
Betonarme binalarda termal kütle kullanımı ile ilgili genel prensipler

Telif Hakkı:
European Concrete Platform ASBL, (Avrupa Beton Platformu ASBL)
Nisan 2009

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya daha başka yollar ile European Concrete Platform ASBL'nin öncelikli yazılı izni olmadan, hiçbir şekilde çoğaltılamaz, erişim sisteminde tutulamaz veya iletilemez.

Kitabın içeriği; European Concrete Platform ASBL tarafından hazırlanmıştır.

Editör: Jean-Pierre Jacobs
1050 Brussels, Belgium

Plan ve Grafik Tasarım
European Concrete Platform ASBL

Türkçe Baskıya Hazırlama ve Basım:
Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB)
CyberPark Cyber Plaza C Blok
Bilkent Ankara
www.tcma.org.tr

Mayıs 2010

Türkçe Kapak Grafik Tasarım
Gizem Buzacı / TÇMB

Bu belgede yer alan tüm bilgiler, baskıya girme tarihinde European Concrete Platform ASBL tarafından iyi niyetle doğru olarak kabul edilmiştir. European Concrete Platform belgelerindeki bilgiler üyeleri için hiçbir yükümlülük yaratmaz. Bilgilerin güncel ve doğru olması amaçlanmakla beraber European Concrete Platform ASBL bunları garanti edemez. Yanlışlıklar dikkate sunulduğunda düzeltme yapılacaktır. Bu belgede bulunan görüşler yazarlara aittir ve belge içindeki hiçbir görüşten European Concrete Platform ASBL sorumlu değildir. European Concrete Platform ASBL tarafından verilen tüm tavsiyeler veya bilgiler, anlamları ve içeriğin kısıtlamalarını değerlendirecek ve kullanım ve uygulama sorumluluğunu alacak kişilere yöneliktir. Bu tavsiye ve bilgilerden dolayı (ihmal de dahil olmak üzere) meydana gelecek herhangi bir kayıpla ilgili olarak hiçbir sorumluluk kabul edilmez. European Concrete Platform yayınları zaman zaman güncelleştirildiğinden okurlar en son baskıya sahip olduklarına dikkat etmelidirler.

Ön Kapak Resmi

“Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi”
Tasarımı ile günümüz mimarisinin modern yüzünü temsil eden ve inşaat teknolojisinin yeni uygulamalarından örnekler sunan Okul, Türkiye'nin ilk çimento meslek lisesidir.
(Fotoğraf – Ali Taptık, Türkiye)

İÇİNDEKİLER

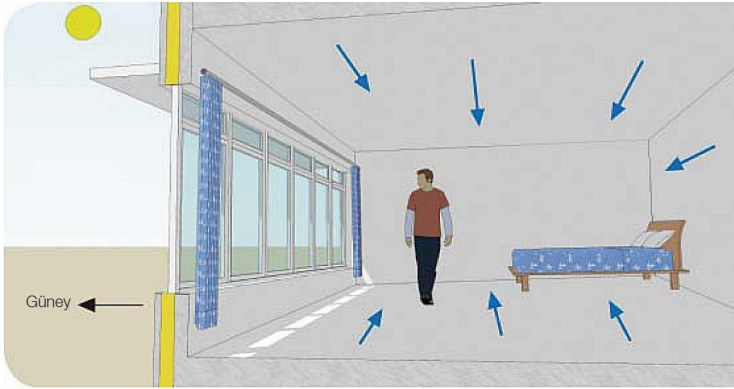
TERMAL KÜTLE - KONUTLAR İÇİN EN İYİ UYGULAMA REHBERİ	4
Soğutma.....	4
Isıtma.....	4
TERMAL KÜTLENİN YIL BOYUNCA KULLANIMI İÇİN TASARIM KONTROL LİSTESİ	5
Yönlendirme.....	5
Pencereler.....	5
Odaplanı.....	5
Gökyüzü görünümü.....	5
Dolaylı güneş ışığı kazanımları.....	5
Gölgelendirme.....	6
Termal kütle ve yalıtım.....	6
Duvarlar için tipik seçenekler.....	7
Havalandırma.....	7
Oturan kişinin kontrolü	7
Mimari görünüm.....	7
TERMAL KÜTLE - OFİSLER VE TİCARİ BİNALAR İÇİN EN İYİ UYGULAMA REHBERİ	8
Soğutma.....	8
Isıtma.....	8
Zeminler için tipik seçenekler.....	8
OFİSLER VE TİCARİ BİNALARDAKİ TERMAL KÜTLE İÇİN TASARIM KONTROL LİSTESİ	9
Pasif ve aktif sistemler.....	9
En uygun döşeme kalınlığı.....	9
Kontrol.....	9
Doğal aydınlatma.....	10
Gölgeleme.....	10
Proje planlaması.....	10
Döşeme Seçenekleri: Doğal havalandırmalı kirişsiz beton döşeme.....	12
Döşeme Seçenekleri: Alttan mekanik havalandırmalı beton döşeme.....	12
Döşeme Seçenekleri: Mekanik havalandırmalı boşluklu döşeme.....	13
Döşeme Seçenekleri: Su soğutmalı / ısıtılmalı döşeme.....	13
Döşeme Seçenekleri: Soğutulmuş kirişli döşeme.....	14
Dipnotlar.....	14

Betonarme ve yığma yapılarda termal kütle; sıcak havalarda rahat bir yaşam çevresi sağlamaya yardımcı olup, aşırı ısınma problemlerini azaltırken; daha soğuk havalarda güneş ışığından elde edilen ısıyı emer ve ısıtma enerjisi ihtiyacını düşürür. Her iki mevsimde de temel tasarım gereksinimleri birbirinden farklı olmamakla birlikte, daha ılık havalarda konutlar bütün yıl boyunca termal kütleden fayda sağlayacak şekilde dizayn edilebilmelidir. Kuzey Avrupa'nın büyük bir bölümü ve Birleşik Krallık, bu gibi bölgeler için örnek verilebilir. Termal kütlenin yararları ile ilgili durum çalışmalarına ve daha fazla bilgiye ulaşmak için;

www.cembureau.eu/default.asp?p=Case_studies01.asp adresini ziyaret ediniz.

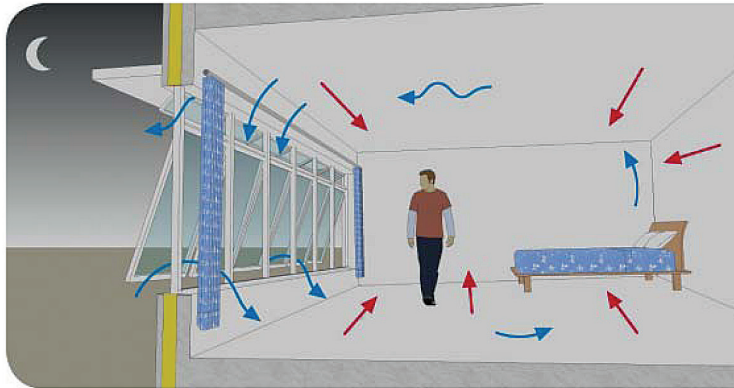
Soğutma - Sıcak havalarda, yığma ve betonarme binalardaki termal kütle içerideki ısı kazançlarını emecek, sıcaklığı stabilize etmeye yardım edecek

ve rahat yaşantı sağlayacaktır. Bunun nedeni, bina yapısının yüksek termal kapasitesinin, duvarların/ zeminlerin iç yüzey sıcaklıklarında yalnızca küçük bir artış ile büyük miktarda ısının emilebilir olmasına izin vermesindendir. Sonuç olarak, yüzey sıcaklığı günün büyük bölümünde ortam sıcaklığının altında kalarak sakinlerin hem ısı yayan hem de ısı ileten serinlemesi ile neticelenir. Geceleri duvarlar/zeminler tarafından emilen ısı, binayı havalandırmak için nispeten serin gece havası kullanılarak çıkarılır, evin aynı döngüyü ertesi gün tekrarlamasını da mümkün kılar. Aşırı ısıtmanın riskleri, güneşe bakan pencerelerin üstüne saçak yerleştirip günün en sıcak bölümlerinde güneşe karşı gölge oluşturarak azaltılabilir. Bu, pek tabii ki Avrupa'nın sıcak bölgelerinde iyi anlaşılmış bir yaklaşımdır, ancak aynı zamanda iklim değişikliği etkisi ile yaz sıcaklarının en üst düzeye çıkmaya başladığı diğer bölgeler için de giderek geçerli olmaya başlamıştır.



