دليل إرشادي لكفاءة استخدام الطاقة في البناء لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

This project is funded by the European Union

MED-ENEC

Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean

لقد أوشك مبنى المكتب الرئيسي لمشروع "تبرورة" على الإكتمال. ويعد مثال للأبنية الخضراء في مناطق إعادة التطوير الحضري على ساحل مدينة صفاقس بتونس. وقد تم إتخاذ التدابير التالية لترشيد استهلاك الطاقة في المبنى: زجاج مزدوج للنوافذ ، سقف وجدار عازلين للحرارة ، عزل للجسر الحراري ،إختيار إضاءة ومعدات تدفئة وتهوية وتكييف الهواء تستخدم الطاقة بكفاءة. كما تم تركيب سخان مياه يعمل بحرارة الشمس وألواح شمسية ضوئية كنظم للطاقة المتجددة. و تشير التقديرات إلى أن هذه التدابير سوف توفر استهلاك الطاقة بنسبة ما بين ٣٣-٣٥٪ خلال فترة استرداد تكلفة تتراوح بين ٤ سنوات و ١١ سنة. مالك المشروع : SEACNVS، www.taparura.com

ولمزيد من المعلومات : www.med-enec.eu/sites/default/files/user_files/downloads/Taparura%20Article%20MED-ENEC121010.pdf

المحتويات

١) **مقدمة** ٣

٢) **خلفية عن أسلوب التصميم البيئى السلبي (الاستخدام الأمثل للطاقة)** ٥
أسس فيزيائية مبسطة ٦
المناخ ٦
الراحة الحرارية ٧

٣) **إستراتيجيات متجاوبة مع المناخ** ٩
توجيه واجهات المبنى ٩
التهوية الطبيعية ١٠
النطاقات الحرارية ١١
شكل المبنى وتصنيفه ١٢
تصميم غلاف المبنى ١٣
تصميم النوافذ ١٤
التظليل ١٥
المواد ١٦
تصميم المناطق الخارجية ١٧

٤) **غلاف مبنى كفء في استخدام الطاقة** ١٩
بناء الحائط ٢٠
بناء السقف ٢١
الجسور الحرارية ٢٢
الألواح الزجاجية – التزجيج ٢٣
إحكام عزل الهواء بالمباني ٢٤
مواصفات المواد ٢٥

ملحق ٢٦
التوصيل الحراري لمواد البناء الشائعة في مصر ٢٦
حساب فتحات التهوية ٢٧
المراجع ٢٨
الصور ٢٨
قائمه النماذج ٢٨
إختصارات ٢٩
بيانات تحرير الدليل ٢٩

مناخ

مبنى ذو فناء، نيو جيزة، مصر

بناء حائط – السفارة الهولندية - الأردن

منتجع «فينان» الصديق للبيئة في واحدة من أكثر المناطق حرارة في الأردن والتي لا توجد بها كهرباء. تم تطوير هذا المشروع البيئي بإستخدام التدابير التالية لتوفير الطاقة: مبنى ذو فناء، تصميم النوافذ (من حيث الأبعاد والموقع) لتحقيق الإستفادة المثلى من ضوء النهار مع تحقيق الحد الأدنى للطلب على التبريد (كما أن داخل المبنى مجهز لاستخدام ضوء الشموع كبديل للإضاءة الكهربائية)، مقاومة حرارية محسنة للجدران والسقف مع تظليل النوافذ والواجهات بالطريقة اليمنية التقليدية وكذلك سخانات للمياه بالطاقة الشمسية. كما يولد نظام ألواح للطاقة الشمسية الضوئية الكمية المطلوبة من الكهرباء لتبريد المواد الغذائية. المهندس المعماري عمار خماش.

مقدمة

الحاجة للحد من استهلاك الطاقة!

تشير التقديرات إلى أن قطاع البناء يستهلك أكثر من ثلث إجمالى الإستهلاك العالمي للطاقة، مما يجعله أكبر القطاعات إستهلاكا للطاقة.[١] ومن المتوقع لبلدان جنوب شرق البحر المتوسط أن تشهد نمو سكاني يبلغ ٤٠ مليون نسمة مما سيترتب عليه إضافة ٢٤ مليون وحدة سكنية جديدة بحلول ٢٠٣٠[٢]. كما سوف يؤدى إزدياد عدد السكان و المساكن وتحسن المستوى المعيشي إلي إرتفاع الطلب على الطاقة حيث أن أكثر الأسر تستخدم الأجهزة الكهربائية كالثلاجات و الغسالات ومكيفات الهواء، وتلك الأخيرة هي السبب الرئيسي وراء الزيادة السريعة للطلب على الكهرباء.
ولقد زاد إستهلاك الطاقة الأولية فيما بين عامى ٢٠٠٠ و ٢٠٠٩ بما يقارب ٥٠٪، كما زاد إستهلاك الطاقة الكهربية بمقدار الضعف تقريبا. و وفقا لذلك فسوف تؤدي مواصلة نهج «العمل كالمعتاد» إلى تضاعف آخر للطلب على الكهرباء بحلول عام ٢٠٢٠.

و يعود الحد من زيادة إستهلاك الكهرباء، ليس فقط بالفوائد الإقتصادية والبيئية، بل إنه يدعم تأمين وجود الطاقة كما يهيء بيئة أنظف. فعلى المستوى القومي سيحرر موارد مالية لقطاعات أكثر إحتياجاً لموارد إضافية مثل الصحة والتعليم. أما على المستوى الشخصي فإنه سيقلص الأعباء المادية على الأسرة. وقد حدد الإتحاد الإوروبي (EU) الكفاءة في استخدام الطاقة (EE) بإعتبارها واحدة من أفضل الطرق لتعزيز تأمين الطاقة على المدى الطويل [٣] و كذلك لخلق فرص عمل جديدة.

من أجل تقليص الطلب على الطاقة يجب أن يبدأ البناء الكفء من حيث إستغلال الطاقة و من حيث التكلفة من مرحلتي التصميم المعماري و بناء غلاف المبنى.

وتظهر فعالية تدابير الكفاءة في إستهلاك الطاقة في المباني من حيث التكلفة حال استخدام النهج الصحيح. فعندما يؤخذ بعين الإعتبار تحقيق كفاءة إستهلاك الطاقة منذ بداية مشروع البناء ، يصير من الممكن تحديد ميزانية لمعدات الإستهلاك الكفء للطاقة أو أنظمة الطاقة المتجددة مما يقلل بدوره من استهلاك الطاقة. و بالنسبة للتدابير الأخرى لضمان الكفاءة في إستهلاك الطاقة فسوف تسترد المبالغ الإضافية المستثمره في غضون بضع سنوات – بناءً على أسعار الكهرباء – نتيجة لخفض فواتير الطاقة.

النهج الصحيح يبدأ منذ الرسوم الأولية للتصميم المعماري. فمجرد تفعيل إستراتيجيات بسيطة مثل توجيه واجهات المبنى إتجاهات جوانب المبنى، ومساحة النوافذ حجم النوافذ و الفتحات، والتظليل والعزل الحرارى فسيؤدي ذلك بسهولة إلى تخفيض الطلب الصافي على الطاقة بحوالي ٣٠٪ وفي نفس الوقت يرتفع مستوى الراحة الحرارية داخل المبنى. و هذا هو أسلوب التصميم السلبي.

يبدأ البناء الكفء من حيث إستغلال الطاقة من مرحلة التصميم المعماري، مشروع العبدلي، الأردن

الحد من إستهلاك الطاقة للتبريد من خلال تدابير التصميم والبناء هو الهدف الرئيسي من هذا الدليل. فهو يعرض مبادئ توجيهية عملية لمباني تتسم بكفاءة استخدام الطاقة وفعالة من حيث التكلفة بهدف أن يأخذها المطورون والمعماريون والمهندسون بعين الإعتبار فى المشروعات الجديدة في بلدان جنوب شرق البحر المتوسط.

وضعت المبادئ التوجيهية لتصميم المباني الموفرة للطاقة لتناسب الأجواء الدافئة/الحارة وهو المناخ السائد في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وبالتالي فإن هذا النهج يهدف للحد من الحاجة للتبريد وبالتالى من إستهلاكات الطاقة ذات الصلة. كما يتم التفريق بين المناخ الدافىء الرطب والمناخ الحار الجاف حينما يلزم ذلك.

ويستند الدليل الإرشادي لكفاءة استخدام الطاقة بالبناء إلى أفضل الممارسات الدولية وقد تم تحريره بالتعاون مع هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة في مصر.

يشجع مشروع «ميد-إنك» MED-ENEC على كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء والتشييد بالبحر المتوسط بغرض الحد من إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون CO_2 من خلال نشر سلسلة من المطبوعات. ومن بين تلك المطبوعات الأخرى : «خارطة طريق كود كفاءة استخدام الطاقة بالمبانى» و «المبادئ التوجيهية لكفاءة استخدام الطاقة فى التخطيط العمراني» والمنشورة على موقع MED-ENEC:
www.med-enec.eu

د. كورت ويزجارت
مدير مشروع ميد-إنك MED-ENEC

لكل من البيئات المحلية المختلفة عدة أنماط معمارية دارجه و شائعة يستطيع المصممين تحليلها و فهمها للإستفادة منها. و تشتمل العمارة المتجاوبة مع المناخ في اليمن على جدران سميكة ذات كتلة حرارية كبيرة، على نوافذ غائرة مقلصة لكمية الإشعاع الشمسي و كذلك على تجهيزات التظليل التي تقلل من كمية الحرارة الشمسية المكتسبة. وتوفر تلك التدابير الخاصة بكفاءة استخدام الطاقة طقس أكثر راحة فى داخل المبنى.

