

EPS nin UZUN SÜRELİ FONKSİYONELLİĞİ ve DAYANIKLILIĞI

31 YILLIK TERAS ÇATIDAKİ EPS nin BİLİRKİŞİ RAPORU

GERT WOLF

Danışman Mühendis ve Çatı Kaplama Ustası, Yeminli Bilirkişi

Yüksek yapılarda nem ve ısı izolasyonu hususunda mühendis danışmanlığı

Karl – Evang – Straße 65
Postfach (PK) 11 07 50
Telefon (0 21 91) 616 14
5630 Remscheid – 11 – Lennep

7 Kasım 1986

BİLİRKİŞİ RAPORU NO. 411/86

BAŞVURU SAHİBİ

Industrieverband Hartschaum e.V. (Sert Köpük – Sanayi Birliği), In der Unteren Rombach
6L, 6900 Heidelberg 1.

Başvurunun İçeriği

Başvuru sahibi, beni, sahip olduğum ‘Yüksek yapılarda nem ve ısı izolasyonu alanında resmi olarak atanmış ve yeminli bilirkişi’ sıfatıyla, havalandırılmayan bir düz çatıya ısı izolasyon tabakası olarak uygulanmış olan expande polistiren – sert köpük levhalarının (EPS) uzun süre dayanımı hakkında bir bilirkişi raporunun hazırlanması hususunda görevlendirmiştir.

Bu amaçla, BASF firmasının Ludwigshafen’de bulunan bir işletme binasının üzerinde bulunan ve 31 yıllık (yaşında) olan düz çatıdan izolasyon malzemesi örnekleri alınacaktır. Bunun için çatı izolasyonu açılacak ve expande polistiren – sert köpük levhalarının uygulama/montaj durumu görsel olarak incelenecektir. Ardından bu EPS levhaların kalınlığı yerinde ölçülecektir. Bu işlemin ardından örnekler polietilen – torbalarının içerisine konularak ağızları kaynak yoluyla kapatılacak ve nem oranı, brüt yoğunluk ve ısı iletkenliğinin test ve tayin edilmesi amacıyla Münih’te bulunan ‘Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.’ye (Isı izolasyonu araştırma enstitüsüne) gönderilecektir.

İzolasyon malzemesi örnekleri, BASF firmasının Ludwigshafen’de bulunan A 618 binasının üzerinde bulunan 31 yıllık (yaşında), havalandırılmayan düz çatıdan alınmıştır.

1. Numune Alınışı , Numune Alınış Yer ve Tarihi :

Çatı izolasyonunun açılması ve örneklerin alınması işlemlerinin gerçekleştirilmesi tarihi olarak, imzalayan şahıs tarafından, Cuma gününe denk gelen 20 Haziran 1986 tarihi, saat 11:00 kararlaştırılmıştır.

Yer inceleme randevusunda aşağıda belirtilen şahıslar hazır bulunmuşlardır:

Başvuru sahibi adına: Bay Doppler, Bay Scharte ve Bay Schmitt.

BASF AG firması adına: Styropor (strafor) iş biriminden uzmanlar
Ayrıca bilirkişi şahit olarak, Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks'in (Alman çatı kaplama merkez birliğinin) 7321 Eschenbach'da yerleşik başkan vekili Bay Volker R. Zaiss,

Düz çatıya çıkma ve örnekleri alma işlemi yaz hava koşullarında, diğer bir ifade ile hava bulutsuz iken, ve buna uygun güneş ışığı altında, dış hava ısısı yaklaşık 28 °C iken gerçekleştirilmiştir.