Yaz Günü

- Çok sıcak günlerde, sıcak havayı dışarıda tutmak için pencereler kapalı bulundurulmalıdır.
- Günün en sıcak bölümlerinde yüksek açıda güneş ışınlarını dışarıda tutabilmek için güney cephedeki saçaklar kullanılabilirler.
- Soğutma, zemin ve duvarlardaki termal kütle ile desteklenir.



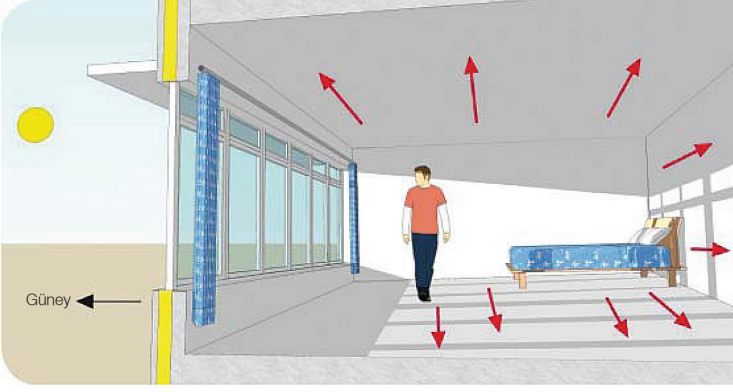
Yaz Gecesi

- Yapıyı serinletmek ve binayı havalandırmak için geceleri pencereler açık tutulur.
- Eğer başka bir sıcak gün bekleniyorsa, gündüz pencereler tekrar kapatılarak döngü başlatılır.

Çizim © The Concrete Centre

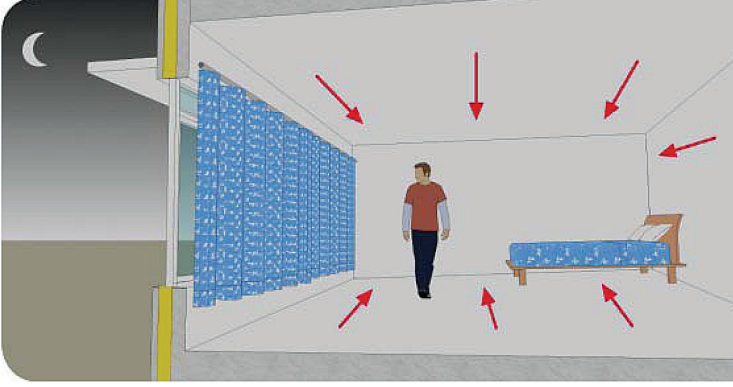
Isıtma – Isıtma mevsimi boyunca termal kütle, düşük açıda kış güneşi ışınlarının günün sıcak bölümünde güneşe bakan pencerelerden binanın içerisine girmesine imkan vererek yakıt gereksinimlerini düşürmek için kullanılabilir. (gölge saçaklar sadece yaz boyunca etkilidir) Güneş ışığı kazançları, zemin ve duvarlardaki

termal kütle tarafından emilir ve sonra da sıcaklığın azalmasıyla birlikte geceleri yavaşça açığa çıkarılır. Bu ısıtma ve soğutma döngüleri yazın kullanılan döngü ile benzerdir, farkı ise, güneş ışığı kazançları, kullanılabilir ısı olduğundan ısıtma sezonu boyunca arzu edilmektedir ve ısı kaybını en aza indirmek için geceleri pencereler kapalı tutulmaktadır.



Kış Günü

- Isıtma mevsimi boyunca, düşük açılı güneş ışığı güneye bakan pencerelerden ısıyabilir ve ısı da zemin ve duvarlar daki termal kütle tarafından emilir.
- Akşamları güneş battığında ve sıcaklık düştüğünde, ısı akışı ters yönde olur ve odanın içine geri döner.



Kış Gecesi

- Geceleri, ısı kaybını en aza indirmek için perdeler çekilir ve pencereler kapatılır.
- ısı, termal kütle tarafından açığa salınır ve tamamlayıcı ısıtma ayarlanarak sadece küçük bir miktar ısı kullanılır.
- Sabah olduğunda termal kütle sıcaklığının çoğunu salmış olacaktır ve sakinler de genel anlamda günün sonuna kadar tamamlayıcı ısıtmaya bel bağlamak durumunda olacaklardır.

Çizim © The Concrete Centre

TERMAL KÜTLENİN YIL BOYUNCA KULLANIMI İÇİN TASARIM KONTROL LİSTESİ

Yönlendirme - Konutlar, ısıtma mevsimi boyunca güneş ışığı kazanımlarını en üst seviyeye çıkarmak, ve yazın da saçaklar, balkonlar, güneş kırıcılar vs. kullanarak gölgelendirmeyi kolaylaştırmak için güneye doğru veya güneyin yaklaşık 30° içerisine doğru yönlendirilmelidir.

Pencereler - Başlıca konu ısıtma olduğunda, temel gereksinim güneye bakan pencerelerin görel olarak daha büyük, kuzeye bakan pencerelerin ise daha küçük olmasıdır (bir yıl süresince, kuzey yüzdeki pencerelerin genel olarak net bir enerji kaybı olur). Güney cephesindeki toplam cam alanının boyutlandırılması için camın yalıtım performansı, termal kütle seviyesi ve konut için temel tasarım gereksinimlerini içeren etkenler dizisinin hesaba katılması gerekecektir. Kış gecelerindeki ısı kayıpları, gündüzleri güneş ışığı kazanımlarından daha fazla olabileceği için çok büyük pencereler olumsuz etki yapabilir. Ayrıca yaz mevsimi boyunca aşırı ısıtma risklerine de yol açabilirler. Kabaca toplam pencere alanı, yeterli gün ışığı sağlamak için oda yüzölçümünün en az %15'i olmalı ve aşırı ısı kazanımı / kaybindan kaçınılmak isteniyorsa, cephe alanının %40'ını geçmemelidir¹. Daha geniş cam alanları üç tabakalı veya özel olarak kaplanmış yüksek performanslı camlar ile mümkün olabilir. Güney cephesinde büyük pencereler tercih edilmekle beraber normal olarak uygulanan cam alanları ile de önemli tasarruflar elde edilebilmektedir. Başlıca konunun soğutma performansı olması

halinde, daha küçük pencere alanları güneş ışığı kazanımlarını azaltacaktır; ancak yeterli gün ışığı için hala yeterli boyutta olmaları gerekmektedir.