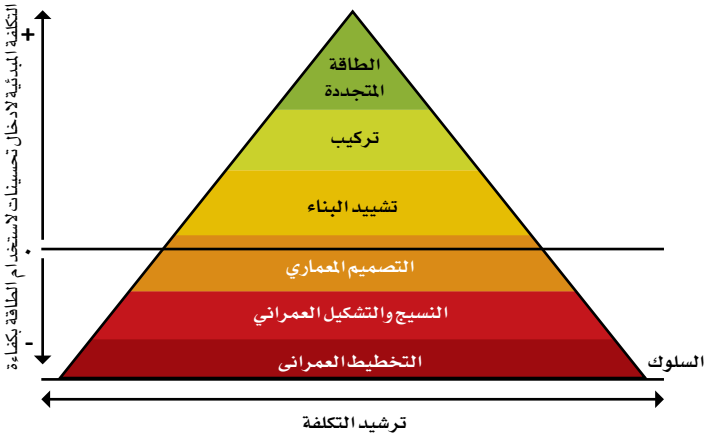
خلفية عن أسلوب التصميم البيئى السلبى (الاستخدام الأمثل للطاقة)

يعد أسلوب التصميم «البيئى السلبى» هو الأكثر فعالية من حيث التكلفة عندما يتعلق الأمر بالحد من إستهلاك الطاقة في المباني. ويبين نموذج ٢ أن مستوى التصميم بدءاً من التخطيط العمراني و وصولا إلى التصميم المعماري هو بداية لمباني ذات كفاءة في استخدام الطاقة وفعالة من حيث التكلفة. كما يمكن للتصميم الجيد أن يقلل من التكاليف الرأسمالية للمبنى عند التفكير بالحجم المدمج والكفاءة في التصاميم وتوجيه الواجهات.

وبمجرد أن يتم تصميم مبنى ذو أمثل طلب على الطاقة * فيمكن إضافة «أنظمة ايجابية» مثل التدفئة والتبريد ومعدات الإضاءة لتوفير الراحة في الأماكن المغلقة.

يتألف **نهج التصميم البيئى السلبى** من عدة إستراتيجيات متجاوبة مع المناخ لتجنب الإنتقال الحراري عن طريق غلاف البناء:

- **التوجيه**: الحد من الإشعاع الشمسي الواقع على غلاف المبنى
- **التهوية**: استخدام تدفق الهواء للتخلص من الحرارة والرطوبة
- **النطاقات الحرارية**: ترتيب مواقع الخدمات بطريقة تتناسب مع توقيت الاستخدام ولافضل إستغلال للاشعة الشمسية
- **هيئة المبنى وتصنيفه**: تقليل الأشعة المنعكسة على غلاف المبنى والإستغلال الأمثل لضوء النهار
- **تصميم غلاف المبنى** (احجام ومواقع النوافذ وعناصر التظليل): توفير الحد الأدنى اللازم من ضوء النهارمع وضع عين الإعتبار السماح باقل كم ممكن من كسب الحرارة و اقصى إنعكاس للاشعه خارج المبنى
- **اختيار مواد البناء**: لتقليل إنتقال الحرارة الخارجية إلى داخل المبنى
- **المساحات الخارجية المحيطة**: تقوم بتوفير الظلال للمبنى مما يقلل من كسب الحرارة بالإضافة إلى المنظر الجمالي الخارجي



نموذج ٢: إستراتيجية إقتصادية لمبني كفء في استخدام الطاقة

كان تصميم وتشيد المباني التقليدية الدارجه بمنطقة الشرق الأوسط في الماضي يتم وفقاً لنهج التصميم السلبي نظرا لعدم توافر المعدات الكهربائية للتحكم في المناخ الداخلي في ذلك الوقت – أنظر الصورة صفحة ٤.

يمكننا تعلم الكثير من دراسة مفاهيم البناء الدارجه هذة. . ما هي التدابير المستخدمة وبظل أي ظروف مناخية يجب استخدامها .– أنظر الصورة صفحة ٢.

ويمكننا تطبيق هذه المفاهيم على الأبنية الحديثة أيضا ولكن لا يعني هذا أن يشبه المبنى المبانى التقليدية. على العكس من ذلك تماما فيمكن تصميم مبنى عصري جدا و لكن 'تقليدي' من منطلق مفهوم كفاءة الطاقة دون أن يلاحظ ذلك من الوهلة الأولى.

تُخفض الاستراتيجيات المتجاوبة مع المناخ من طلب المبانى على الطَاقة إستنادا على قواعد الفيزياء الأساسية والمناخ والراحة الحرارية

نموذج ١: التطور المعماري لمراحل التصميم البيئى السلبي

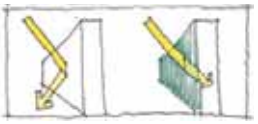
* يشير الطلب على الطاقة إلى كم الطاقة اللازمة للحصول على مناخ مريح بالأماكن المغلقة ويعتمد على حالة المناخ الخارجي وكذلك على تصميم المبنى. كما يشير إستهلاك الطاقة إلى كمية الطاقة اللازمة لتلبية الطلب على الطاقة.

أسس فيزيائية مبسطة

تقدم المبادئ التوجيهية لكفاءة استخدام الطاقة في البناء إستراتيجيات متجاوبة مع المناخ للتصميم المعماري وبناء غلاف المبنى بإستخدام المبادئ الأساسية للفيزياء:

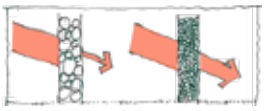
أ) تدفق الهواء الدافئ والبارد

يرتفع الهواء الدافئ لأعلى لأنه أخف وزنا وأقل كثافة من الهواء البارد كما يتحرك الهواء البارد إلى أسفل ويحل محل الهواء الدافئ.



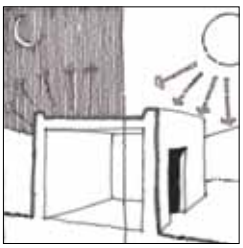
ب) الإنعكاس والإمتصاص

تعكس الألوان الفاتحة الأشعة الشمسية بينما تمتص المواد داكنة اللون الإشعاع الحراري.



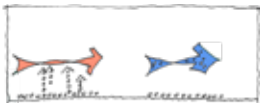
ج) المواد خفيفة الوزن والكثيفة

يقلل الهواء من إنتقال الطاقة. فعندما تحتوي المواد على الكثير من فقاعات الهواء تكون أكثر مقاومة لتدفق الطاقة الحرارية.



د) تخزين و إطلاق الحرارة

تتميز الكتلة بقدرة تخزين الطاقة الحرارية. و لذلك تكون للمواد الثقيلة ذات الكثافة العالية قدرة كبيرة على تخزين الطاقة الحرارية. و عندما تنخفض درجة الحرارة المحيطة يبدأ إطلاق و فقد هذه الطاقة المختزنة.



ه) التبخر: الهواء الجاف و الرطب

تبخر المياه يتطلب ويستهلك طاقة. عندما يمتص الهواء الجاف بخار الماء، تنخفض درجة الحرارة المحيطة للهواء و ترتفع الرطوبة.

نموذج ٣: المبادئ الأساسية للفيزياء

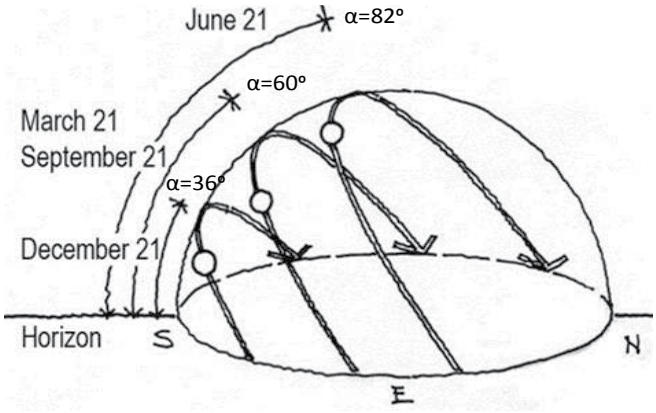
المناخ

تستند الإستراتيجية المتجاوبة مع المناخ على خصائص المناخ المحددة. فالبيانات* المناخية اللازمة لتحديد إستراتيجية للحد من الطلب الرئيسي على الطاقة للمبنى (التبريد والتدفئة و الإضاءة) هي:

- درجة الحرارة (T - °C)
- زوايا الشمس ** (α - °)
- الإشعاع الشمسي (الأفقي والمشتت) - (كيلوات.ساعة/ م٢) (Kwh/m2)
- الرطوبة النسبية (RH - %)
- سرعة الرياح واتجاهها (م / ث)
- تساقط الإمطار (مللم / سنة).

يساعد الجدول أدناه على تحديد أنسب إستراتيجية للتصميم المناخي و أفضل تبريد أو تدفئة أو الإثنين معا. كما يمكن بالإضافه إلى ذلك، و بناءً على قيمة الرطوبة النسبية ، تحديد ما إذا كان المناخ رطب أو جاف.

متوسط درجه الحرارة السنوي (C^o)	مناخ رطب RH >٧٠٪	مناخ جاف RH <٥٠٪
تبريد	١٨ <	٢١ <
تدفئة	١٥ >	١٨ >
الإثنين معا	١٥-١٨	١٨-٢١



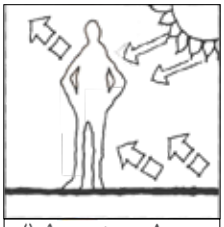
نموذج ٤: الشكل البياني لمسار الشمس وزوايا سقوط أشعتها في مصر

* البيانات المناخية (يفضل المتوسط السنوي والشهري والحد الأدنى والحد الأقصى) ويمكن العثور عليها على مواقع الأرصاد الجوية. إذا أمكن يتم التحقق من البيانات الموقع على ارض الواقع حيث من الممكن أن تؤثر عوامل خاصه بالموقع على الأحوال الجوية المحلية (مثلا كوجود مباني كبيرة تحجب الرياح).

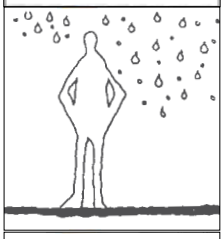
** لحساب زوايا الشمس راجع: http://www.susdesign.com/sunangle/ أو إستخدم برنامج Ecotect.

الراحة الحرارية

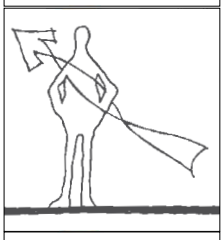
الراحة الحرارية هي شعور فردي. فهي تشير إلى التوازن بين الحرارة التى ينتجها والتى يستقبلها والتي يخسرها الجسم البشري. ومن العوامل المؤثرة في هذه الحالة المادية من الراحة الحرارية هي: مستوى النشاط، العمر، الملابس، الثقافة و كذلك مدى تأقلم الفرد.
كما تؤثر أنماط نقل الطاقة التالي ذكرها – والتي يمكن أن تتأثر بتصميم المبني – على الشعور بالراحة الحرارية.