Çatı izolasyonunun üst yüzey ısısı yaklaşık 60 °C idi. Bunun sonucunda EPS levhalarının üzerine öngörülmesi olan bitüm tabakaları plastikleşmişti ve bundan dolayı bitüm tabakalarını izolasyon tabakasından ayırma işlemi oldukça zorlu olmuştur. Aksi halde EPS levhalarının üst yüzeyindeki önlenemez hasarları önlemek amacıyla, çatı izolasyonu, açılacak olan bölgelerde, BASF firması tarafından kullanımımıza sunulan kuru buz ile soğutulmuş ve bu suretle örnek alımı için hazırlanmıştır.

(Koblenz Zanaat Odası tarafından resmi olarak atanmış ve yeminli bilirkişi Gert Wolf'un kaşesi)

Örnekler çıkartılırken, bilirkişi raporuna Ek 1 olarak işaretlenmiş olan resimler çekilmiştir. Bu resimlerde örnek alımı için öngörülen çatı alanı, örnek alımı için gerçekleştirilen hazırlıklar, sökülecek olan izolasyon malzemesi örneği ve görsel inceleme çerçevesinde gerçekleştirilmiş olan işlemler gösterilmiş ve belgelendirilmiştir.

Sökülen örneklerde takriben 20 x 20 cm'lik izolasyon levhası parçalarıdır. Bu parçalar görsel inceleme işleminin hemen ardından işaretlenmiş, polietilen folyosu içine yerleştirilerek kaynak yoluyla kapatılmış ve Münih'te bulunan 'Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.'ye (Isı izolasyonu araştırma enstitüsüne) gönderilmiştir.

2. Çatının Yapısı :

Düz çatının incelenmesi ve açılması sonucunda aşağıda açıklanan tabaka yapısı görülmüştür:

Yukarıdan aşağı doğru tabaka yapısı

Birkaç kat bitüm şeridinden oluşan çatı izolasyonu; sıcak bitüm ile tam yüzeyli olarak ısı izolasyon tabakası üzerine yapıştırılmıştır.

30 mm kalınlığında EPS levhalarından oluşan ısı izolasyon tabakası; bitüm ile tam yüzeyli olarak tabana yapıştırılmıştır.

Sıcak bitüm – yapıştırma tabakası; görünüme göre tam yüzeyli olarak bir soğuk bitüm – astar tabakası üzerine öngörülmiştir.

Pomza taşlı beton döşemesinden oluşan çatı kaplaması

Burada dikkat çekilmesi gereken husus, ısı izolasyon tabakasının alt tarafına bir buhar bariyerinin öngörülmemiş olduğudur ve ısı izolasyon tabakasının üst tarafına bir buhar basıncını dengeleme tabakasının öngörülmemiş olduğudur.

3. Örnek alım yerinin ve izolasyon maddesinin montaj durumundayken görsel incelemesi :

Örnek alım yerinde gerçekleştirilen görsel inceleme ile izolasyon malzemesi örneği üzerinde gerçekleştirilen görsel inceleme sonucunda, EPS levhalarının altında, içinde veya üstünde ya da – soğutma işleminin ardından izolasyon maddesi yüzeyinde kayda değer bir hasar meydana gelmeksizin – çıkartılabilen çatı izolasyonunun altında gözle algılanabilir bir nem tespit edilmemiştir.

Gerçekleştirilen görsel incelemede ayrıca, münferit izolasyon levhaları arasındaki derzlerin/aralıkların sıkı bir şekilde kapalı olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre, toplam 31 yıllık bir uygulama/kullanım süresinin ardından, EPS levhalarında , büzülme veya çekilme sonucunda geri dönmeyen ölçü değişikliklerinin tespit edilememiş olduğu şüphe götürmez bir gerçektir.

Expande polistiren – sert köpük - EPS levhaları, montajdaki hallerine kıyasla bir değişikliğe uğradıklarına yönelik herhangi bir duruma rastlanmamıştır.

Expande polistiren – sert köpük-EPS levhalarının kenarları, izolasyon levhalarının termik zorlanmasına ya da bu termik zorlanma sonucunda ortaya çıkan, termik uzunluk değişikliklerine bağlı deformasyon veya şişme de göstermemektedir.

