesis hesaplaması ise gene de istenen mekan içi ses basınç seviyesinin tutturulabilmesinin garantisini teşkil etmemektedir. Bunun nedeni de ses emicilerin planlanması sırasında yapılan hatalardır. Ayrıca uygulamada da, iki mekan arasında hava kanalı sisteminin telefonu (elektromanyetik ses aktarımı) sesi emiliminin ne kadar olması gerektiği yönünde belirsizlik vardır. Bütün bu hususlar üzerinde aşağıda daha ayrıntılı olarak duracağız.

## Akustik Tesis Hesaplaması

### Yığılım Yöntemini Tanıyalım

Yığılım yöntemi, en yüksek ses kaynağından başlamak üzere (normalde vantilatördür) bütün sekiz oktavlık bant için sistematik olarak bütün emici ve gürültü yapıcı elemanları gözler. Bunun için şöyle bir yol izler (ayrıca bakınız: Resim 1):

1. bileşenin oktav ses güç seviyesinden (n pozisyonu), takip eden bileşenlerin emilimi çıkartılır (n+1 pozisyonu). Bu, n+1 pozisyonundaki kalan gürültüdür. n+1 pozisyonundaki kalan gürültüye logaritmik olarak bu bileşenlerin akıntı gürültüsü eklenir (yığılım). Bu da, n+1 pozisyonunun sonunda ki toplam gürültüyü (oktav ses güç seviyesini) verir. n+1 pozisyonunun sonundaki oktav ses güç seviyesinden takip eden bileşenlerin emilimi çıkartılır (n+2 pozisyonu). Bu n+2 pozisyonundaki kalan gürültüdür. Bu işlem, hava giriş ya da çıkış kanalında son adımda oktavlı mekan emilim ölçüsü, son bileşenin sonundaki oktav ses güç seviyesinden (hava geçişinden) çıkartılınca dek sürer. Böylelikle mekan içerisinde oktav ses basınç seviyesi el-

havası kanallarında son bileşen iklim koruyucu ızgaradır. Burada son olarak açık havada ses yayılımı hesaplanır ve böylelikle de ölçü alınan imisyon değerindeki ses basınç seviyesi elde edilir.

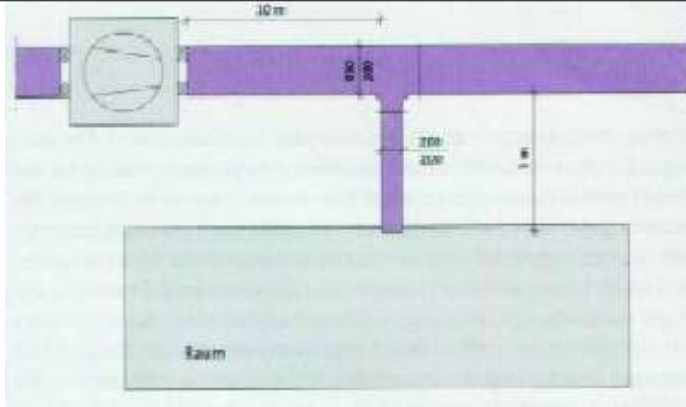
### Yığılım Yöntemine Örnek

2 numaralı resimde, yine resimde gösterilen mekan da teknik hava beslemesi sağlayan bir hava giriş tertibatı şema halinde gösterilmiştir. Hava giriş tertibatı ve mekan hakkında elimizde şu bilgiler mevcuttur:

- $f_{Okt} = 500$  Hz koşullarında vantilatörün ses-güç seviyesi:  $L_{W,Okt} = 80,3$  dB
- $V_{toplam} = 2500$  m<sup>3</sup>/saat;  $V_{mekan} = 600$  m<sup>3</sup>/saat
- Mekan hacmi 95 m<sup>3</sup> olan kübik bir mekan ve yankılama süresi 0,5 saniye
- Oturma alanının hava giriş ızgarasına uzaklığı 2 m
- Hava giriş ızgarası tavanın ortasına konmuş ve ek basınç kayıp değeri  $V = 4$ . Iızgaranın ışı-nım yayma açısı 45 derece.