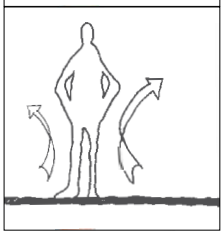
أ) الإشعاع:
انبعاثات الطاقة الحرارية



ب) التبخر:
مرحلة التحول من سائل إلى غاز

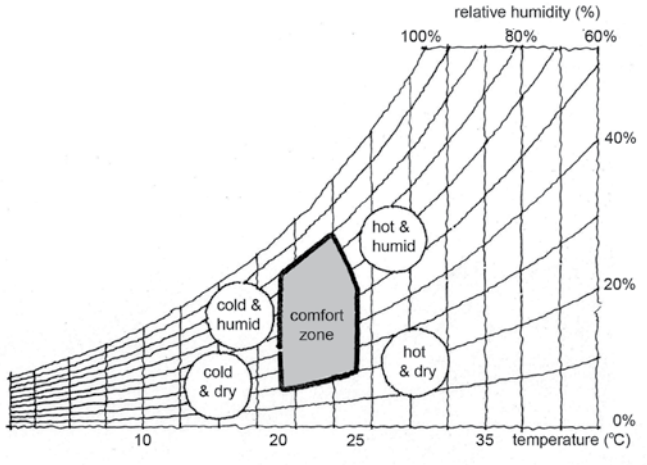


ج) التوصيل:
انتقال الطاقة بين الجسيمات داخل المادة



د) الحمل الحراري:
انتقال الطاقة بين سطح صلب والسائل – أو الغاز – المتحرك بجواره

نموذج ٥: أنماط مختلفة لانتقال الطاقة



نموذج ٦: نطاق راحة المناخ الداخلي للمبنى

الراحة الحرارية هو شعور فردي . ولكن هناك نطاق أو منطقة للراحة الشخصية العامة و التي يشعر عندها ٨٠٪ من الناس بالراحة. وتظهر منطقة الراحة الشخصية هذة بنموذج ٦.

الإقليم المناخي		١: الإسكندرية	٢: القاهرة	٣: اسوان
خواص الإقليم		دافئ رطب	ساخن رطب	ساخن جاف
المعدلات السنوية لدرجات الحرارة (C)	المتوسط	١٩,٩	٢١,٩	٢٦,٢
	القصوى	٣٠,١	٤٣	٤٤
	الصغرى	٩,٢	٨,١	٨,٢
	التغير اليومي T Δ	٩	١٢,١	١٥,٩
الإشعاع الشمسي (كيلوواط ساعة/متر٢)		٢٠٠٠–٢٢٠٠	١٩٠٠–٢٠٠٠	٢٣٠٠–٢٥٠٠
الرطوبة النسبية (٪)		٦٧	٥٨	٢٧
إتجاه الريح		شمال غرب	شمال/ جنوب غرب	شمال/ شمال غرب
تساقط أمطار (ملم / عام)		١٣٨,٥	٣١,٢	نادراً ما تمطر

نموذج ٧: تحليل البيانات المناخية لتحديد إستراتيجية بناء متجاوبة مع المناخ. مثال على بيانات لمصر.

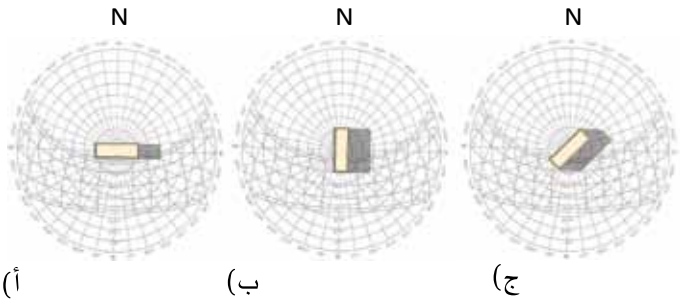
مشروع العقبه ريزيدنس (AREE) لترشيد استخدام الطاقة بالأردن - (تحت الإنشاء). قد تم تصميمه وفقا لنهج التصميم البيئى السلبى.
ولقد وفرت تدابير كفاءة استخدام الطاقة المستخدمة نسبة ٣٢ ٪ من صافي طلب المبنى من الطاقة. كما أضافت ١٢٪ على تكاليف البناء مقارنة بالمباني التقليدية. ومع ذلك تم حساب المردود حيث تبين أن هذه التكلفة الإضافية سوف تسترد - من خلال خفض فاتورة إستهلاك الطاقة - خلال أقل من أربعة سنوات. المهندس المعماري: فلورنتين فيسر.

إستراتيجيات متجاوبة مع المناخ

توجيه واجهات المبنى

إن توجيه واجهات المبنى نحو العناصر الطبيعية - كالرياح والشمس - يؤثرعلى استهلاك المبنى للطاقة.

توجيه واجهات المبنى صوب جهة هبوب الرياح مهم لزيادة التهوية الطبيعية مما يمكن أن يقلل من الطلب على الطاقة لأغراض التبريد. ويلزم للتهوية الطبيعية الإستفادة من الرياح و لذلك فمن المهم أن تشتمل البنايات على مداخل للهواء فى جانب المبنى المواجه للرياح السائدة - راجع صفحة ١٠.



نموذج ٩: الإتجاه نحو المحور الشرقي - الغربي (أ) يقلل من حمل التبريد

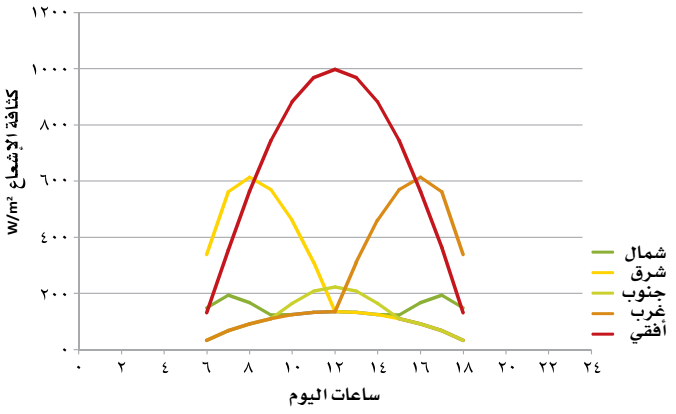
إكتساب المبنى لحرارة الشمس يعتمد على زاوية ميل الشمس على سطح وواجهات المبنى. و يمثل الحد من تسخين الشمس للمبنى إستراتيجية رئيسية للمبانى الواقعة فى مناخ حار أو دافئ. فحرارة الشمس التي لا تدخل المبنى لا تحتاج أن تبرد وبالتالي يؤدي تفاديها إلى الحد من حمولة تبريد المبنى، ويظهر نموذج ٨ الإشعاع الشمسي على واجهة المبنى عند استخدام توجيهات مختلفة للواجهات.

يتلقى السقف أعلى مستوى من الإشعاع الشمسي وبالتالي فإنه من المهم الحد من إكتسابها إما عن طريق التظليل أو العزل أو الكتلة الحرارية - أنظر الصفحات ١٥ و ١٩ و ٢١ .

إن الإشعاع الشمسي أقل على الجانبين الشمالي و الجنوبي مقارنة بالجانبين الشرقي والغربي. ولذلك فإن التوجيه الأمثل للمبنى هو على طول المحور الشرقي- الغربي. وهذا يعني أن يواجه أكبر قدر من مسطحات واجهة المبنى الشمال والجنوب. فعلى الجانب الشمالي لا يكاد يكون هناك أي تعرض للشمس مما يؤدي إلى أدنى كسب للحرارة من الإشعاع الشمسي. أما على الجانب الجنوبي حيث تكون الشمس في أعلى زاوية لها فإنه من السهل الحد من كسب الحرارة الشمسية من خلال استخدام عناصر التظليل للنوافذ والواجهة - راجع صفحة ٢.

بما أن أكبر كثافة للطاقة الشمسية هي على الجانبين الشرقي والغربي فيتم تقليل كسب الحرارة عن طريق وضع الواجهات الأصغر مساحة على الجانبين الشرقي والغربي.

نموذج ٨ : إتجاه واجهة المباني والإشعاع الشمسي في مصر



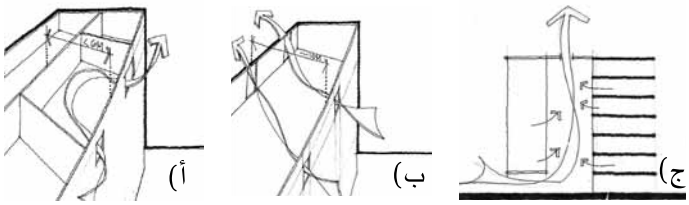
يمكن أن يوفر الظل الناتج عن المبنى مساحة من الأماكن الخارجية الممتعه حول المبنى. ويبين نموذج ٩ الظل الناتج عن المبنى على الأماكن المحيطة به في أوقات واتجاهات مختلفة خلال اليوم. فينبغي أن يؤخذ هذا في الإعتبار عند تصميم المساحات الخضراء الخارجية لتشمل أماكن جميلة لقضاء بعض الوقت في الخارج بدلا من أن تكون داخل المبنى.

يتلقى السقف أعلى إشعاع شمسي و لذلك فإن التظليل هو حل جيد- مبنى إداري بالجيزة، مصر

المناخ الحار والجاف: استخدام تبخر الماء لتبريد إضافي و لتوفير مناخ داخلي مريح

التهوية الطبيعية

تستخدم هذه الإستراتيجية الفروق بين كل من الرياح ودرجة الحرارة للتبريد عن طريق التهوية. يمكن للتهوية أن تصرف الحرارة وبالتالي تخفف عبء التبريد. كما يسهم تدفق الهواء الطبيعي بتوفير مناخ داخلي مريح في الأماكن المغلقة. بالإضافة إلى ذلك فإنه يحسن جودة الهواء داخل المباني ولكن مع التاكد من أن يحجب تسلل الغبار إلى الداخل.