Oda planı - Optimum pasif ısıtma için, en sık kullanılan odalar konutun güney cephesinde bulunmalıdır. Böylece ısıtma mevsimi boyunca güneş ışığı kazanımlarından en fazla yarar sağlanmış olacaktır. Banyolar, çamaşır odaları, koridorlar, depolar vs. kuzey cephede olmalıdırlar.

Gökyüzü görünümü - Isıtma mevsimi boyunca güneş ışığı kazanımlarını en üst düzeye çıkarmak ve düşük açılı kış güneşi ışığının saçakların altından doğrudan binanın içine girmesine imkan sağlamak için, güney cephede gökyüzünün görünümü nispeten daha açık olmalıdır. Gökyüzü görünümünün en üst seviyeye çıkarmak için, bitişik bina ve yapıların yarattığı engelin ufuktan ortalama 30° den büyük bir açı yapmasından kaçınılmalıdır: Engel açısının 30° üstündeki her yüzde artışı enerji kullanımında kabaca aynı yüzde artış ile sonuçlanır². Konutlarla ilgili yeni gelişmeler, uygun bir tasarımın benimsenebilmesi ve optimizasyonu için en iyi fırsatı sağlamaktadır.

Dolaylı güneş ışığı kazanımları - Doğrudan elde edilecek güneş ışınının miktarı engeller ile sınırlandırıldığında, bir miktar ısı yayınma ile bitişik binalardan gelebileceği gibi yerden (özellikle açık renkli yüzeylerden) yansıma ile de elde edilebilir. Pasif güneş ışınları tasarımının binaya sadece doğrudan girecek güneş ışınlarının miktarını en üst düzeye çıkarmayı amaçladığı düşüncesi sık rastlanan yanlış bir kanıdır.



Çizim © CIM Beton

Gölgeleme - Yaklaşık 0.5’den 1.5m’ye kadar olan (pencere yüksekliğine göre değişir) bir saçak, yaz mevsiminin en sıcak bölümünde yüksek açılı güneşi engelleyecektir. Isıtma mevsimi boyunca, saçaklar doğrudan konutun içine ışıyacak olan düşük açılı güneşi ise engellemeyecektir. Bu, kullanıcı kontrolü gerektirmeyen çok basit bir gölgeleme şeklidir, ancak diğer gölgeleme sistemleri, örneğin parlı kontrol sistemi ve soğuk havalarda panjurlar tarafından sağlanan ilave yalıtım gibi bazı ek yararları sağlayamamaktadır. Bu sebepten saçakların diğer gölgeleme sistemleri ile birlikte kullanılması yıl boyu performansları için en iyi uygulama olur..

Termal kütle ve yalıtım - Çoğu iklimde, hem termal kütle hem de yalıtım binaların termal performanslarını en iyi şekilde kullanabilmek açısından önemli etkenlerdir. Termal kütlenin yalıtımla ilişkili olarak yerleştirilmesi belirgin olarak farklı sonuçlar doğuracaktır. Ağır duvar, zemin ve tavanların iç yüzeyleri ısıyı emmelerine yardımcı olmak üzere mümkün olduğu kadar yalıtımsız bırakılmalıdır. Alçı panel ve halı gibi iç kaplamalar ısıнын akışına karşın bir çeşit yalıtım tabakası gibi bariyer görevi yaparlar. Dış duvarlarda yalıtım, beton/ yığma iç bölümlerinin arkasına yerleştirilmelidir. Bazı beton duvar yapımlarında termal boşlukla birlikte içten yalıtım uygulanabilir; ancak bu tür yapılarda beton döşeme kullanarak hala önemli düzeyde bir termal kütle elde etmek mümkündür. Termal kütleyi en üst düzeye çıkarmanın kolay yolu boya, karo ve sıva gibi kaplamalar kullanarak beton döşeme ve duvarların mümkün olduğu kadar ısıya

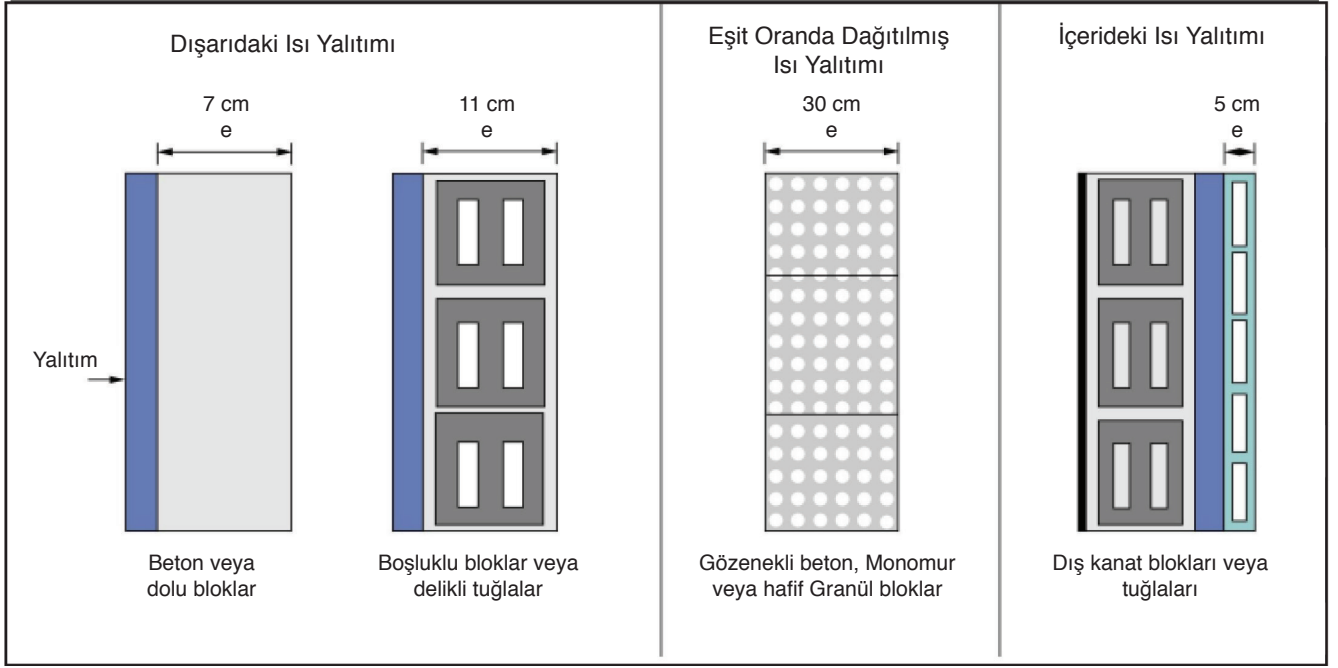
açık halde bırakılmasıdır.

Başlıca konunun soğutma olduğu daha sıcak iklimlerde, termal kütle bir başka fonksiyonu yerine getirir: İç kaynaklardan ve pencerelerden gelen ısı kazanımlarını emmeye ek olarak (daha önce ifade edildiği gibi), aynı zamanda dış duvarlar ve çatılar yoluyla gelen ısıнын iletimini yavaşlatır ve azaltır. Ağır malzeme kullanılarak yapılan inşaat özellikle bu bakımdan iyidir. Kazanımlar yeterli düzeyde ertelenirse, aşırı ısınma riskinin azalacağı akşam/gece vaktine kadar hissedilmeyeceklerdir ve daha serin gece havası iç yüzeylerin bir miktar daha yüksek olan sıcaklığını dengeleyecektir. Bu etkiden tam bir yarar sağlamak için amaç, tasarımı uygun zaman aralığı (geciktirme, erteleme) için yapmak olmalıdır.