Her bir bileşenin ses üretimi ve ses seviyesi azaltımı VDI 2081 Kısım 1'deki denklemlere göre hesaplanır. Bu her bir hesaplamanın sonuçları yığılım yöntemi şemasına aktarılır (Tablo 1). Mekan içindeki ses basınç seviyesi bu şekilde ölçüldükten sonra, bir sonraki adım olarak ses emicisinin, mekan içerisinde istenen gerekli ses basınç seviyesine erişilecek şekilde tasarlanması gerekir.

İlk olarak vantilatörün (en büyük gürültü kaynağı) arkasında bulunan birincil olarak nitelenen ses emicisi ele alınır (bakınız: Tablo 1). Ses emicisi tasarımlarının 1. adımında yalnızca ekleme emilimi



Resim 2: Mekan içine hava beslemesi sağlayan, hava giriş tertibatının şema halinde görüntüsü.

belirlenir. Gerekli ekleme emilimi  $D_e$ , iç mekanda ki oturma alanında ses basınç seviyesinin mevcut değeri (hesaplanmış değeri) ile gerekli değer (izin verilen azami ses basınç seviyesi) arasındaki farktır. Bu fark bütün oktav bantları için tespit edi-

emicisi ile mekan arasında, gürültüsü seviye artışına neden olan bir bileşen bulunduğuna işaret eder. Bu bileşenin ne olduğu, yığılım yöntemi şemasında kalan gürültü ile akıntı gürültüsü arasında bir karşılaştırma yapmak suretiyle belirle-

İr. Gerekli değerin bir sınır eğri olarak verilmesi halinde gerekli eklememe emilimi açıkça belirlenir. Kural olarak gene de bir A değerli toplam ses basınç seviyesi, gerekli değeri olarak verilir. Bu halde, uyulması gereken A değerli toplam ses basınç seviyesinden ( $L_{A, \text{gerekli}}$ ) yola çıkılarak  $L_{\text{Okt, azami}} = L_{A, \text{gerekli}} + K_A$  denkleminin yardımıyla izin verilen azami oktav ses basınç seviyesi belirlenir. Sağlama değeri  $K_A$  (Tablo 2), invers A değerlendirme eğrisinden alınan değerlerin yanı sıra sekiz oktav bandının toplamalı seviyesini de içerir. RLT tesislerinde ortaya çıkan gürültülerin frekans akışı, invers A değerlendirme eğrisinin akışını takip etmediğinden, [3]'te seviye artışı için sekiz oktav bantta yalnızca 5 dB'lik değer esas alınır. Böylelikle gerekli eklememe emilimi  $D_e$  için değerler elde edilir. Negatif farklar  $D_e = 0$ 'a denktir.

Bu değerleri eklememe emilimi için Tablo 1'deki akustik hesaplamaya yerleştirdiğimizde, artık mekan içi ses basınç seviyesinde gerekli değere uyulması gerekir. Eğer olmamışsa bu durum, birincil ses

nır. Bu bileşenin arkasına ikinci bir ses emicisi konmalıdır. 1 numaralı tablodaki şema da buna göre geliştirilmelidir. Seviye artışına neden olan birden çok sayıda bileşen tespit edilirse, ikinci ses emici, mekana en yakın bileşenin arkasına konmalıdır. Bu ikinci ses emicisinin tasarımı ise birincil ses emicisine benzer şekilde gerçekleşir. Bu hesaplama örneğinde de görüldüğü gibi hava geçidi, seviye artışına neden olan bir bileşen olarak tespit edilirse, ikinci bir ses emicisi koyma olanağı tabii ki yoktur. Bu durumda da kural olarak yalnızca daha sessiz bir hava geçidi bulma ya da her bir hava geçidinin hava miktarını azaltma olanağı vardır. Son olanağın sonucu ise hava giriş ağının yapısında değişiklik yapmak olacaktır, çünkü bu durumda daha fazla hava geçidine ihtiyaç vardır. Duruma bağlı olarak gerekli değer, geniş boyutlu bir birincil ses emicisinin yardımıyla sağlanabilir. Hava giriş ızgarasındaki kalan gürültü bu durumda, ızgaranın arkasındaki oktav ses güç seviyesi ızgara gürültüsünün oktav ses güç seviyesi ile aynı olacak şekilde düşürülmelidir.