نموذج ١٠: إستراتيجيات التهوية: (أ) تهوية الجانب الواحد (ب) التهوية العابرة للفراغ و(ج) تهوية المناور

تهوية الجانب الواحد

هذه الإستراتيجية قابلة للتطبيق في حالة أن يكون الفراغ على جانب واحد فقط من واجهة المبنى. وتتضمن الإعتبارات الرئيسية ما يلى:

- أن يكون **توجيه المبنى** نحو إتجاه الرياح السائدة
- أن يكون **موقع الفتحات** والنوافذ نحو إتجاه الرياح السائدة
- أن **تتضمن واجهة المبنى** "مصدات الرياح" لإحداث منطقة الضغط السلبي المطلوبة

التهوية العابرة للفراغ

تعزز التهوية الطبيعية عندما يتم وضع مداخل ومخارج الهواء بشكل قطري في الفراغ الداخلي، سواء بالنسبة للمسقط الأفقي أو القطاع الرأسي. و تتضمن الإعتبارات الرئيسية ما يلى:

- أن يكون **توجه البناء** نحو إتجاه الرياح السائدة
- **حجم فتحات المداخل والمخارج**. أنظر الملحق لحساب الأحجام والنسب المطلوبة
- **عمق الفراغ**: بحد اقصى ١٢ إلى ١٤ متر لفراغ بارتفاع ٣متر

أن إتجاه الرياح السائدة بالقاهرة شمالي في فصل الصيف. فإلتقاط هذه الرياح بواسطة إستراتيجيات سلبية يوفر مناخاً مريحاً بالأماكن المغلقة.

تأثير المناور

عندما يرتفع الهواء الساخن لأعلى يولد تيار هوائي طبيعي مما يؤدي إلى طرد الحرارة خارج المبنى- أنظر نموذج ١٠. وتتضمن الإعتبارات الرئيسية ما يلى:

- **مدى إرتفاع المناور** وينبغي أن يكون عمود الهواء الرأسي الذي يدفع تدفق الرياح على إرتفاع ٢ متر على الإقل فوق السطح الذي يتم تهويته. راجع الملحق لحساب النسب الأساسية للمناور.
- يجب أن تتساوى **مساحات مداخل ومخارج الهواء للمناور** للحفاظ على تدفق مريح
- **مواد وألوان المناور** من الخارج. الألوان الداكنة تمتص الحرارة مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الهواء في الأماكن المغلقة مما يترتب عنه خلق تيارات تهوية طبيعية
- **تدفق الرياح دون عائق** داخل المناور لتجنب الحد من سرعة الهواء

صائد الرياح هو عنصر معماري يلتقط الرياح السائدة من مستوى عال وفوق العوائق المجاورة ثم يعيد توجيه تدفق الهواء إلى مساحة داخلية. و تتضمن الإعتبارات الرئيسية ما يلى:

- يتعين أن يواجه موقع مداخل صائد الرياح إتجاه الرياح السائدة
- إرتفاع صائد الرياح يجب أن يكون أعلى من العناصر المجاورة حيث أن العوائق يمكن أن تقلل من أو توقف تدفق الرياح
- يجب أن تصمم المداخل بطريقة وحجم متوافق مع المساحة الداخلية التي تخدمها
- يجب الحفاظ على تدفق الرياح دون وجود عائق

صائد رياح بأحد المنازل بالفيوم - مصر

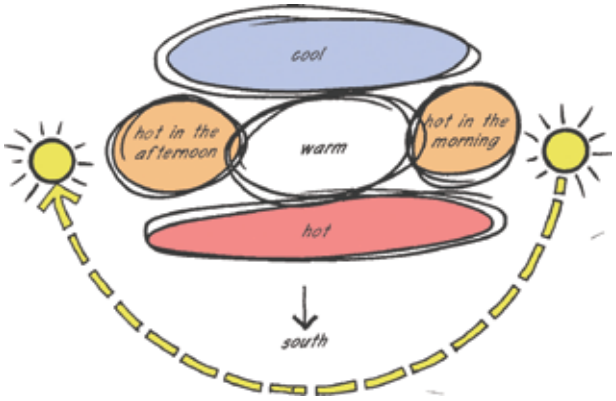
النطاقات الحرارية

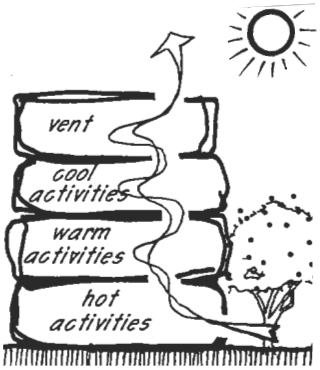
أن كلا من أنماط الإشغال وتوزيع النطاقات الحرارية يحددان تخطيط المبنى حيث ينبغي أن ترتبط مواقع استخدامات المبنى بالإشعاع الشمسي وأنماط إشغال المستخدمين. فيتم تنسيق الفراغات الداخلية وفقا لتوقيت الاستخدام ووفقاً للحاجة إلى كسب الاشعاع الشمسي أو إلى الحماية منه.

يمكن استخدام هذه الإستراتيجية لتصميم مخطط المبنى وقسم البناء – أنظر نموذج ١١.

ينصح بما يلي من تدابير لضمان تخطيط يتأثر و يتفاعل مع المناخ ٤:

- ترتيب مناطق المعيشة الداخلية على إمتداد الجانب الجنوبي من المبنى وغرف النوم على إمتداد الجانب الشمالي
- وضع الغرف التي لا تحتاج إلى الكثير من التبريد أوالتدفئة بالمناطق "المعرضة للشمس" بالمنزل مثل الجراجات وغرف التخزين والممرات
- تجميع الاستخدامات المختلفة بمناطق ذات أبواب للفصل. وهذا يسمح بالتحكم في التبريد (أو التدفئة) بكل منطقة على حدة إعتمادا على الإحتياجات
- جمع الخدمات التي تستخدم الماء الساخن معا فعلى سبيل المثال المطبخ وغرفة الغسيل والحمام. فهذا يقلل من الحاجة إلى أنابيب مياه ساخنة طويلة مما يترتب عليه تقليل كمية فاقد الحرارة من الأنابيب وبالتالي تقليل استخدام الماء الساخن.



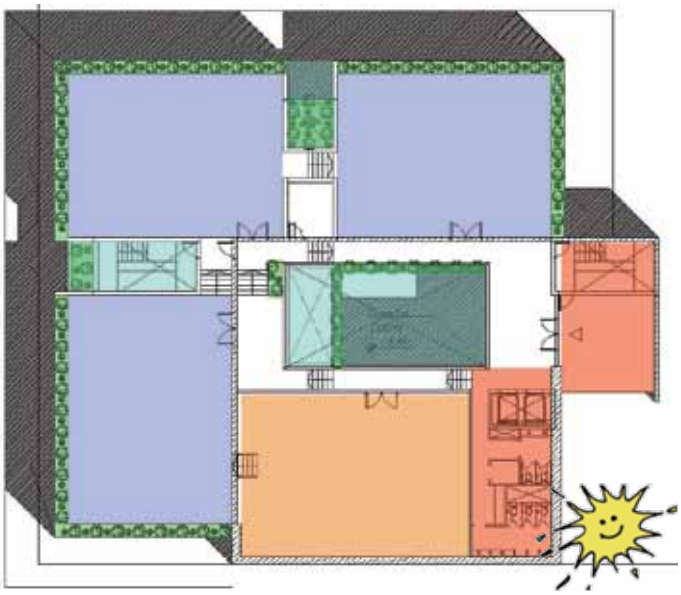


نموذج ١١: النطاقات الحرارية للمسقط الأفقي والقطاع الرأسي

"**مباني الوقت الكامل**" يتم استخدامها ليلاً ونهاراً مثل المساكن والفنادق والمستشفيات.

فالأماكن التي يتم استخدامها على المدى القصير مثل الحمامات يمكن وضعها على الجانب الساخن من المبنى أي الجنوب الغربي. فبهذه طريقة تقوم بدور مناطق عازلة لحماية الأماكن الأخرى. بينما أفضل موقع لغرف النوم هو على الجانب الشمالي الشرقي للبقاء باردة وتجنب الحاجة للتبريد في المساء.

"**مباني بعض الوقت**" عادة ما تكون مستغلة لجزء من اليوم فقط مثل المكاتب. فالاستخدامات ذات المدى القصير مثل قاعات الإجتماعات أو المناطق ذات الإشغال المنخفض من قبل الأفراد مثل غرف التخزين يمكن وضعها على الجانب الساخن من المبنى – أنظر نموذج ١٢.



نموذج ١٢: تقسيم الفراغات وفقا لوقت الاستخدام والتعرض لأشعة الشمس

استخدامات المدى القصير توضع ناحية الجانب الساخن: الحمام إلى الجانب الغربي

شكل المبنى وتصنيفه

إن شكل كتلة المبنى يؤثر على إستهلاك الطاقة. فالمبنى المدمج له نسبة سطح/حجم (S/V) أقل وبالتالي مساحة أصغر لامتصاص حرارة الشمس بالمقارنة مع مبنى ذو نسبة سطح/حجم أعلى- أنظر نموذج ١٣.
إن لجميع الأشكال نفس المساحة المبنية والحجم بينما تختلف منطقة واجهة المبنى وهذا يؤثر على نسبة السطح /الحجم.
وبالتالي فإن أحمال التبريد الداخلية تكون أقل لمبنى منخفض النسبة – أنظر نموذج ١٥. ويوصى بشدة اللجوء لكتلة بناء مدمجة .

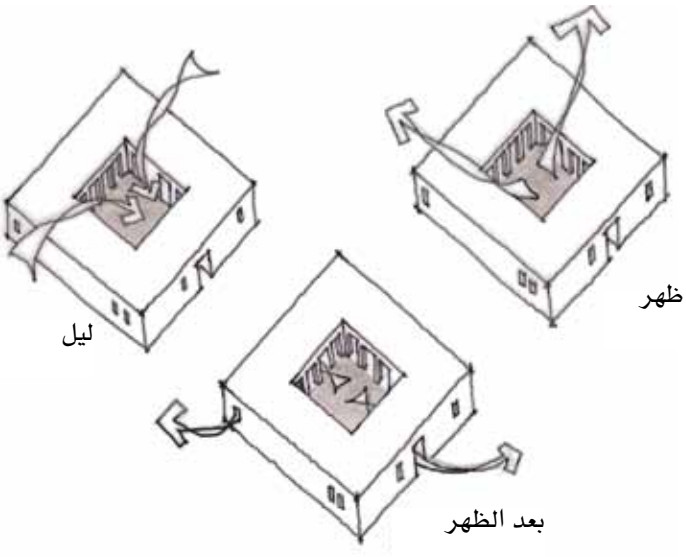
الغلاف = ٨١.٥ م٢
نسبة السطح /الحجم
(S/V) =١.٥٥

الغلاف = ٧١ م٢
نسبة السطح /الحجم
(S/V) = ١.٣٥

الغلاف = ٦٣ م٢
نسبة السطح /الحجم
(S/V) =١.٢

نموذج ١٣: مدى دمج كتلة بناء

يتعرض السقف المستوى لأشعة الشمس طوال اليوم- أنظر نموذج ٨. لذا ولتقليل مسطح السقف يمكن اللجوء لأشكال أخرى للسقف لما لها من مسطحات أصغر ومن ثم تعرض أقل لأشعة شمسية مثل القبو أو القبة أو السقف المائل.
توفر المبانى على هيئة الفناء إمكانية الإستفادة من ضوء النهار دون كسب الحرارة الشمسية- أنظر نموذج ١٤. أثناء الليل يهبط هواء الليل البارد إلى الفناء. وخلال النهار تسخن الشمس الهواء في الفناء مما يخلق تيار تصاعدي. أما قرابة نهاية اليوم فيرتفع الهواء لأعلى مما يدعم التهوية الطبيعية بالمبنى. ثم يبرد الفناء مرة أخرى أثناء الليل.