Doğu cephesi duvarları için genellikle en iyisi çok kısa veya çok uzun ertelemelerdir. Ancak, uzun erteleme kullanışlı olmayabilecek çok kalın bir duvar gerektirir. Güney cephesi duvarları için 10-12 saatlik bir zaman aralığı gün ortası ısını akşama/geceye kadar erteleyecektir. Aynı geciktirme veya daha azı (8 saat), gün batımına sadece birkaç saat kalan batı cephesi duvarları için de uygundur. Kuzey cephesi duvarlarının, güneş ışığı kazanımı küçük olduğundan fazla bir zaman aralığına ihtiyaçları yoktur. Bütün gün güneş ışığına maruz kalan çatılardan ısıнын içeri geçmesini akşama kadar geciktirmek için zaman aralığının çok uzun olması gerekir. Ancak bu da çok ağır malzeme kullanımı gerektireceğinden çoğunlukla pratik olmaz ve ilave yalıtım kullanımı genellikle daha iyi bir seçenek olur³.

Duvarlar için tipik seçenekler

Duvarlar



Çizim © CIM Beton

Havalandırma - Yaz mevsiminde en uygun performans için odalar geceleyin serinlemede özellikle etkili olan çapraz havalandırmayı mümkün kılacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu da, hava akışını en üst düzeye çekmek için pencereleri odaların bitişik duvarlarına yerleştirerek yapılır. Aynı duvarda bulunan bir veya daha fazla pencereden girip çıkan tek yönlü havalandırma fazla etkili olmamakla beraber küçük odalar için, özellikle pencereler açıldıklarında geniş bir serbest alan sağlıyorsa, yeterli olmaktadır. Gece soğutması için en uygun havalandırma oranı, konutun belirli karakteristiklerine bağlıdır, ancak maksimum etki için saatte 10'a kadar hava değişimi olmalıdır. Daha sık hava değişimleri soğutma hızını sadece kısıtlı olarak yükseltebilir. Bunun sebebi, soğutma hızının havanın iç yüzeylerle temas süresi ile de ilişkili olmasıdır; daha sık hava değişimleri daha kısa temas sürelerine yol açar.

Oturan kişinin kontrolü - Sıcak günlerdeki temel kontrol stratejisi, sıcak havanın eve girmesini önlemek için pencereleri kapalı tutmaktır ve gölgelendirme de doğrudan gelen güneş ışığı kazanımlarını sınırlandırır. Soğutma, termal kütle tarafından sağlanır. Akşamları, dış ortamın havası içteki sıcaklığın altına düştüğü zaman pencereler açılarak binanın gece havalandırması ve soğutması sağlanır. Isıtma mevsimi boyunca, pencereler kapalı tutulur, havalandırma havanın süzülme deliklerinden çıkması veya diğer bazı kontrollü arka plan havalandırmaları ile sağlanır. Gerektiğinde geceleri pencerelerden ısı kaybını azaltmak için panjurlar, güneş kırıcılar, perdeler vb. kullanılabilir.

Mimari görünüm - Pasif güneş ışığı tasarımı ve termal kütlenin kullanımının, aykırı ve şehrin görünümüne uymayan konutların yapımına yol açtığı şeklinde yaygın ve yanlış bir kanı vardır. Ancak, durum böyle değildir ve pasif güneş ışığı özellikleri mevcut konut tasarımları içinde görünüm, maliyet veya pazarlanabilirlikte önemli değişiklikler yapmadan yer alabilir ⁴.

Ofislerde ve ticari binalarda pasif soğutma için gerekli termal kütle beton kullanılarak sağlanması, yerleşmiş bir yaklaşımdır, aynı zamanda binaların yapısal ve görsel kalitesini de artırır. Kütle genellikle, alt yüzeyi açık olan ve/veya altında bir havalandırma sistemi bulunan döşeme plağı ile sağlanır. Döşeme, ısıyı emen geniş bir hacim olarak cihazlar ve ışıklandırma vb.gibi yerlerden gelen oldukça yüksek iç ısı kazanımlarını dengeler. Diğer yüksek termal kütle binalarında olduğu gibi, iç mekanın ortam havasının değişimine uyumu yavaş olur ve sıcak havalarda koşulları dengeler. Buna çıplak betonun görelî olarak düşük ısıtım sıcaklığı da yardımcı olur. Bu suretle konforlu bir çalışma ortamı sağlanır ve normalde katlanılamayacak kadar yüksek sıcaklıklara da katlanmak mümkün olur.

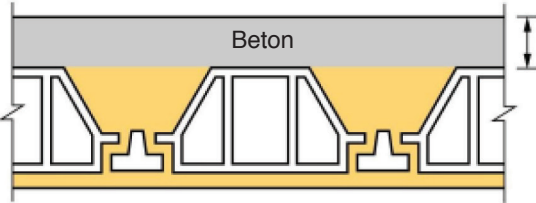
Soğutma - Termal kütle, iç ısı kazanımlarını emerek en yüksek sıcaklıkları düşürmesine ilaveten, bu sıcaklıklara ulaşımı da altı saate varan sürelerde geciktirir. Bu, bilhassa ofislerde doruk sıcaklığın

genellikle akşamüzeri veya akşamları, çalışanlar gittikten sonra, meydana gelmesinden ötürü yararlı olmaktadır. Bu noktada güneş ışığı kazanımlarının büyük ölçüde azalması ve oturan kişiler, cihazlar ve ışıklandırma tarafından daha az bir ısıya ortaya çıkarılması ile ısıtma döngüsü tersine çevrilmiş olur. Gece ilerledikçe dış hava sıcaklığındaki düşüş, gece havalandırmasının birikmiş ısıyı ortadan kaldırmasında etkin bir rol oynar, böylece serinletme döngüsü ertesi gün de devam edebilir.

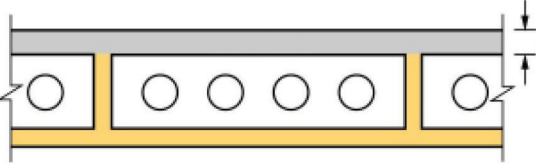
Isıtma - Işıklandırma, cihazlar ve insanlardan dolayı içeride oluşan önemli ısı yüklenmesinin sonucu olarak soğutmanın ısıtmaya oranı ofislerde ve ticari binalarda yüksek olmak eğilimindedir. Bu durum, termal kütle için yaz mevsimi performansını bu gibi ortamlarda ana faktör haline getirir. Isıtma için pasif güneş ışığı tasarımının etkinliği ofis ortamının genellikle gündüz ile sınırlı olan kullanım yapısı ile de sınırlandırılabilir. Bununla birlikte, temel tasarım kuralı, aşırı ısıtma risklerini gereğinden fazla arttırmadan, gün ışığını en üst düzeye çıkarmakta kullanılabilir.