Expande polistiren – sert köpükEPS levhalarının montaj durumundaki durumu, gerçekleştirilen görsel inceleme sonunda hiçbir kısıtlama olmaksızın ‘çok iyi’ olarak tanımlanabilmektedir.

İzolasyon maddesi örnekleri söküldükten sonra, levhalar olası mevcut deformasyonlar bakımından incelenmiştir. Bunun haricinde EPS levhaların kalınlığı bir kaliper (kalınlık ölçer) ile ölçülmüştür.

Yapılan incelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Görsel incelemede, levhalarda şekilsel değişiklikler tespit edilememiştir.

Levhanın kalınlığı demonte halde 29 mm’dir. Kalınlık ölçümünde, çatı izolasyonunun kazınması ve levhanın tabandan sökülmesi esnasında levhanın üst ve alt tarafından polistiren partiküllerinin ayrılmış olduğu dikkate alınmalıdır. Buna göre, alınan örneklerin kalınlığının, expande polistiren – sert köpük levhalarının montaj durumundaki kalınlığı ile 31 yıllık kullanım süresinin ardından da aynı olduğu şüphe götürmez şekilde kabul edilebilir.

4. Münih’te bulunan Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü’nde yapılan incelemelerin sonucu

Münih’te bulunan Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü’nün inceleme raporları bu bilirkişi raporuna Ek 2 ve 3 olarak eklenmiştir. Nem oranı, yüzde 10 şişirilmede basınç gerilmesi, 80 ° C’de ve 0,02 N/mm² (DIN 18164 uygulama tipi WD) zorlanma karşısında şekil stabilitesi ile 70 ° C’de ve 0,04 N/mm² (DIN 18164 uygulama tipi WS) zorlanma karşısında şekil stabilitesi incelenmiştir. Ayrıca kuru durumda/halde 10° C’lik ortalama sıcaklıkta ısı iletkenliği incelenmiştir. Münferit inceleme sonuçları Ek 2 ve 3 olarak ekli bulunan inceleme raporlarında verilmiştir. Basitleştirme amacıyla bu bilirkişi raporunda sadece, inceleme raporları yardımıyla toplam 3 örnek üzerinde gerçekleştirilen nem oranı ve kuru brüt yoğunluk tayini üzerinden elde edilmiş olan ortalama değerler verilmiştir.

Kuru brüt yoğunluğun ortalama değeri 20,00 kg/m³’tür.Hacme yönelik yüzde cinsinden nem oranı ortalama yüzde 0,2’dir. Isı iletkenliğinin ortalama değeri 0,0362 W/m•K’dir.

DIN 52612’ye uygun olarak ısı iletkenliğinin test edilmesine ilişkin inceleme raporu aşağıda verilen özet değerlendirme ile son bulmaktadır:

Test edilen malzeme DIN 4108 ‘yüksek yapıda ısı izolasyonu’ talebini yerine getirmektedir.

İnşaat konstrüksiyonlarının ısı izolasyonunun hesaplanmasında hesap değeri 0,040 W/(m•K) ile kullanılmalıdır.

Bu sonuçlar, expande polistiren – sert köpük levhalarının 31 yıllık bir kullanım süresinin ardından izolasyon tabakasının işlevini kısıtlayan bir nem almadıklarını ispat etmektedir. Şekil stabilitesi ve ısı iletkenliği bakımından expande polistiren – sert köpük levhaları DIN 4108 ‘Yüksek yapıda ısı izolasyonu’ taleplerini kısıtlamasız olarak yerine getirmektedir.