Gerekli eklememe emilimi değerleri ile artık üreticinin

Oktav frekansı Oktav ses güç seviyesi VA (mL/m <sup>2</sup> )	H z cinsinden dB cinsinden	63 84,3	125 80,9	250 82,0	500 80,3	1000 80,5	2000 80,4	4000 77,8	8000 69,5
Ses emicinin eklememe emilimi	dB cinsinden	Akustik test hesaplamasında ilk olarak ses emiciler dikkate alınmaz. Eklememe emilimi değerleri ile ses emicinin akıntı gürültüsü değerleri ancak daha sonra ses emicisi tasarımı sırasında eklenir.							
Ses emicisindeki kalan gürültü	dB cinsinden								
Ses emicinin akıntı gürültüsü	dB cinsinden								
Ses emiciden sonra oktav ses güç seviyesi	dB cinsinden								
Kalanda emilim	dB cinsinden	6,0	6,0	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kaladaki kalan gürültü	dB cinsinden	78,3	74,9	79,0	78,8	79,0	78,9	76,3	68,0
Kalada akıntı gürültüsü	dB cinsinden	35,9	34,6	32,4	28,9	24,0	18,1	11,3	4,1
Kaladan sonra oktav ses güç seviyesi	dB cinsinden	78,3	74,9	79,0	78,8	79,0	78,9	76,3	68,0
Kalada emilim	dB cinsinden	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Kaladaki kalan gürültü	dB cinsinden	73,2	69,8	73,9	73,7	73,9	73,8	71,2	62,9
Kalada akıntı gürültüsü	dB cinsinden	30,9	31,5	33,4	28,7	23,5	17,8	11,8	5,3
Kaladan sonra oktav ses güç seviyesi	dB cinsinden	73,2	69,8	73,9	73,7	73,9	73,8	71,2	62,9
Kalada emilim	dB cinsinden	3,0	3,0	2,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kaladaki kalan gürültü	dB cinsinden	70,2	66,8	71,6	72,2	72,4	72,3	69,7	61,4
Kalada akıntı gürültüsü	dB cinsinden	17,9	15,8	14,2	7,7	1,9	-4,8	-12,0	-19,5
Kaladan sonra oktav ses güç seviyesi	dB cinsinden	70,2	66,8	71,6	72,2	72,4	72,3	69,7	61,4
Mekan refleksiyonu	dB cinsinden	14,8	9,3	4,6	1,6	0,5	0,2	0,1	0,1
İzgaradaki kalan gürültü	dB cinsinden	55,4	57,5	67,1	70,5	71,8	72,1	69,6	61,3
İzgaradaki akıntı gürültüsü	dB cinsinden	43,3	44,3	44,3	43,8	40,3	32,3	21,3	11,3
İzgaradan sonra oktav ses güç seviyesi	dB cinsinden	55,4	57,5	67,1	70,5	71,8	72,1	69,6	61,3
Mekan emilimi değeri	dB cinsinden	7,7	7,7	7,6	7,4	7,2	7,0	6,9	6,9
Mekan emilimi değeri	dB cinsinden	47,9	50,0	59,5	63,1	64,6	65,1	62,6	54,4
A değerlendirme	dB(A) cinsinden	26,2	16,1	8,6	3,2	0	1,2	1	1,1
Eklememe emilimi	dB(A) cinsinden	21,7	33,9	50,9	59,9	64,6	66,3	63,6	53,3
Eklememe emilimi	dB(A) cinsinden	70	dB(A)						

teknik belgelerine bakılarak, bir ses emici tipi seçilebilir. Kulis sayısı ise artık bu ses emici tasarımının 2. adımında tespit edilebilir. Bunlar, ses emicide izin verilen azami akıntı gürültüsü yoluyla belirlenir. Kalan gürültünün artmasına neden olmak için her bir oktavda her bir kalan gürültüden 10 dB daha düşük olması gerekir. Uygulama da, gerekli eklememe emilimi değerlerine tam olarak uyan ses emicilere rastlanmadığından, biraz geniş boyutlu ses emiciler tercih edilir. Bu durum,

- Mekansal olarak ayrılmış kısmi ses emiciler takmak.