Zeminler için tipik seçenekler

Kirişli ve boşluklu blok zemin



Boşluklu plak



Beton zemin plakları



Yerinde döküm



Çizim © CIM Beton

OFİSLER VE TİCARİ BİNALARDAKİ TERMAL KÜTLE İÇİN TASARIM KONTROL LİSTESİ

Pasif ve aktif sistemler - İyi gölgelenmiş, oturan kişi sayısı düşük olan binalarda, termal kütlelerin ve pencereden gelen doğal havalandırmanın birleşimi, rahat iç koşullar sağlamak ve aşırı ısınma problemlerini engellemek açısından yeterli olabilmektedir. Daha fazlasına ihtiyaç duyulan ortamlarda, soğutma kapasitesini yükseltmek ve yıl boyu kontrolü geliştirmek için ek olarak mekanik havalandırma gerekebilir. Bu da çoğu kez , yıl boyunca pasif ve mekanik havalandırmayı en iyi şekilde kullanan ‘karma- sistem’ biçimini alacaktır. Bir diğer seçenek ise termo-aktif beton olarak da bilinen, soğutma performansını en üst düzeye çıkarmayı sağlayan ve normal su kaynaklarından faydalanan su - soğutmalı döşeme plağıdır. Alışılmış klimadan tamamen vazgeçilemediği ortamlarda termal kütle soğutma yükünü, sistemi çalıştırmanın daha ucuz olduğu gece vaktine kaydırarak enerji tüketiminin önemli derecede azalmasını gene de sağlayabilir.

En uygun döşeme kalınlığı - Döşeme plakları tipik olarak termal kütlelerin büyük bir bölümünü sağlayacak ve genellikle kalınlıkları soğutma performansını belirleyecektir. Kalınlıklar büyük ölçüde döşeme açıklıkları ve yükler tarafından belirlenmekle birlikte aşağıdaki hususlar da dikkate alınmalıdır:

- Genellikle normal bir 24 saatlik ısıtma ve soğutma döngüsü boyunca ısının, betonun 100mm’ye kadar içine işleyeceği kabul edilir. Ancak, örneğin sıcak hava döneminin uzaması gibi nedenlerden kaynaklanan daha uzun döngülerde, betonun ısıyla doymuş hale gelmesini geciktirmek veya önlemek için daha fazla ısı kapasitesi gerekeceğinden büyük kalınlıklar yararlı olabilir.
- Üst ve alt yüzeyleri ısıya açık bir döşemede (örneğin alt yüzeyi yalıtımsız ve alttan havalandırılmalı) ısı transferi için yüzey alanı iki kat arttığından 100mm den çok daha büyük döşeme kalınlığı uygulanabilir.
- Döşeme plağının üst yüzeyinde ısı akışına yer verilmesine ilaveten , döşeme altı havalandırmasını döşeme oşluklarında türbülanslı hava oluşturacak şekilde düzenleyerek soğutma hızının artması ve ısının üst yüzeye doğru daha fazla işlemesi sağlanır.
- Döşemelerin şekillendirilmiş alt yüzeyleri (örn: gömme, oluklu, dalgalı yapı vb.) artan yüzey alanı dolayısı ile konvektif ısı transferini geliştirerek genel soğutma performansını olumlu etkiler.

Yukarıdaki maddeler ışığında, döşeme alt yüzeyleri açık ve döşeme altları havalandırılmalı binalarda 250 mm veya daha fazla kalınlıktaki beton döşemenin termal kütlelerinden yararlanmak çoğu kez mümkün olacaktır.

Kontrol - Gece soğutmasında ortam koşullarından en iyi şekilde yararlanılmalı, ancak aşırı soğutmadan kaçınılmalıdır. Aksi takdirde gün başlarken duyulacak rahatsızlık nedeni ile mekanın tekrar ısıtılmasına ihtiyaç duyulabilecektir. Fanların kullanacağı enerjiyi enaza indirebilmek için karma-sistem mümkün olan hallerde yerini doğal havalandırmaya bırakmalıdır. Bu hedeflere ulaşmak için kendi yaklaşımlarında çeşitlilik gösteren birçok farklı kontrol stratejisi kullanılabilir. Bununla birlikte, Birleşik Krallıkta BSRIA5 tarafından yapılan bir araştırmaya göre çoğu kez karmaşık kontrol stratejilerine gerek yoktur. Ancak, gece soğutmasını başlatacak kontrol ayar noktasının (sıcaklığının) dikkatle belirlenmesinin çok önemli olduğuna işaret edilmektedir. Gözlemlere ve bilgisayar simülasyonu kullanılan başka araştırmalara dayanarak, BSRIA Birleşik Krallık için aşağıdaki gece soğutması stratejilerini önermiştir (diğer iklimlerde ayar noktalarını değiştirmek gerekebilir):

1. Gece soğutmasını başlatmak için aşağıdaki kriterlerden birini veya bir kombinasyonu seçin:

- Ortamdaki en yüksek sıcaklık (her yerde) > 23°C
- Ortamdaki ortalama gündüz sıcaklığı (her yerde) > 22°C
- Öğleden sonra dışardaki ortalama hava sıcaklığı > 20°C
- Döşeme sıcaklığı > 23°C

2. Aşağıdaki koşulların sağlanması halinde gece soğutmasına devam edilmelidir:

- Ortam sıcaklığı (her yerde) > dışardaki hava sıcaklığı (eğer mekanik havalandırma kullanılıyorsa fan payı ilave)
- Ortam sıcaklığı (her yerde) > ısıtma ayar noktası sıcaklığı
- Dışardaki en düşük hava sıcaklığı > 12°C

3. Gece soğutması devreye sokulmalıdır (imkan dahilinde bulunan):

- Günler: haftada yedi gün
- Süre: oturan kişilerin bulunmadığı bütün süreler
- Duraklama: eğer gece soğutması beş gece veya daha fazla çalıştıysa, harici hava sıcaklığı kontrol ayar noktası altına düştükten sonraki iki gece daha devam etmelidir

Doğal aydınlatma - Çıplak beton tabanı, bina cephesi ile birlikte tasarlandığında gün ışığının iyi bir şekilde nüfuz etmesini sağlamada yardımcı olabilmektedir. Amaç; aşırı derecede parıltı ve gün ışığı ısı kazanımına meydan vermeden mekandaki güneş ışığını en üst seviyeye ulaştırmaktır. Yüksek pencere başlığı, ışığın tavandan yansıyarak uzak çevreye kadar yayılmasını sağlar. Döşemelerin gün ışığına paralel olarak tasarlanmış kırımları veya tabanlarındaki çıkıntılar, ışığın içeriye nüfuz etmesini arttırabilir. Döşemelerin salon veya pencereler yönünde yukarıya doğru hafifçe eğimli olması da performansı arttıracaktır. Doğal aydınlatmaya yardımcı olmalarına ilaveten, profilli döşemeler, kontrast alanları yaratıp oda geometrilerinin belirlenmesine yardımcı olarak aydınlatma tasarımına pozitif bir görsel bakış açısı sağlayabilirler. İdeal olarak en az %70-%80 gibi yüksek yüzey yansıtması elde edilmelidir ve parlaklık faktörü de lambaların görünür olmalarını engellemek için %10'dan fazla olmamalıdır. Bunu elde etmek için de son kat boyada beyaz emülsiyon kullanımı özellikle etkili olacaktır ve yaygın bir şekilde kullanılan uygun maliyetli bir çözüm sağlayacaktır. Bir başka seçenek de, beton karışımında beyaz çimento kullanarak genellikle bakım gerektirmeyen açık renkli yüzeyler oluşturmaktır. Beyaz çimento ile yapılmış sıvasız döşeme tabanı, düzgün olabilmesi için yüksek standartta bir döküm ve kalıp işçiliği gerektirir.