5. Özet

Hem görsel inceleme hem de Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü'nde gerçekleştirilen laboratuvar incelemeleri, expande polistiren – sert köpük levhalarının, havalandırılmayan düz çatılarda ısı izolasyon tabakası olarak 31 yıllık bir kullanımın ardından da tam işlev kabiliyetine sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Burada dikkate alınması gereken husus, ısı izolasyon tabakası üzerine öngörölmüş olan çatı izolasyonunun ağır bir üst yüzey koruması (dökölen çakıl tabakası veya levha tabakası) tarafından korunmadığı ve bundan dolayı ısı izolasyon tabakasının termik bakımdan yüksek oranda zorlanmış olduğudur. Burada, eksi 30°C ile 80 °C arasında bir ısı farkının söz konusu olduğundan hareket edilmelidir.

Expande polistiren – sert köpük levhaları 31 yıllık bir dönem boyunca günlük ve dönemsel ısı farklılıklarına maruz kaldıkları kadar yaz aylarında izolasyon yüzeyi ısınmış halde iken örn. gök güröltülü, şimşekli ve yağmurlu fırtınadan dolayı şok şeklindeki soğumalara da maruz kalmışlardır.

Şu an itibariyle geçerli olan teknoloji kurallarına göre montajının yapılmasının zorunlu olarak öngöröldüğü buhar bariyerinin bulunmamasına rağmen izolasyon levhaları, işlevlerini kısıtlayacak nem almamışlardır.

Tüm bunlar nedeniyle son olarak ve özetleyecek şekilde, expande polistiren – sert köpük levhalarının alınan örnek kalitesinde ve şu anda geçerli olan teknoloji kuralları dikkate alınmak suretiyle düz ve eğimli çatı konstrüksiyonlarında ısı izolasyon tabakalarının üretimi için hiçbir kısıtlama olmaksızın kullanılmaya elverişli oldukları tespit edilebilir. Özellikle de 31 yıllık bir kullanım süresinin ardından hiçbir işlem kısıtlaması göstermemeleri de bunu ispat etmektedir.