Bu türden tedbirlerin uygulamada nasıl bir hal aldığı, [6]'da Alman parlamento binasının genel kurul salonunda kubbedeki atık hava ses emicileri örneğinde gösterilmiştir.

Uygun olmayan durumlarda 3 numaralı resimde gösterilen sınır değerler belirgin miktarda düşürülebilir. Bu türden uygun olmayan durumlar, örneğin

izin verilen azami akıntı gürültüsüne ilişkin yukarıda belirtilen kuraldan sapılmasına olanak tanır. Bu noktada akıntı gürültüsü değerleri 1 numaralı tablodaki akustik hesaplamaya yerleştirildiğinden, akıntı gürültülerinin yeterince düşük olup olmadığı hakkında doğrudan bir yargıya varılabilir. Çünkü sonuç itibarıyla önemli olan izin verilen azami ses basınç seviyesinin mekan içerisindeki oturma bölgesinde uyulması amacıdır.

### Ses Emicilerin Planlanması Sırasındaki Hata Kaynakları

Yanlış tasarlanmış ses emiciler, ileride tesis çalıştırılırken kendisini hemen belli eder. Bu noktada özellikle iki husus öne çıkmaktadır. Birincisi, hava kanalı sistemlerine takılmış bulunan ses emicilerin ekleme emilimi ölçüsünün yan ses yolları ile sınırlandırılmasına her zaman dikkat edilmez; ikinci de, ses emicilerin akıntı özelliği çoğu zaman çok kötüdür.

### Ses Emicilerde Sınırlı Ekleme Emilimi

DIN EN ISO 7235 uyarınca ekleme emilimi, test düzeneklerinde kayda değer bir yan ses yolu olmaksızın belirlenir. Bu şekilde elde edilen ses emicisi ekleme emilimi mekan içindeki havayla ilgili teknik tesislerde kaçınılmaz yan ses yolları ile ve zaman zaman da hava kanalına yapılan ses ışınlı yoluyla sınırlandırılır. Hava kanallarında ki kulis sesi emicilerinin ekleme emilimi ölçüsüne ait sınır değerler 3 numaralı resimde gösterilmiştir. Bunlar VDI 2081 Kısım 1'de de yer almaktadır. 3 numaralı resimde gösterilenden daha yüksek sınırlı değerlere ihtiyaç olduğunda, ilave tedbirlere başvurulması gerekir. Bu tedbirlerin önemlileri şunlardır:

- Hava kanalı duvarlarının sarsıntısını almak ve elastik ara parçalar takmak yoluyla gövde sesinin uzunlamasına aktarımını azaltmak,
- Ses emicilere ve varsa bağlı bulunan hava kanallarına ses emici mantolama yapmak suretiyle içeri ve dışı doğru hava ışınlımasını azaltmak,

gövde sesi doğrudan ses emicinin mahfazasına aktarıldığı hallerde söz konusudur. Bu da, RLT tesislerinde görülen durumdur. Burada vantilatörden gelen gövde sesi cihazın mahfazasına aktarılır. Normalde kullanılan salınım emici ile bu gövde sesi aktarımı önlenemez. Bu durum, bir yapı projesinde şöyle bir kusura neden olur. Bir toplantı salonunda, istenen ses basınç seviyesi tutturulmamıştır. Ses emicisinin üreticisinden alınan teknik bilgilere göre RLT cihazına monte edilmiş bulunan, 2 m uzunluğundaki ses emici kulislerinin DIN EN ISO 7235 uyarınca ekleme emilimi  $f_{Okt} = 250$  Hz'de  $D_e = 42$  dB'dir. Buna karşılık takılı halde iken yerinde yapılan ölçümlerde  $f_{Okt} = 250$  Hz'de ekleme emilimi  $D_e = 24$  dB olarak tespit edilmiştir. RLT cihazı, alçak tavanda doğrudan toplantı mekanının üzerine takılıdır. Hava aktarım ağı çok kısa olduğundan, takılı halde iken tespit edilmiş bulunan bu sınırlı emilim, doğrudan mekan içindeki ses basınç seviyesinin artmasına neden olmuştur. İkinci ses emicilerin de takılı bulunduğu daha uzun bir hava aktarım ağında cihaz ses emicisinin emiliminin sınırlı olması, zorunlu olarak mekan içindeki ses basınç seviyesinin artmasına neden olmaz. Ancak yine de 2 metre uzunluğundaki cihaz ses emicisinin tamamen etkin olamadığı gerçeği değişmez. Bu nedenle, RLT tesislerinde yalnızca azami 1 metre uzunluğunda ses emici öngörülmesi tavsiye edilmektedir. Bir kısa ses emicinin ekleme emilimi yeterli gelmezse, cihazın arkasına hava kanalında ikinci bir ses emici takılabilir.