Gölgeleme - Bina içindeki perde veya panjurlar güneş ışığı radyasyonunu önce engelleyip emerler ve sonra da önemli bir bölümünün odanın içine yeniden ışınmasını sağlarlar. Dolayısıyla, yalnızca gölgeleme amacıyla kullanıldığında, pasif olarak soğutulan binalarda güneş ışığı kazanımlarını zayıflatmada genellikle yetersiz kalırlar. Bu problemi azaltmak için esas gölgeleme ideal olarak dıştan yapılmalıdır. Cam teknolojisindeki son gelişmeler, daha uzun-dalga boyu olan güneş ışığı ısı ile daha kısa dalga boyu olan görünür ışık arasında ayırım yapabilen kaplamalar sağlamaktadır. Bu faydalıdır, ancak anılan dalga boyları arasında önemli çakışma olduğundan bu teknolojinin ısı kazanımını sınırlamada kullanımı da sınırlı olacaktır. Binanın güney cephesindeki yatay saçaklar ve çıkıntılar yaz ortasında yarar sağlarlar, ancak gerçekten derin olmazlarsa,

güneşin gökyüzünde daha alçaktan geçtiği ilkbahar ve sonbaharda etkileri azalacaktır. Buna çare olarak ve biraz da parlama kontrolü sağlamak için, dışardaki sabit gölgeleme ile ayarlanabilir panjur sistemlerinin kombinasyonu iyi bir çözüm olarak düşünülebilir.

Proje planlaması - Projelerde yüksek bir termal kütle çözümü, tasarım ekibi için geçerli olan geleneksel sorumluluklar ve sınırlamalar açısından bir yeniliktir. Döşeme plağı sadece yapısal olmaktan çıkarak estetik, ışıklandırma, akustik ve termal performans dahil olmak üzere bir dizi tasarım kriterini etkileyen bir unsur olmaktadır.

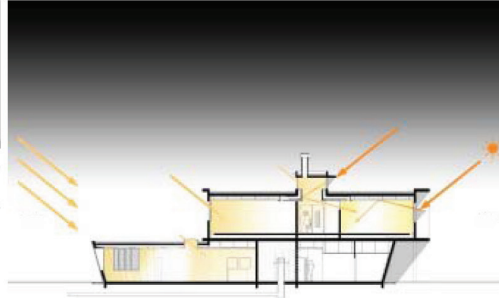
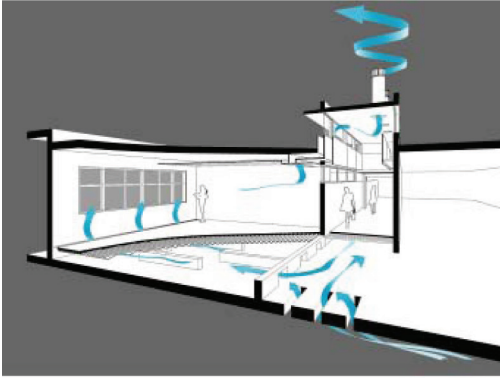
Yüksek termal kütle projesinin başarılı olması için tasarım ekibinin yeterli zamanı olacak şekilde erkenden oluşturulması ve aşağıdaki hususlarda anlaşma sağlanması gerekir:

- Pasif soğutma stratejileri ile bağlantılı olan ek görevler, birleşmiş ve tanımlanmış olacaktır. Örneğin, yüksek termal kütle projelerinde tasarım değerlendirmesi ve bitmiş binanın kontrolü için Sayısal Sıvı Dinamiği (CFD) kullanılması çok olası bir koşuldur.
- Bina yapımında mühendis ve mimarın sorumlulukları belirgin olarak ayrılmış olmakla beraber, yüksek termal kütledeki binalarda tarafların rolleri arasında daha çok çakışma yaşanır ve bu nedenle sorumlulukların karışması potansiyeli yüksektir.
- Soğutma çözümünün son performansını etkileyecek konularda inşaat ve tesisat mühendislerinin görüşleri ile mimarların görüşlerine eşit ağırlık verilmelidir. Sadece estetik hususlara öncelik verilirse termal kütlede soğutma veriminin artırılması fırsatları kaybedilebilir.

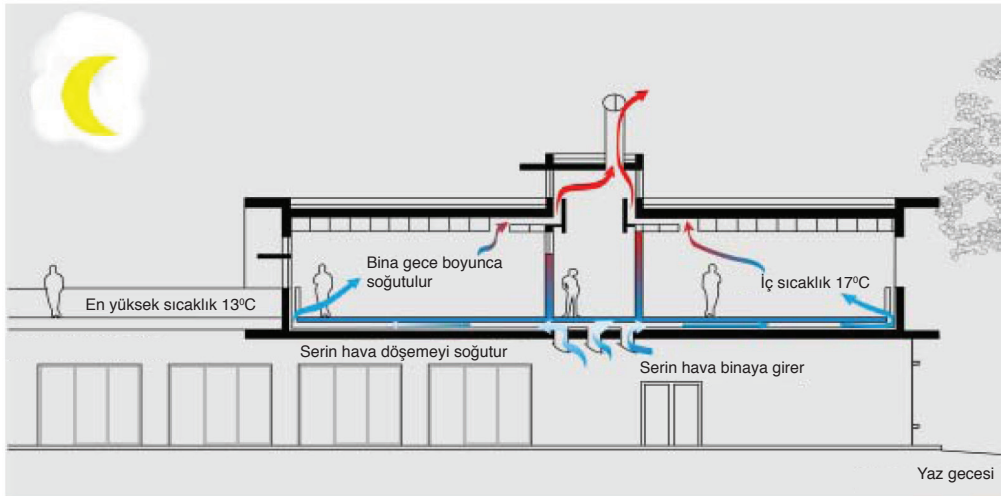
Soğutma için termal kütle kullanma seçeneği düşünüldüğünde bunun tasarımın bütünleyici bir bölümünü oluşturduğu dikkate alınmalı ve bununla ilgili anahtar kararlar, binada önemli bir mimari tasarım çalışması başlamadan önce muhakkak alınmalıdır.



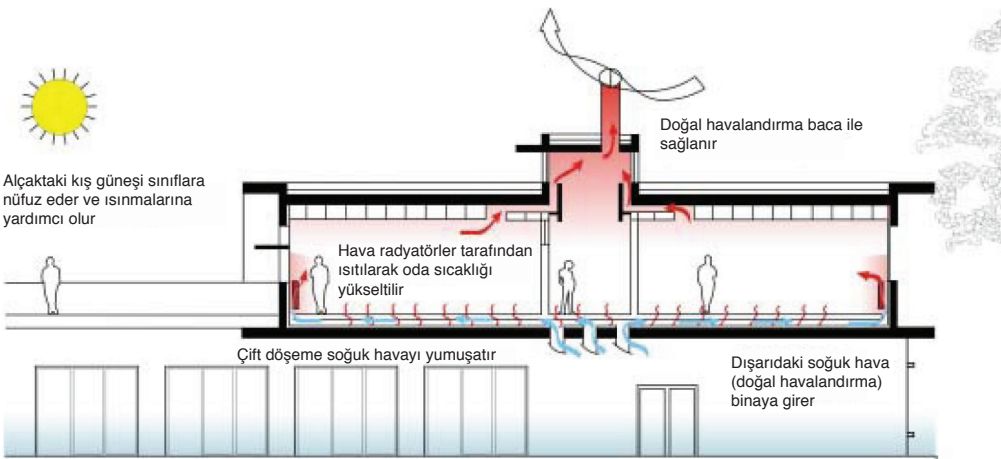
Bu sayfadaki çizimler:: Lycee du Pic-Saint-Loup (School of Pic-Saint-Loup) Mimar: Pierre Tourre
Proje Müdürü:: Serge Sanchis
Fotoğraflar: © Abbadie



Doğal aydınlatma



Yaz gecesi



Kış günü

Döşeme Seçenekleri: Doğal havalandırmalı kirişsiz beton döşeme

- Kirişsiz beton döşeme plakları hızlı ve kolay olarak yapılabilir. Yaklaşık 9 metreye (art germe ile 13 m) kadar olan açıklıklarda ekonomiktir. Ayrıca yüksek derecede termal kütle sağlamanın da en kolay yoludur. Açılabilen pencerelerden gelen doğal havalandırma ile birlikte kullanıldığında, döşeme ortalama 15-20W/m² civarında soğutma sağlar.