6. Resimler :

Anlage 1 Blatt 1 zum Gutachten 411/86 vom 7. November 1986



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5

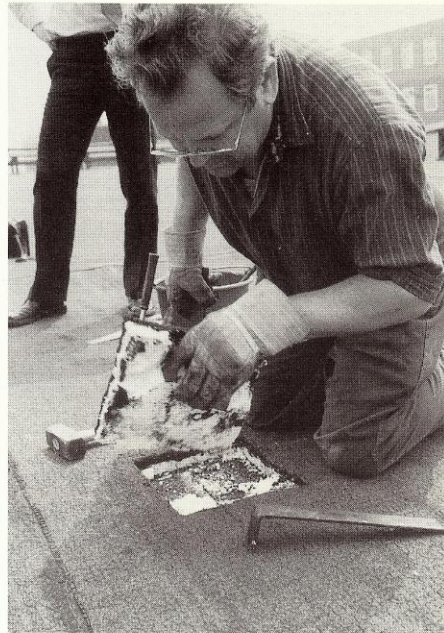


Abbildung 8



Abbildung 6



Abbildung 7

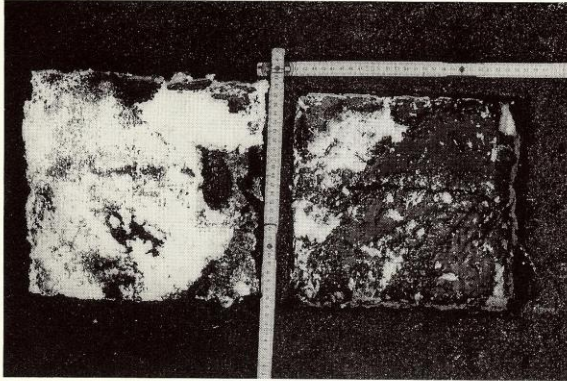


Abbildung 9



Abbildung 10



Abbildung 11

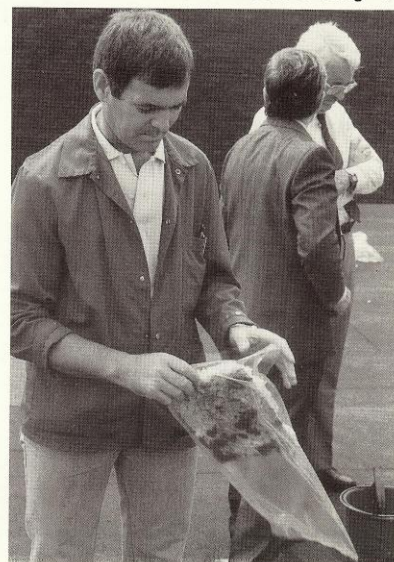


Abbildung 12

Resim 1, BASF firmasının Ludwigshafen’de bulunan işletme arazisi üzerindeki 618 numaralı binayı ve çatı alanının çevre profilini göstermektedir.

3 – 8 numaralı resimler örnek alım hazırlıklarını ve örnek alım işlemlerini göstermektedir.

Resim 9 bir örnek alım yerini göstermektedir.

10 ve 11 numaralı resimler yerinde gerçekleştirilen kalınlık ölçümü işlemini göstermektedir.

Resim 12 alınan örneklerin bunun için hazırlanmış olan polietilen – torbalarının içerisine paketlenmesi işlemini göstermektedir.

Bilirkişi raporu, yerinde inceleme randevusunda gerçekleştirilen incelemelere ve Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü’nün inceleme raporlarında belgelenmiş olan inceleme sonuçlarına dayanılarak hazırlanmıştır.

Bunun haricinde bu bilirkişi raporu, bu rapor altında imzası bulunan bilirkişiye, bu kişinin yaptığı yemin ile yüklenen objektiflik çerçevesinde ve bu bilirkişinin sahip olduğu en iyi düzeydeki bilgi ve inanç ile hazırlanmıştır.

MÜNİH ISI İZOLASYONU ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE VE İŞLETME TEKNİĞİNE YÖNELİK TESİSLERDE ISI VE NEM İZOLASYONU ALANINDA
ARAŞTIRMA VE İNCELEME/MUAYENE FAALİYETİ;
İZOLASYON MADDELERİNİN KALİTE KONTROLÜ ALANINDA İNŞAAT DENETLEME KURUMU TARAFINDAN KABUL
EDİLMİŞ TEST KURULUŞU;
MÜDÜRLÜK: YÜKSEK MÜHENDİS J. ACHTZİGER ve YÜKSEK MÜHENDİS H. ZEHENDNER

DIN 52612 UYARINCA ISI İLETKENLİĞİ ¹⁾

L-18/86 Test raporu No. F.2 – 351/86

Başvuru sahibi: Industrieverband Hartschaum e.V., 6900 Heidelberg 1
(Sert Köpük – Sanayi Birliği)

Örnek Alımı:

Yer: -

Tarih: 03.07.86

Türü: Başvuru sahibi tarafından gönderilmiştir.

Test edilen madde (tarifi): (başvuru sahibi tarafından verilen bilgiler uyarınca)

31 yıllık (yaşında) polistiren – partikül köpük

Test cihazı: İki levha usulü için 200 – mm – cihazı

Örneklere ilişkin bilgiler:

		Örnek	
		1	1
Uzunluk veya çap	m	0,197	0,198
Genişlik	m	0,197	0,198
Monte edilmiş haldeki kalınlığı	M	0,0125	0,0125
Kuru haldeki brüt yoğunluğu	kg/m ³	17,4	16,8
Kuru haldeyken alana yönelik kütle	kg/m ²	0,217	0,210
Kütleye yönelik nem oranı	%	0	0
Hacme yönelik nem oranı	%	0	0

Kurutma sıcaklığı: 70 °C

Kurutma türü: --

1) Test edilen malzeme bilirkişi raporunun düzenlendiği tarihten itibaren 4 hafta saklanır. Örnekler sadece talep üzerine ve masrafları başvuru sahibine ait olmak üzere geri gönderilir. Basılı evrakların suret halinde yayınlanmasına ya da basılı evraklarda yer alan test işareti atıfta bulunulmasına sadece araştırma enstitüsünün yazılı onayı ile izin verilir.