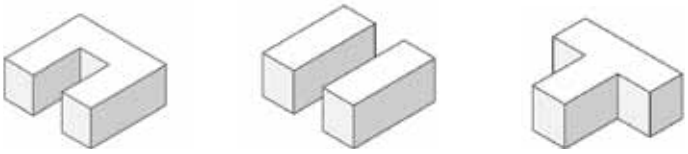


نموذج ١٤: فناء لخلق مناخ داخلى و خارجي جيد

نموذج ١٥: إستهلاك الطاقة بناء علي شكل و هيئة المبنى

يمكن دعم وصول ضوء النهار من خلال أمثلة مختلفة من تكوينات كتلة البناء مع الحد من الإشعاع الشمسي المباشر – أنظر نموذج ١٦:

- يخلق المبنى على شكل "U" فناء مظلل مريح وخاصة عندما يتم توجيه الجانب المفتوح إلى الشمال
- وتقدم الكتل المتوازية والموجهة نحو المحور الشرقي والغربي أيضا مساحة خارجية مظلله
- يقدم البناء على شكل "T" مساحتين خارجيتين بتوجيهات مختلفة وبالتالي وجود مناخات مختلفة عندما توجه ضلع 'T' في الإتجاه من الشمال إلى الجنوب



كتلة على شكل حرف T | كتل متوازية | كتلة على شكل حرف U

نموذج ١٦: أنماط بناء ذات كفاءة في استخدام الطاقة

الفناء يجلب ضوء النهار إلى عمق المبنى

تصميم غلاف المبنى

إن التحدي فيما يخص غلاف المبنى هو تصميمه بطريقة تحقق التوازن الأمثل بين ضوء النهار بقدر كاف بالمبنى و بنفس الوقت أقل كمية نقل الحرارة من خلاله. أن الأجزاء الشفافة من الغلاف مثل النوافذ أو الأبواب يمكنها نقل الحرارة نحو خمس مرات أسرع من الأجزاء المغلقه أو المعتمه من الغلاف. وهذا يعني أن حجم النوافذ والأبواب بمناخ دافئ/حار له تأثير على حمل التبريد. كلما كبرت الفتحات كلما كان زادت حمولة التبريد.

تعد نسبة النوافذ إلى الحوائط (WWR) هي المؤشر الأمثل الذي يستخدم لتحقيق التوازن. WWR هي نسبة مساحة النوافذ مقارنه بمساحة الحوائط الكلية (النوافذ والأسطح المعتمه معا) – أنظر نموذج ١٧. عند حساب النسبة تحسب فقط الجدران أعلى سطح الأرض.

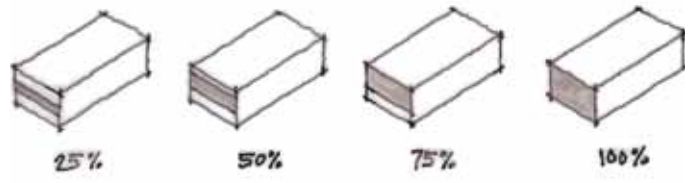
WWR = مساحة النوافذ / (مساحة الحوائط الكلية)

عند تصميم فتحات النوافذ، ينبغي إعتبار النقاط الرئيسية التالية:

- نسبة ١٨٪ WWR من غلاف المبنى ٥ كحد أقصى
- نسبة ١٠٪ مساحة الزجاج لغرفة ذات توجيه ٤ جنوبي كحد أقصى
- يفضل وضع المساحات الزجاجية الكبيرة على الجانب الشمالي حيث أن الواجهه الشماليه تقابل أقل كم من الإشعاع مقارنه بباقي الواجهات – أنظر نموذج ٨.
- تقليل مساحة النوافذ على الواجهات ذات التوجيه الغربي أو الشرقي أو الجنوبي
- أن المساحات الزجاجية الكبيرة تتعرض لأشعة شمس مباشرة و لذلك ينبغي أن تزود بوسائل تظليل شمسي خارجي – راجع صفحة ١٥.

نسبة WWR ١٠٪ لواجهه ذات توجه جنوبي

نوافذ كبيرة الحجم على الجانب الشمالي - منتجع "فينان" الأردن الصديق للبيئة



نموذج ١٧: نسب النوافذ إلى الحوائط لواجهة مبنى

عند وجود نسبة WWR عالية نسبيا نظرا للحاجة الحصول على ضوء النهار يمكن تخفيض نقل الحرارة من خلال النوافذ عن طريق تظليل النوافذ – راجع صفحة ١٤.

وثمة خيار أكثر فعالية من حيث التكلفة وهو الإستفادة من وصول ضوء النهار غير المباشر. فبذلك يتم تقليل الحاجة للإضاءة الإصطناعية مع الاحتفاظ بأقل مستوى نقل الحرارة بنفس الوقت – أنظر الصفحة ١٤.

ونسبة ١٨٪ لإجمالي غلاف المبنى

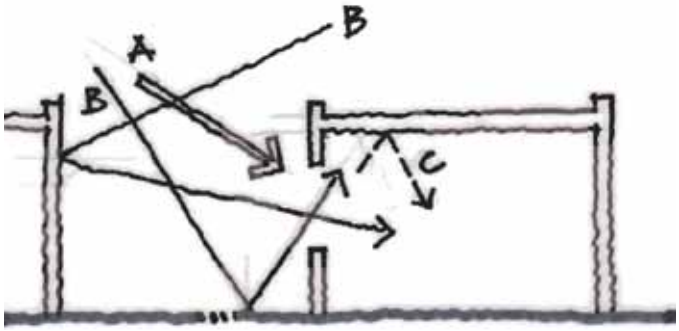
تصميم النوافذ

أن الحصول على ضوء النهار الطبيعي بكميه كافيه له تأثير ايجابي للصالح الإنساني وعلى إستهلاك الطاقة. فوصول ضوء النهار يقلل من الحاجة للإضاءة الإصطناعية مما يؤدي إلى وفر بفواتير الكهرباء. ومع ذلك فإنه يجب القيام بتصميم فتحات النوافذ بغلاف المبنى بشكل صحيح فهذه الأجزاء الشفافة من واجهة المبنى تؤدي أيضا لاكتساب الحرارة الشمسية والتي يمكن بدورها أن تزيد من الطلب على التبريد.

عند تصميم مداخل الإضاءة الطبيعية (فتحات النوافذ، المناور، إلخ) ينبغي النظر فيما يلي:

- تحديد المواقع الإستراتيجية للنوافذ وفتحات الغلاف: حيث توجد حاجة إلى إضاءة
- الراحة البصرية: تجنب الإفراط في التباين الضوئي والإبهار*
- تجنب دخول أشعة الشمس المباشرة: وجود نوافذ صغيرة في جدران سميكة يمكن أن تكون فعالة كذلك فتحات موجهة نحو الفناء هي حل جيد
- عناصر التظليل أو الحواجز: توفير الإضاءة وتقليل كسب الحرارة مثل المشربية التقليدية – راجع صفحة ١٥.

هناك طرق عديدة من التشميس و وصول ضوء الشمس المباشر وغير المباشر إلى الداخل – أنظر نموذج ١٨.



أ: فتحة إضاءة مباشرة
ب : ضوء منعكس خارجيا
ج :ضوء منعكس داخليا

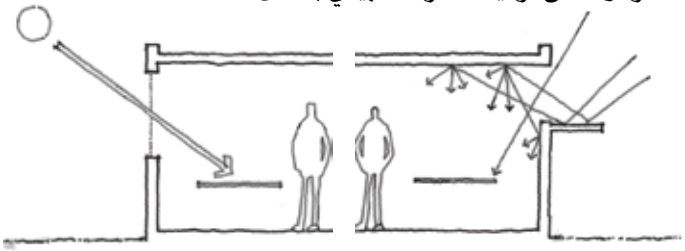
نموذج ١٨: الأساليب المختلفة للحصول على الإضاءة الطبيعية

يجب تجنب **أشعة الشمس المباشرة** خلال أشهر الصيف الحارة بإستخدام إستراتيجية متجاوبة مع المناخ. فمن السهل عمل تظليل للنوافذ بالواجهات التي تواجه الشمس – راجع صفحة ١٥.

من فوائد **الإضاءة غير المباشرة** دخول ضوء النهار إلى المساحات الداخلية مع تجنب كسب الحرارة. هذه الإستراتيجية هي التي ينبغي إتبعها بالمناخات الدافئة / الحارة.

تصميم جيد لنافذة يوفر ضوء النهار دون كسب حرارة إضافية

إن العناصر المعمارية لإعادة توجيه الإضاءة الطبيعية يمكن أن تكون من داخل أو خارج غلاف المبنى – أنظر نموذج ١٨ و ١٩. وتشمل هذه العناصر عواكس
وعناصر تظليل مستقيمة أو منحنية. في بعض الحالات تعكس المباني المجاورة الضوء على غيرها من المباني و/أو المناطق المجاورة لها.
يمكن للأسقف ذات الون الفاتح والملمس الناعم أن تعكس مزيدا من الضوء وتحسن نوعية الضوء الطبيعي بالمكان.



نموذج ١٩: دخول ضوء النهار غير المباشر يقلل من الضوء المبهر

* أن تجنب الضوء المبهر مهم للمكاتب حيث أنه يخلق انعكاسات على شاشات الكمبيوتر والتي يمكن بدورها أن تقلل من كفاءة الموظفين.