### Akıntı Kalitesi Çok Kötü Ses Emiciler

RLT tesislerindeki akıntı gürültülerinin yaklaşık bir Dipol karakteristiği vardır. Buna göre şu formül geçerlidir:  $L_w \sim 60 * l_{gv}$ . Akıntı hızı  $v$ , genel olarak hacim akımı katsayısından geometrik kesite bölünmek suretiyle elde edilir. Bu, hacim akımı kat sayısından akıntı kesitine bölünmek suretiyle tam olarak hesaplanmak zorundadır. Ancak akıntı kesiti, akıntının kötü olması durumunda akıntının

çözülmesi neticesinde geometrik kesitten çok daha düşük olabilir. Bunun sonucu da, bu türden durumlarda akıntı hızının ve bununla birlikte de akıntı gürültüsünün hesaplamayla karşılaştırıldığında çok daha yüksek çıkmasıdır. Son derece kötü monte edilmiş tertibatlarda ise kaçınılmaz olarak kusurlara neden olur. 4 numaralı resimde akıntı kalitesi çok kötü olan bir ses emicisi örneği gösterilmiştir. Bu türden durumlar baca kanalından gelen hava kanallarının her bir kata dağıtılması sırasında da görülür. Bunun nedeni çoğu zaman asma tavanda yaşanan yer darlığıdır. Akıntı, çok büyük olan delik açısını takip edemediğinden 4 numaralı resimde gösterilen ses emicinin yalıtım alt kısmına ulaşabilmektedir. Böylece da

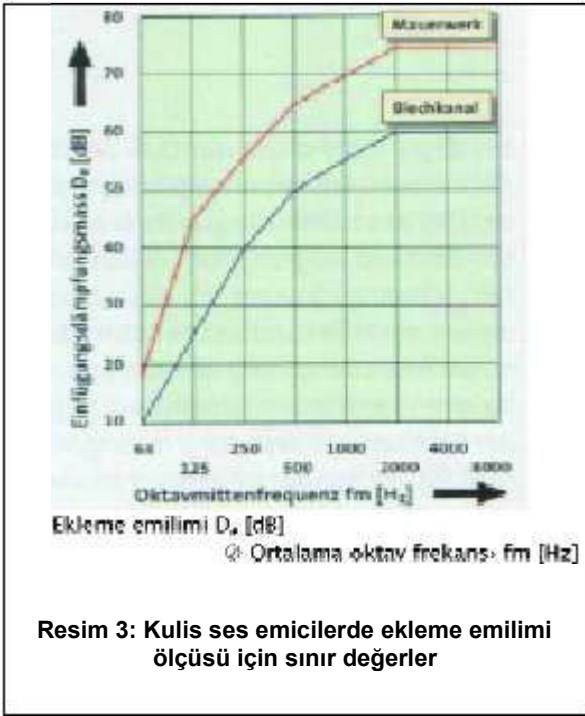
hava kanallarında bulunmasına şaşmamak gerekir.