7 Kasım 1986 tarihli ve 411/86 numaralı bilirkişi raporuna ait Ek 2'nin 2. Sayfası

Ölçüm değerleri:

Ölçüm No.	Isıtıcı plaka tarafında örnek yüzeyinin ortalama sıcaklığı	Soğutucu plaka tarafında örnek yüzeyinin ortalama sıcaklığı	Ortalama sıcaklık farkı	Örneğin ortalama sıcaklığı	Ortalama ısı iletkenliği
	∂_{wm}	∂_{km}	$\partial_{wm} - \partial_{km}$	$\partial_m = \frac{\partial_{wm} + \partial_{km}}{2}$	λg
	°C	°C	°C	°C	$\frac{W}{m \cdot K}$
1	13,1	-0,9	14,0	6,1	0,0338
2	25,4	16,2	9,2	20,8	0,0362
3	36,5	25,7	10,8	31,1	0,0387

Isı iletkenliği:

Kuru haldeyken 10°C ortalama sıcaklıkta ısı iletkenliği	Tablo 1, Satır 15 uyarınca ilave/katma değer	İlave/katma değer Z ile $\lambda_{10, tr}$	DIN 4108 uyarınca hesap değeri
$\lambda_{10, tr}$	Z	λ_Z	λ_R
$\frac{W}{m \cdot K}$		$\frac{W}{m \cdot K}$	$\frac{W}{m \cdot K}$
0,0345	0,05	0,36	0,040

Değerlendirme: Test edilen malzeme DIN 4108 'yüksek yapıda ısı izolasyonu' talebini yerine getirmektedir.

İnşaat konstrüksiyonlarının ısı izolasyonunun hesaplanmasında hesap değeri 0,040 W/(m•K) ile kullanılmalıdır.

GRÄFELFING, tarih: 16.10.1986 H/Gr

Müdürlük adına:

(imza)

Yüksek Mühendis J. Achtzinger

(mühür)

İhtisas ve Malzeme Bölümü için:

(imza)

Yüksek Mühendis H. Hoffman

Açıklama: İnceleme hükümleri ile değerlendirme esasları, teknolojinin ulaştığı son seviyeye göre değişebileceğinden dolayı, 2 yıllık bir sürenin ardından bu belgeyi düzenleyen test kuruluşuna başvurularak uygulanan inceleme esaslarının geçerliliği hakkında bilgi alınması tavsiye edilir.

7 Kasım 1986 tarihli ve 411/86 numaralı bilirkişi raporuna ait Ek 3'ün 1. Sayfası

MÜNİH ISI İZOLASYONU ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE VE İŞLETME TEKNİĞİNE YÖNELİK TESİSLERDE ISI VE NEM İZOLASYONU ALANINDA
ARAŞTIRMA VE İNCELEME/MUAYENE FAALİYETİ;
İZOLASYON MADDELERİNİN KALİTE KONTROLÜ ALANINDA İNŞAAT DENETLEME KURUMU TARAFINDAN KABUL
EDİLMİŞ TEST KURULUŞU;
MÜDÜRLÜK: YÜKSEK MÜHENDİS J. ACHTZİGER ve YÜKSEK MÜHENDİS H. ZEHENDNER

İNCELEME RAPORU +)

Başvuru Sahibi: Industrieverband Hartschaum e.V. (Sert Köpük – Sanayi Birliği),
In der Unteren Rombach 6L, 6900 Heidelberg 1.
6900 Heidelberg 1

Başvurunun içeriği: Polistiren – partikül köpüğünün
nem oranının, brüt yoğunluğunun, basınç gerilmesinin, şekil stabilitesinin ve ısı iletkenliğinin
tayin edilmesi

Rapor No.: L 18/86
Düzenleme tarihi: 16.10.1986
Metin sayfası: 4
Resimler: --
Tablolar: ---

+) Raporun suret halinde yayınlanmasına sadece test kuruluşunun yazılı onayı ile izin verilir.