التظليل

من الممكن أن يكون كسب الحرارة الشمسية مفرطاً من خلال النوافذ في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بحيث يخلق درجات حرارة داخلية عالية وغير مريحة. هذا يزيد من أحمال التبريد لأنظمة تكييف الهواء كذلك. فالطريقة الأكثر فعالية لحماية المبنى من الأشعة الشمسية هي تظليل النوافذ .

يمكن لتظليل النوافذ الخارجي أن يقلل بل و يمنع دخول الأشعة الشمسية المباشرة إلى المساحات الداخلية. عندما تكون مصممة بطريقة سليمة يتم حظردخول الشمس أثناء الصيف في حين خلال فصل الشتاء و عندما تكون الشمس في زاوية أقل يمكن للحرارة الشمسية تدفئة المساحات الداخلية وبالتالي تقليل حمل التدفئة – أنظر نموذج ٢٠.

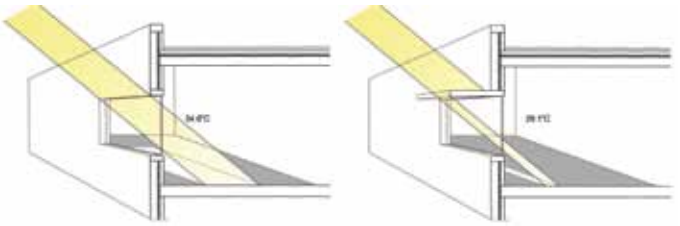
نوع وزاوية أداة التظليل يعتمد على اتجاه ووضع الشمس خلال السنة:

- **الجنوب:** تستخدم أداة تظليل أفقية لمنع الإشعاع الشمسي حيث تكون زاوية الشمس عالية – أنظر نموذج ٤. وهذا يسمح باكتساب الحرارة في فصل الشتاء عندما تكون الشمس عند زاوية أقل.
- **الشرق والغرب:** يستخدم وسائل تظليل رأسية فهي الأكثر فعالية – أنظر نموذج ٢٢.

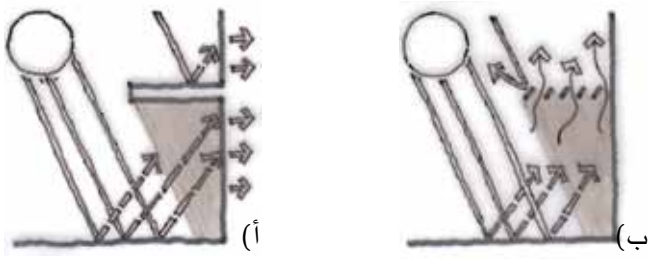
أي نوع من أنواع أدوات التظليل يجب أن يكون:

- موضوع على السطح الخارجي للفتحة لكي يعكس إشعاع الشمس – أنظر نموذج ٢٠ و ٢١ و ٢٢
- مصمم لمنع الإنعكاس على أجزاء أخرى من المبنى وخاصة النوافذ
- مفصل بطريقة لتجنب إحتجاز الهواء الساخن مثل نظام عناصر التظليل المفتوحة – أنظر نموذج ٢١ب
- مصنوع من مواد عاكسة لتجنب امتصاص وإعادة إشعاع الحرارة من خلال الفتحات

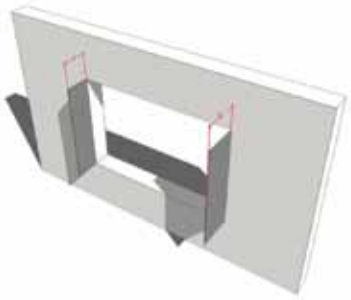
تظليل نوافذ أفقي في العبدلي - الأردن



نموذج ٢٠: الحد من كسب الحرارة الشمسية عن طريق تظليل النوافذ

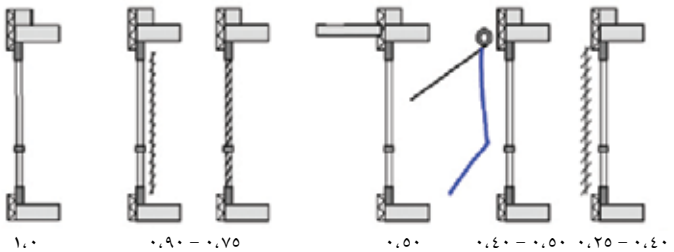


نموذج ٢١: تظليل مناخ (أ) مختلط و (ب) دافئ / حار



نموذج ٢٢: تظليل رأسي للجانب الشرقي / الغربي

الأنواع المختلفة من وسائل التظليل لديها مستويات مختلفة من الحماية من أشعة الشمس ويشار إليها بمعامل التظليل (SC) – أنظر نموذج ٢٣. كلما قل معامل التظليل يتم منع دخول الإشعاع الشمسي بشكل أكبر.



نموذج ٢٣: أنواع التظليل ومعامل التظليل (SC)

المواد

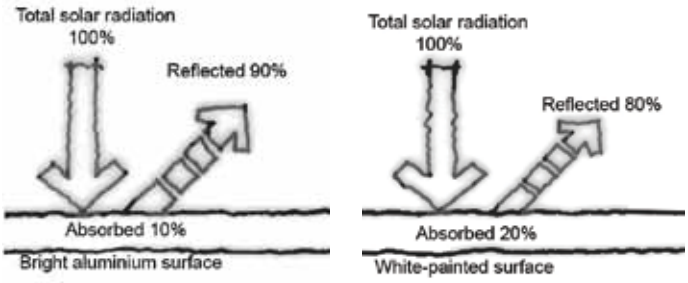
تهتم الإستراتيجية المتجاوبة مع المناخ بخصائص كل مادة مستخدمة على حدة إضافة إلى خصائص كل المواد مجتمعة. هذه الخصائص دالة على تركيب وخصائص المواد. فإنه وفقا لنوع المواد يمكنها أن تقلل من تدفق الحرارة أوتخزينها أوإطلاقها. في المناخات الدافئة والحارة تعد معاملات المقاومة الحرارية والإنعكاس والإمتصاص والإنبعاثية عوامل هامة للحد من الطلب على الطاقة لأغراض التبريد.

يتم تحديد **المقاومة الحرارية** لغلاف المبنى من خلال تفاصيل ومواصفات المواد ويشار إليها بقيمة U-value. فالمواد ذات الكثافة المنخفضة عادة ما يكون التوصيل الحراري لديها أيضا منخفض وهذه هي المواد العازلة. إما المواد الثقيلة ذات الكثافة العالية عادة ما يكون لدبها قدرة عالية على تخزين الحرارة- راجع صفحة ١٩ و ٢٦.

الإنعكاس يحدد مقدار الإشعاع الذي ينعكس بواسطة سطح ما. الأسطح فاتحة اللون تعكس الإشعاع بينما الأسطح داكنة اللون تمتص الحرارة أكثر. فتكون الإستراتيجية المتجاوبة مع المناخ هي اختيار الألوان الفاتحة لغلاف المبنى الخارجي *.

يحدث **إمتصاص** الطاقة الحرارية عندما لا يعكس السطح المعتم الإشعاع. فبدلا من ذلك يتم إمتصاصه من قبل المادة وبالتالي يحدث كسب الحرارة. إن المواد الداكنة و الثقيلة مثل الخرسانة تكسب الكثير من الحرارة ويجب تجنبها ما لم يتم استخدام التظليل على واجهة المبنى المعرضة للشمس.

تشير **الإنبعاثية** إلى القدرة على إنبعاث الحرارة. الخشب والحجر لديهما انبعاثية منخفضة ويمكن أن تشعر بالراحة عند تعرضهما لأشعة الشمس. في حين أن لدى المعدن اللامع انبعاثية أعلى وبالتالي تشعر بحرارة أكثر بكثير عندما يتعرض لأشعة الشمس المباشرة.



نموذج ٢٤: الإنعكاس والإمتصاص لأسطح مصنوعه من الألمنيوم أو المطلية باللون الأبيض

طوبة خرسانية مع العديد من قيم التوصيل الحراري (كلما قلت القيم كلما كان أفضل)

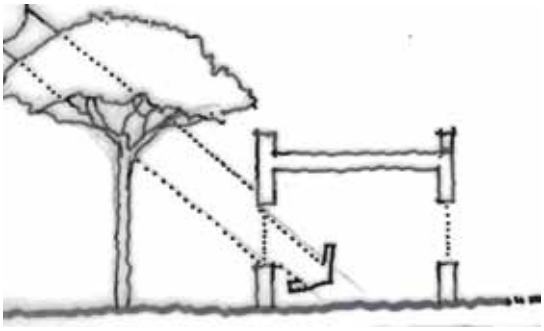
"**مباني الوقت الكامل**" (راجع صفحة ١٠) عادة ما يتم تشيدها بإستخدام الخرسانة المسلحة والطوب المكسو بالمحارة أو بكسوة من الحجر الطبيعي.
هذه الكتلة الحرارية تقلل من حمل التبريد عندما يحدث اختلاف يعادل ١٤درجه مئويه بين درجات حرارة النهار و اليل. تمتص الكتلة الحرارية للجدران الخارجية الحرارة من الشمس خلال النهار أثناء الصيف مما يحافظ على المساحات الداخلية مريحة. تتبدد الحرارة المكتسبة للجدران الخارجية أثناء الليل تماشيا مع برودة البيئه الخارجية المحيطة. أما بالطقس البارد أثناء فصل الشتاء و بسبب زاوية الشمس المنخفضة تخزن الكتلة الحرارية الداخلية الحرارة من الشمس خلال النهار وتبثه داخل المبنى. هذا يساعد في تقليل إستهلاك الطاقة للتدفئة.

"**مباني بعض الوقت**" (أنظر الصفحة ١٠) وعادة ما يتم تشيدها بأساليب بناء مختلفة، من الطوب إلى الحوائط الستائرية curtain walls من الزجاج أو الألومنيوم.
يسلك المبنى المشيد بالطوب أثناء الصيف سلوك مبنى الوقت الكامل. كما يجب اخذ عامل مهم عين الإعتبار و هو أن الكتلة الحرارية أيضا تساهم بامتصاص الحرارة المتولدة من الأجهزة مثل شاشات الكمبيوتر والأقراص الصلبة وأنظمة الإضاءة الإصطناعية وغيرها.
ففي فترة ما بعد الظهر والمساء وعندما يغادر شاغلي المبنى يمكن لنظم التهوية أن تساعد على تحرير الحرارة المختزنة.