Profilli / kaset döşemelerde artan yüzey alanı termal performansı yükseltir. Bu durumun radyan ısı transferi üzerinde küçük bir etkisi olurken, yüzey alanındaki artış bazı durumlarda 6 ikiye katlanabilen konvektif ısı transferini yükseltir. Bu tip döşemelerin soğutma kapasitesi, genel olarak 20-25W/m² kadar olur. Estetik kalitelere ilaveten, profilli / kaset döşemeler gün ışığının nüfuz etmesini en üst düzeye çıkarmakta yardımcı olurlar ve geliştirilmiş akustik kontrol sağlarlar.

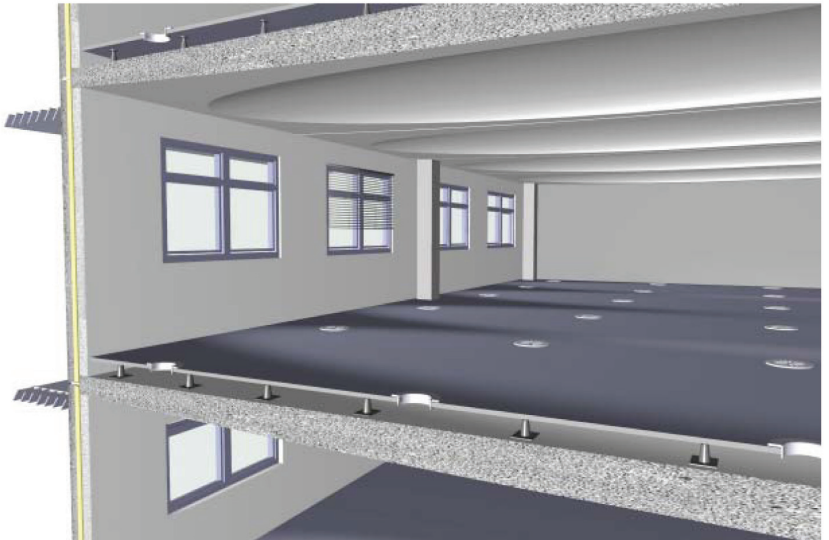


Çizim © The Concrete Centre

Döşeme Seçenekleri: Alttan mekanik havalandırmalı beton döşeme

- Ofis binalarında tesisat geçişi için döşemelerin yükseltilmesi genellikle zorunlu kabul edilir ve bundan döşeme altı boşlukları yoluyla havalandırma sağlamak için de yararlanılabilir. Bu da kanal işlerinin azaltılmasına ve çıkışların organizasyon değişikliklerine uygun olacak şekilde yeniden yerleştirilmelerine yardımcı olur. Bu tekniğin bir başka faydası da, döşemenin üst yüzeyi ile hava arasında doğrudan temas kurulması ve böylece döşemenin üst bölümündeki termal kütlenin kullanılmasına imkan verilmesidir (bkz. 'En uygun plak kalınlığı'). Çoğunlukla olduğu gibi, profilli bir alt yüzey ile kullanılırlarsa,

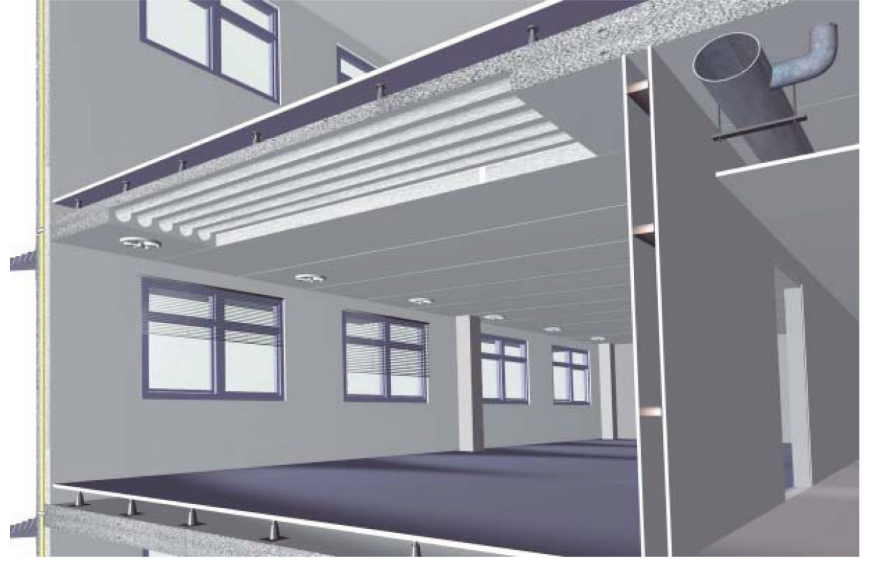
döşemelerin toplam soğutma kapasitesi 25-35W/m² kadar olacaktır.



Çizim © The Concrete Centre

Döşeme Seçenekleri: Mekanik havalandırmalı boşluklu döşeme

- Ön dökümlü, boşluklu döşemeler, boşluklardan sağlanan mekanik havalandırma sayesinde, hava ile beton arasında mükemmel bir ısı transferi ve dolayısı ile, $40W / m^2$ ye kadar varan soğutma kapasitesine olanak sağlar. Performansı, ısıtma dönemi boyunca da çok iyi olduğundan, boşluklu döşemenin ısıtma ve soğutma için yıl boyunca kullanımı uygun bir tasarım seçeneğidir. Bu teknik İsveç’de geliştirilmiş olup «Termodeck» marka adı ile pazarlanmıştır. Ayrıca, düşük enerjili yüzlerce binada kullanılmıştır.



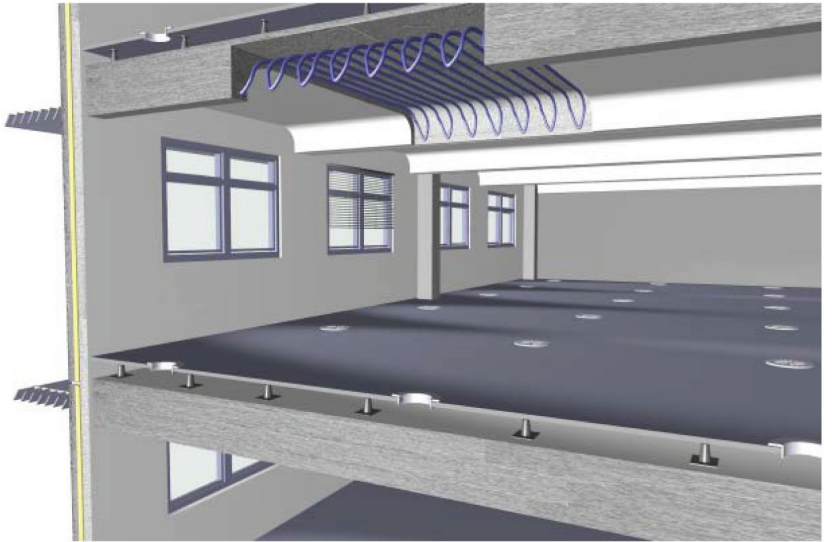
Çizim © The Concrete Centre

Döşeme Seçenekleri: Su soğutmalı / Isıtmalı döşeme

- Döşeme plaklarını soğutmak için hava yerine su kullanılması ısı transferi oranını önemli ölçüde artırır ve daha yüksek soğutma kapasitelerinin elde edilmesini sağlar. Gece havalandırmasının belirsizlikleri ve sınırlı süresi söz konusu olmadığından, su soğutmalı plaklar daha güvenilir ve gerekirse günde 24 saat sürdürülebilir bir verim sağlar. Sistem genel olarak, döşeme yüzeyinin 50mm kadar altında gömülü polibütilen borulardan yaz mevsimi boyunca ortalama $14-20^{\circ}C$ ve ısıtma sezonu boyunca da $25-40^{\circ}C$ sıcaklıkta suyun dolaştırılmasını içerir. Teknoloji yerinde dökme veya ön dökümlü döşemelerde aynı kolaylıkla uygulanabilir ve $60-80W/m^2$ civarında soğutma kapasitesi sağlayabilir.