7 Kasım 1986 tarihli ve 411/86 numaralı bilirkişi raporuna ait Ek 3'ün 2. Sayfası

Münih Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü

2. Sayfa

Rapor No. L 18/86

1. Örnek Alımı

Malzeme başvuru sahibinden gönderilmiş olup test enstitüsüne 03.07.1986 tarihinde ulaşmıştır.

2. Test edilen Madde

Başvuru sahibi tarafından verilen bilgilere göre 31 yıllık (yaşında) olan expande polistiren – partikül köpük

3. Deney Hazırlığı ve Testin Uygulanması

Gönderilen örnek parçalarından ilk önce kare biçimde test örnekleri kesilmiş olup bunların ağırlıkları ve ebatları tayin edilmiştir. Ardından ağırlık sabitesine ulaşınca kadar 70 °C'de kurutma işlemi ile nem oranını tayin işlemi gerçekleştirilmiştir. % 10 şişirilmede basınç gerilmesi DIN 53421 uyarınca, şekil stabilitesi DIN 18164 uyarınca ve ısı iletkenliği DIN 52612 uyarınca tayin edilmiştir.

4. Deneý Sonuçları

4.1. Nem Oranı

Örnek No.	Kuru brüt yoğunluk kg/m ³	% cinsinden hacme yönelik nem oranı
1	19,2	0,009
2	20,7	0,024
3	21,8	0,034
4	19,6	0,009
5	18,9	0,015
Ortalama değer:	20	0,02

7 Kasım 1986 tarihli ve 411/86 numaralı bilirkişi raporuna ait Ek 3'ün 3. Sayfası
Münih Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü 3. Sayfa Rapor No. L 18/86

4.2. % 10 řiřirmede basınç gerilmesi

Örnek No.	Kuru brüt yoğunluk kg/m ³	5 10 řiřirmede basınç gerilmesi N/mm ²
1	22,4	0,110
2	22,2	0,095
3	21,2	0,083
4	20,8	0,076
5	22,6	0,094
Ortalama değer:	22	0,09

4.3. 80 °C'de ve 0,02 N/mm²'lik zorlanma karşısında şekil stabilitesi (DIN 18164 uygulama tipi WD)

Örnek No.	Kuru brüt yoğunluk kg/m ³	% cinsinden deformasyon
1	21,0	7,1
2	18,2	11,6
3	18,8	9,0
Ortalama değer:	19	9

7 Kasım 1986 tarihli ve 411/86 numaralı bilirkişi raporuna ait Ek 3'ün 4. Sayfası
Münih Isı İzolasyonu Araştırma Enstitüsü 4. Sayfa Rapor No. L 18/86

4.4 70 °C’de ve 0,04 N/mm²’lik zorlanma karşısında şekil stabilitesi (DIN 18164 uygulama tipi WS)

Örnek No.	Kuru brüt yoğunluk kg/m ³	% cinsinden deformasyon
1	21,2	25,8
2	19,7	29,9
3	18,8	36,0
Ortalama değer:	20	31

4.5. Kuru haldeyken 10 °C ortalama sıcaklıkta ısı iletkenliği

$$\lambda_{10, tr} = 0,0345 \text{ W/mK}$$

(FIW’nin F.2 – 351/86 numaralı inceleme raporuna da bakınız)

GRÄFELFING, tarih: 16.10.1986 H/Gr

Müdürlük adına:
(imza)
Yüksek Mühendis J. Achtzinger

(mühür)

İhtisas ve Malzeme Bölümü için:
(imza)
Yüksek Mühendis H. Hoffman