* يدل **مؤشر الإنعكاس الشمسي** (SRI) على قدرة الإنعكاس.فإن SRI لسطح أسود هو صفرو SRI لسطح أبيض هو ١٠٠.
والألبيدو (albedo - **قياس قدرة سطح على عكس الضوء**) **أو معامل الإنعكاس** هو مؤشر آخر على قدرة الإنعكاس . فعلى مقياس من صفرإلى ١ فإن صفر هو لا إنعكاس أي أن السطح أسود تماما و ١ هو الإنعكاس الكلي أي أن السطح أبيض.

تصميم المناطق الخارجية

من الممكن أن يوفر تصميم المناطق الخارجية الظل للمباني والمساحات الخارجية. فالأشجار والشجيرات تقوم بحماية أجزاء المبنى من الإشعاع الشمسي المباشر. وبالتالي تساهم في الحد من إستهلاك الطاقة اللازمة للتبريد.

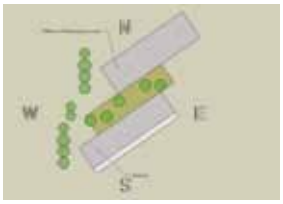


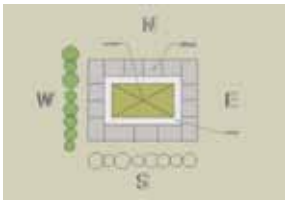
نموذج ٢٥: تظليل نافذة من خلال ظل شجرة

توفر أنواع مختلفة من الأشجار والنباتات إمكانيات التظليل التالية:

- توفر الأشجار دائمة الخضرة الظل طوال العام وتحد من تسلل الغبار
- يمكن استخدام الشجيرات لتظليل الجانبين الشرقي والغربي حيث أن زوايا الشمس في هذا الجانب منخفضة
- يمكن للأشجار العالية المظلله أن تقوم بحماية واجهات المبنى من زاوية الشمس الجنوبية المرتفعة- أنظر نموذج ٢٥
- تحد النباتات المعرشة (Vines) من إنتقال الحرارة عبر الجدار أو السقف بواسطة التظليل عليه
- أن الأشجار متساقطة الأوراق و التي تفقد أوراقها قبل حلول فصل الشتاء لا تحجب ضوء الشمس في فصل الشتاء و أيضا تمنع أشعة الشمس في الصيف من الوصول إلى المبنى

تصميم المناطق الخارجية يستطيع أن يدعم تقليل حمل التبريد





نموذج ٢٦: التظليل بالشجيرات يعمل بكفاءة على النواحي الشرقية و الغربية (أ). استخدام ما هو موجود بالفعل من أشجار لتظليل المبنى (ب)

للمناخات الحارة الجافة: تقوم خاصية نتح و تبخر أوراق النباتات بتبريد الهواء المحيط من خلال التبخر

وتغطي **الجدران الخضراء** بغطاء نباتي. فالنباتات أو النباتات المعرشة التي تغطي المبنى توفر حماية للمبنى من أشعة الشمس المباشرة وتوفر أيضا التبريد من خلال النتح و التبخر. كما أنها تقلل من تلوث الهواء وتساهم في الخفض من تأثير الجزيرة الحرارية الحضرية ٦ بالإضافة إلى خفض درجة حرارة جدران المبنى.

أسطح المباني الخضراء هي الأسقف التي يتم تغطيتها جزئيا أو كليا بغطاء نباتي. تقلل الأسطح الخضراء من حمل التبريد عن طريق تراكم الحرارة والعزل وتأثير التظليل من النباتات.

تعمل الأسقف الخضراء كعنصر للتبريد - العقبة الأردن

يمكن أن يتراوح سمك السقف الأخضر من ١٥ إلى ٢٥ سم ويحدد أي نوع من أنواع النباتات يمكن أن تنمو على السطح. فمن الأمور الهامة التي يجب مراعاتها عند تصميم السقف الأخضر هو الوزن وتسرب المياه والتمكن من الوصول للقيام بأعمال الصيانة.

*لمزيد من المعلومات: أنظر النموذج ٣٨

http://new.csbe.org/assets/e-publications/AREE-Specification-final-versionTE.pdf

صمم مبنى كريستال (تحت الإنشاء) بعمان بالأردن كمبنى صديق للبيئة (مباني خضراء). فهو يتضمن التدابير التالية لتوفير الطاقة : عزل على الجانب الداخلي في الجدران (٥ سم بوليسترين و ١٠ سم طوب أسمنتي خفيف) وعلى السطح (٥ سم بوليسترين) وواجهات زجاجية مزدوجة وإطارات النوافذ كاسره للحرار ة وأدوات تظليل وأفضل ممارسات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء كفاءة وسخانات مياه بالطاقة الشمسية. ومن المقرر تسليمه عام ٢٠١٥. المهندس المعماري: ميسم Maisam .

غلاف مبنى كفء في استخدام الطاقة

ينظم غلاف المبنى * **نقل الحرارة بين المساحات الخارجية والداخلية** (أنظر نموذج ٣ ب و ج و د – صفحة ٦). تعد الكتلة الحرارية والعزل هما الإستراتيجيات الرئيسيه للحد من النقل الحراري.

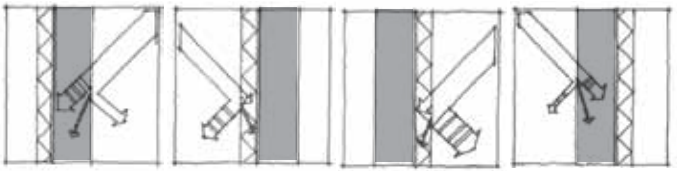
تكون **الكتلة الحرارية** فعالة عندما يكون الفرق في درجة الحرارة بين النهار والليل هو أكثر من ١٤ درجة مئوية°. فالمواد ذات الكتلة الحرارية العالية لديها قدرة كبيرة على تخزين الحرارة. هذه المواد لديها كثافة عالية و تكون ثقيلة الوزن مثل الحجر أو الطوب الطفلي الطبيعي. فيمكنهم إمتصاص وتخزين الحرارة خلال النهار و تحريرها ليلا.

مواد العزل تقلل إنتقال الحرارة عبر غلاف المبنى بسبب التوصيل الحراري المنخفض (أقل من١،٠ W/m.K) – أنظر نموذج ٣ج. فوجود العديد من فقاعات الهواء الصغيرة تقلل من نقل الحرارة و لذلك تكون المواد العازلة خفيفة الوزن و تكون منخفضة الكثافة.

يكون لدى المباني جيدة العزل بالمناطق الحارة حمولة تبريد أقل نظرا لإنخفاض انتقال الحرارة من الخارج إلى الداخل. هذا يوفر جودة حياة أفضل في الفراغات الداخلية، ويعزز راحة وإنتاجية الاشخاص كما يقلل الحاجة للتبريد الإضافي. ويمكن تصنيف المواد العازلة إلى العزل الليفي والخلوي ويجب أن تظل صالحة طوال دورة حياة المبنى (حتى ٥٠ سنة).

مواقع العزل الحراري

يمكن استخدام العزل على مواقع مختلفة بغلاف المبنى: في الداخل وفي الخارج و بين الطبقتين.



نموذج ٢٧: تاثير العزل الحراري الداخلي (أ) و الخارجي (ب)

يسمح **العزل الداخلي** للحرارة الشمسية لإختراق الجدار الخارجي وإمتصاص جزء من الطاقة الشمسية. ينخفض معدل نقل الحرارة بشكلٍ ملحوظ عبر طبقة العزل. فمن وجهة النظر الحرارية يعتبر ذلك خيارا ذا كفاءة في المناخات الباردة حيث أن الطلب الرئيسي على الطاقة يكون بغرض. حيث أنه في حالة انتقال الحرارة من الداخل إلى الخارج

العزل الخارجي مناسب للمناخات الدافئة الحارة – مشروع الإسكان في سوريا

لن يتم إمتصاص الحرارة من خلال الحائط داخل الأماكن المغلقة. يقلل **العزل الخارجي** من تدفق الحرارة مسبقا عن السطح الخارجي لغلاف المبنى. يمكن للجانب الداخلي من الغلاف ان يمتص الحرارة الداخلية. فمن وجهة النظر الحرارية هذا خيار ذو كفاءة في المناخات الحارة.

إن **وضع العزل ما بين طبقتين** من الكتل الحرارية هو مزيج من الخيارات المذكورة أعلاه كما أنه الأنسب للمناخات ذات التباين على طلب التدفئة والتبريد. من وجهة نظر البناء هذا خيار ذو كفاءة لأنه يتم وضع المواد العازلة بداخل اثنين من العناصر الصلبة مما يوفر قوة الاحتمال. ومع ذلك فإنه أيضا من الصعب جدا إستبداله.

أبسط طريقة لتحديد أفضل مادة العزل هو من خلال مقارنة قيم U-Value .
هذا هو مؤشر على قدرة نقل الحرارة للمادة. فكلما انخفضت قيمة U-Value كلما كانت قدرة العزل أفضل.
أنظر صفحة ٢٥ لحساب قيمة U-Value.

*يشتمل غلاف المبنى والحوائط والسقف والأرضية على عناصر مغلقة ومعتمة وشفافة مثل النوافذ والأبواب .

بناء الحائط

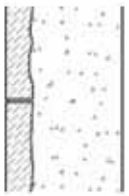
إن اختيار المواد للحوائط يجب أن يضمن الأداء الحراري المطلوب للمبنى. بما أن الحوائط عادة ما تكون أكبر نسبة أسطح بالمبنى فإن لدى النفاذية الحرارية (قيمة U-value) للحوائط تأثير كبير على الطلب على التبريد*. وهذا يشمل الحوائط المعتمة (المصمتة) وعناصر النوافذ والأبواب (الزجاج والإطار).

حائط مجوف ذو عزل البوليسترين٣ سم في الأردن

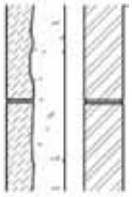
ويوضح نموذج ٢٨ أمثلة لأقسام الحائط و قيم U-values والمواد المكونة له من الداخل إلى الخارج.