### Telefoni Sesi Emilimi

Birbirine bitişik iki mekandaki telefoni sesi emilimi (ses basınç seviyesi farkı)  $L_{1-2}$ , VDI 2081 Kısım 1 uyarınca hesaplanır. Hesaplama genel kabul görmüştür. Gene de geçmişte, bu şekilde hesaplanmış bulunan telefoni sesi emiliminin yeterince büyük olup olmadığı konusunda belirsizlikler yaşanmıştır. Bu nedenle VDI 2081 Kısım 2'de gerekli telefoni sesi emilimi hakkında görüş bildirilmiştir. Bu görüşler, DIN 4109'daki bir talepten doğmakta olup, bu norma göre hava

yalnızca alt kısmına ulaşabilmektedir. Böylece de hesaplamalarla karşılaştırıldığında neredeyse iki katı büyüklüğünde akıntı hızı ortaya çıkar. Yü - karıda akıntı gürültüsü ile akıntı hızı arasında söz konusu olduğu belirtilen ilişkiye göre akıntı hızı - nın iki katına çıkması akıntı gürültüsünün 18 (!) dB yükselmesine neden olur.

Akıntı gürültüsünün artmasının yanı sıra ses emi - cisinin dayanıklılığına da dikkat edilmelidir. Akın - tının kötü olmasına bağlı olarak akıntı hızının sa - niyede 20 metreyi aşması, ses emici kulislerinin yavaş yavaş tahrip olmasına neden olur. Normal absorpsiyon kulisleri kural olarak yalnızca saniyede 20 metrelik bir akıntı hızına kadar aşın - maya dayanıklıdır. Bu gibi durumlarda absorp - siyon kulislerinin parçalarının kulisleri takip eden



**Resim 3: Kulis ses emicilerde ekleme Emilimi ölçüsü için sınır değerler**

kanalları üzerinden ses aktarımı, ayırıcı duvar üzerinden ses emilimi azalmayacak şekilde sön - dürülmelidir. Bu talebi karşılamak üzere 125...2000 Hz oktavlarda hava kanalları

üzerinden ses basınç seviyesi farkı  $L_1 - L_2$ , her birinde, duvar üzerinden gelenlerden en az 10 dB daha yüksek olmalıdır. Böylelikle gerekli telefoni sesi emilimi için aşağıdaki koşul ortaya çıkar:

$$L_1 - L_2 \geq 10 \cdot \log \frac{S}{A_3} + 10 \delta B_{op}$$

S= Ayırıcı duvar yüzeyi

R'= Ayırıcı duvarın oktav ses emilim ölçüsü

A<sub>3</sub>= Karşılama odasında eşdeğer absorpsiyon yüzeyi

Oktav ses emilim ölçüsü bilinmiyor, yalnızca duvarın derlendirilmiş ses emilim ölçüsü R' W biliniyorsa, yaklaşık olarak oktav ses emilim ölçüsü DIN EN ISO 717 Kısım 1'deki referans eğ - rinin yardımıyla aşağıdaki değerlendirilmiş ses emilim ölçüsünden yola çıkılarak hesaplanabilir:

- R'(125 Hz) = R'W - 16 dB
- R'(250 Hz) = R'W - 7 dB
- R'(500 Hz) = R'W
- R'(1000 Hz) = R'W + 3 dB
- R'(2000 Hz) = R'W + 4 dB

### Sonuç

RLT tesisinin her bir bileşeninin gürültü üretimi ve ses seviyesi azaltımı, VDI 2081 Kısım 1'de yayın - lanmış bulunan denklemin yardımıyla hesap - lanabilir. Eksiksiz bir akustik tesis hesaplaması

**Tablo 2: Sağlama Değerleri**

[Hz] cinsinden oktav frekansı	[dB] cinsinden sağlama değeri K <sub>A</sub>
63	21
125	11
250	4
500	-2
1000	-5
2000	-6
4000	-6
8000	-4

yapabilmek için her bir sonuç yığılım yöntemi şemasına aktarılır. VDI 2081 Kısım 2'de uy - gulanmış bulunan yığılım yönteminin yardımıyla gerekli ses emiciler de tasarlanabilir. Kusursuz bir tesis elde edebilmek için, ayrıca planlama sırasın - da olası hata kaynakları da dikkate alınmalıdır.



Ses emiciler açısından bakıldığında bunlar özel - likle de monte edilmiş halde iken sınırlı ekleme emilimi ve kötü kalitede bir akıntıdır. Sonuç olarak VDI 2081 Kısım 2'de, şimdiye kadar çözümü bilinmeyen telefoni sesi emilimi sorununa bir yanıt verilmektedir.