Su soğutmanın etkisi oldukça hızlıdır, su akışı sıcaklığındaki bir değişiklik yaklaşık 3 dakika içinde döşeme yüzeyinde fark edilebilir bir etki yapar. Bu da, diğer sistemlerde kolayca elde edilemeyecek bir kontrol düzeyi sağlar. Uygulama yönünden döşeme sıcaklığının düzgünlüğü garanti altına alınmış ve meydana gelebilecek aşırı ısınma önlenmiş olur. Soğutulmuş su sağlamak için; mekanik soğutma, doğal su kaynakları veya ikisinin

kombinasyonu gibi seçenekler kullanılabilir. Nispeten yüksek olan soğutulmuş su sıcaklığı (yoğunlaşma oluşumunu engellemek için gerekir), nehirler, göller ve kuyular gibi kaynaklardan su kullanımına olanak sağlar.



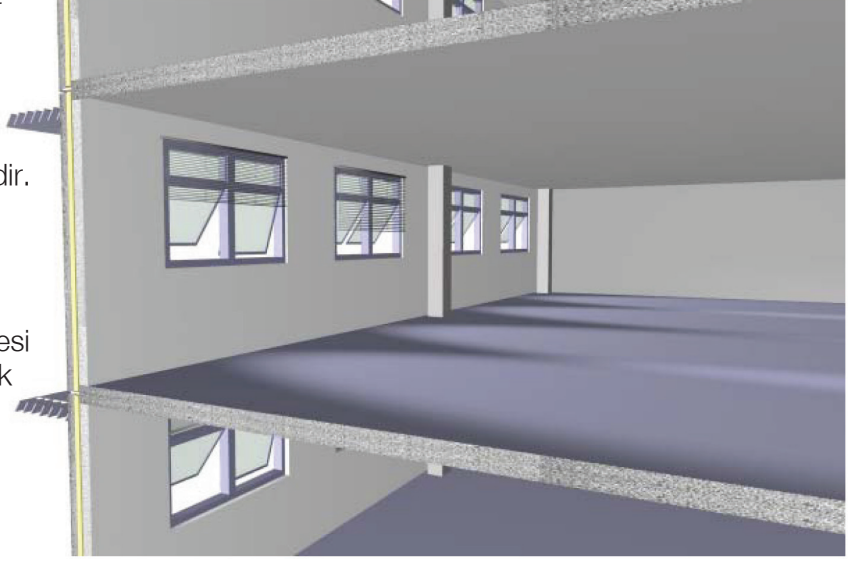
Çizim © The Concrete Centre

Mekanik soğutma aynı zamanda, doğal kaynakların bir seçenek olmadığı yerlerde kullanılır. Termal kütle, tesis için gerekli maksimum soğutma yükünü azaltacağından soğutma tesisi nispeten küçük olabilir ve yatırımdan tasarruf sağlar.

Döşeme Seçenekleri: Soğutulmuş kirişli döşeme

- Son yıllarda, alt yüzeyi çıplak beton döşeme plaklarının soğutulmuş kirişlerle birlikte kullanımı hem yeni hem de yenilenen projelerde giderek yaygınlaşan bir çözüm haline gelmiştir. Özellikle, çok amaçlı soğutulmuş kirişler çok sayıda mimar ve müşteri tarafından benimsenmektedir. Bunun nedeni montaja hazır bir sistem kullanarak tavanda yer alacak tesisatın azaltılabilmesi, hatta gerekirse asma tavan ihtiyacının tamamen ortadan kaldırılabilmesidir. Soğutulmuş kirişlerin bir başka ana özelliği, termal kütlenin pasif soğutmasını takviye ederek binanın dokusu ile beraber çalışabilmeleridir. Soğutulmuş kirişlerin en yüksek soğutma verimi, döşeme termal kütlesi ve eğer havalandırma varsa potansiyel olarak havalandırma sistemi tarafından sağlanan ek soğutma ile 100-160W/m²' kadardır. Havalandırma esasen ayrı bir husustur, genellikle doğal havalandırma olarak veya zemin altından karma - sistem ile uygulanır. Kirişler tipik olarak 14°C ve 18°C arasındaki soğuk veya soğutulmuş su ile çalıştırılır; göller ve kuyular gibi su kaynaklarından yararlanma potansiyeli sunar. Termal kütleden pasif soğutma normal yollardan sağlanır; toplam soğutma kapasitesini arttırmak için

gündüz boyunca çalışan soğutulmuş kirişlerden yararlanır. Özellikle doğal su kaynakları kullanan bazı kuruluşlarda, sıcak havalarda kirişleri gece boyunca da çalıştırarak havalandırmanın sağladığı gece serinliğini takviye etmek faydalı olabilir.



Çizim © The Concrete Centre

Dipnotlar

¹ Thermal mass for Housing, The Concrete Centre, 2008

² Edwards B. Rough Guide to Sustainability, 2nd Edition, RIB A Enterprises, 2005.

³ Balas C. Passive Cooling of Buildings, 1997.

⁴ Planning for Passive Solar design, Energy Efficiency Best Practice Programme, department of Trade and Industry, produced by BRECSU/BRE.

⁵ Building Services and Research association, Bracknell, England.

⁶ Barnard N, Concannon P, Jaunzens D, Modelling the Performance of Thermal Mass, Information Paper IP6/01, BRE, Iorn.

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) ,Türk çimento sektörünün ortak sesi olmak ve daha kaliteli ürün, daha verimli hizmet anlayışı ile sektörel sorunlara çözüm bulmak amacıyla 1957 yılında kurulmuştur. TÇMB'nin öncelikli hedefi, çimento ve betonun yeni kullanım alanlarını geliştirerek üretimi artırmak ve inşaat sektörüne katkı sağlamaktır.

Türkiye'deki 45'i entegre, 16'i öğütme tesis olmak üzere, toplam 51 kuruluşu temsil eden TÇMB, üyelerine, araştırma geliştirme, analiz, kalite kontrol ve eğitim hizmetleri için ortak çözümler üretmekte, yasal ve idari düzenlemeler için ortak girişimlerde bulunmaktadır.

Türk çimento sektörünün uluslararası temsilcisi olarak Avrupa Çimento Birliğine 1972 yılından beri üye olan TÇMB aynı zamanda araştırma geliştirme hizmetlerinden başlayarak, eğitim, uluslararası işbirliği, sertifikasyon, sektörel veri derleme, üniversite, sivil toplum örgütleri ve diğer ilgili kuruluşlarla işbirliği gibi bir çok sorumluluğu da başarıyla üstlenmiştir.