عند أدنى قيمة U-value –على اليمين– هذا هو الجدار ذو أدنى معدل توصيل حراري وأقل معدل نفاذية للطاقة الحرارية.

أ) حائط صلب
U= 3.03 W/m2K
٢٠ سم الخرسانة



ب) حائط غير معزول
U=2.6 W/m2K
٢٣ سم خرسانة
٧ سم كسوة حجرية



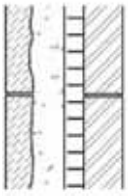
ج) حائط مجوف
U= 2.02 W/m2K
١٠ سم تجويف
طوب أسمنتي
٥ سم فجوة للهواء
٨ سم خرسانة
٧ سم كسوة حجرية

نموذج ٢٨: أمثلة لبناء حوائط

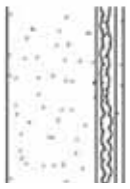
	السمك	التوصيل الحراري	المقاومة الحرارية
	(m)	(W/mK)	(W/m2K)
السطح الخارجي (Rso)	–	–	٠.٠٥
الطوب الخارجي (R١)	٠.١	٠.٩٦	٠.١٠
تجويف مملوء برغوة (R٢)	٠.١	٠.٠٤	٢.٥٠
الطوب الداخلي (R٣)	٠.١	٠.٥٥	٠.١٨
البياض (٤)	٠.٠١	٠.٤٨	٠.٠٢
السطح الداخلي (Rsi)	–	–	٠.١٢
إجمالي المقاومة الحرارية			٢.٩٧
U-value			٠.٣٤

نموذج ٢٩: التوصيل الحراري (U-value) لحائط مجوف معزول (مصر)

بجانب التوصيل الحراري للحائط يؤثر كذلك كلا من الملمس واللون على حمل التبريد الداخلي – أنظر صفحة ١٦. يعكس الحائط فاتح اللون الطاقة أكثر من الحائط داكن اللون. يخلق الملمس شديد الخشونة الظل على نفسه وبالتالي يقلل من إمتصاص الحرارة. في كلتا الحالتين يتم تقليل النفاذ الحراري وكذلك حمل التبريد.



و) حائط مجوف معزول
U= 0.49 W/m2K
١٠ سم تجويف
طوب أسمنتي
٥ سم البوليسترين
٨ سم خرسانة
٧ سم كسوة حجرية



د) حائط معزول
**U= 0.61 W/m2K
٥،١ سم ألواح جبسية
٥ سم صوف صخري
٢٣ سم خرسانة

د) حائط غير معزول
U= 1.73 W/m2K
٥،١ سم ألواح جبسية
٥ سم فجوة للهواء
٢٣ سم خرسانة

*لحساب قيمة U-value - أنظر صفحة ٢٥.

**الأكثر ملاءمة للتجديد الحراري

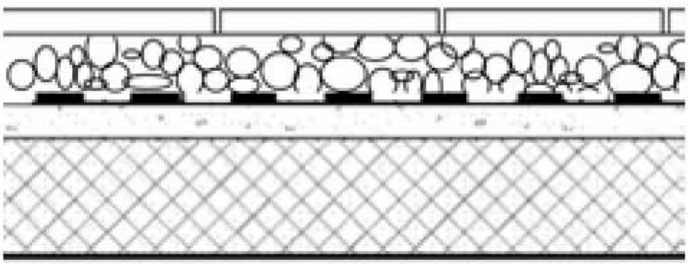
بناء السقف

يتلقى سقف المبنى أكبرنسبة إشعاع شمسي مباشر في المتر المربع. وبالتالي فمن الضروري أن يكون السقف معزول حراريا ولديه قدرة حرارية عالية. فعلى غرار الحائط إن مؤشر النفاذية الحرارية للسقف هو قيمة U-value*.

ويبين نموذج ٣٠ اثنين من إنشاءات الأسقف احدهم معزول والأخر غير معزول عند مقارنة قيم U-value لهذه الأسقف يتضح أن السقف ذو مواد العزل لديه قيمة U-value أقل بكثير وبالتالي فإن المقاومة الحرارية أعلى. لذلك يفضل عزل السقف بجميع المناخات. حيث أنه يقلل كل من حمل التبريد والتدفئة!

عناصر التظليل على الأسطح مثل البرجولات (تعريشات خشبية) إلخ تحد من الإشعاع الشمسي وبالتالي تقلل الحمل الحراري على الأسطح.

السقف الأبيض يقلل من حمل التبريد



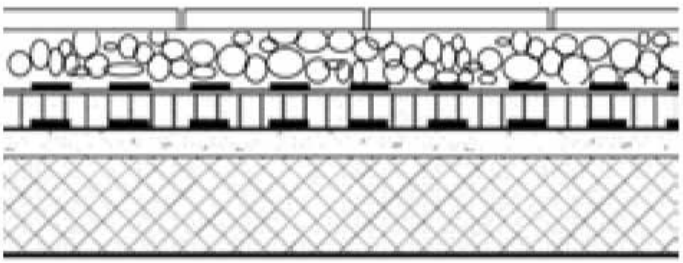
أ) سقف غير معزول
U = 1.89 W/m2K
٢ سم بلاط
٣ سم زلط
٠،٥ سم غشاء عازل للرطوبة
٥ سم رصف (screed)
٢٠ سم ببلاطة سقف خرسانة مسلحة

نموذج ٣٠: أمثلة لبناء السقف

السقف الأبيض يقلل من حمل التبريد

وهناك طريقة بسيطة نسبيا لتقليل حمل التبريد وهو طلاء السقف بلون فاتح، مثل اللون الأبيض. يعكس اللون الفاتح الكثير من الحرارة الشمسية وبالتالي يستغرق السقف وقتا أطول للوصول لدرجة حرارة عالية. وبالتالي يمر وقتا أطول قبل أن تصبح المساحة الداخلية أكثر دفئا وهذا يسمى بالفارق الزمني.

تم طلاء السطح باللون الأبيض بأحد المباني الأدارية بعمان مما ترتب عليه تأخير وصول الحرارة بفارق ساعتين. فبدلا من أن تصل الحرارة الشديدة في الثانية ظهرا وصلت بصورة اقل حرارة في الرابعه عصرا. فحين يبدأ العمل في الثامنه صباحا وينتهي في الرابعه عصرا لا يتوجب استخدام تكييف الهواء. تقوم التهوية الليلة بتبريد المساحات المكتبية لتكون مريحة مرة أخرى في الصباح

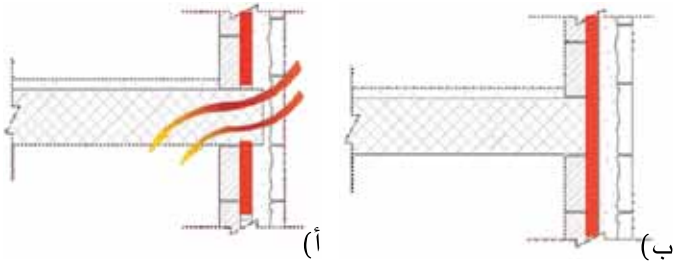


ب) السقف معزول
U = 0.46 W/m2K
٢ سم بلاط
٣ سم زلط
٠،٥ سم غشاء عازل للرطوبة
٥ سم عزل حراري بوليسترين منبثق
٠،٥ سم غشاء عازل للرطوبة
٥ سم رصف (screed)
٢٠ سم بلاطة سقف خرسانة مسلحة

* أنظر الصفحة ٢٥ لطريقة الحساب

الجسور الحرارية

مشكلة الجسر الحراري هو أنه يقطع طبقة العزل. وهذا يخلق انتقال حراري أعلى بنقاط إلتقاء عناصر البناء المختلفة مثل الأرضية مع الحائط ومثل الحائط مع النوافذ، أنظر نموذج ٣١.



نموذج ٣١: نقطة إلتقاء الأرضية مع الحائط (أ) كجسر حراري و (ب) مع العزل الجيد

تمثل الجسور الحرارية في مبنى لم يتم عزله بشكل صحيح خسائر صغيرة (عادة أقل من ٢٠٪) مقارنة بمجموع خسائر الطاقة عبر غلاف المبنى. ومع ذلك قد تسبب الجسور الحرارية في المناطق الرطبة مشاكل التكثيف خلال فصل الشتاء. هذا التكثيف يشكل أرض خصبة للتعفن – أنظر نموذج ٣٢.

عندما يتم عزل الحائط والسقف بشكل جيد تصبح نسبة الخسائر الناجمة عن الجسور الحرارية عالية (أكثر من ٣٠٪) بالمقارنة مع الخسائر عبر غلاف المبنى. وبالتالي ينبغي تجنب الجسور الحرارية في المباني ذات كفاءة استخدام الطاقة*.

إن أسلوب البناء الشائع بمنطقة الشرق الأوسط هو هيكل الخرسانة المسلحة (الأعمدة والكمرات وبلاطات الأرضيات) مع تغطية وملء الهيكل بحوائط من الطوب

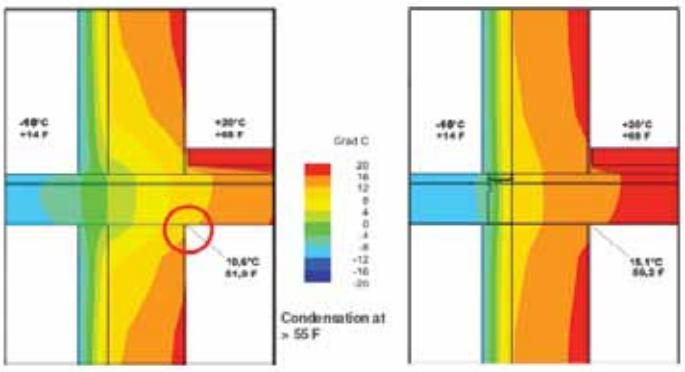
وبالتالي فالجسور الحرارية شائعة جدا.

الجسور الحرارية شائعة جدا بمنطقة الشرق الأوسط

معالجة جسر حراري: ٣ سم من البوليسترين في القوالب قبل صب الخرسانة

كيفية معالجة الجسور الحرارية:

- للعزل الداخلي تعد معالجة الجسر الحراري معقدة حيث الحاجة لتغطية حوالي٦٠ سم من السقف و الحائط بمواد العزل
- العزل الخارجي المستمر هو حل جيد وبسيط لحل الجسور الحرارية بنقطة إلتقاء الأرضية مع الحائط – أنظر الصورة صفحة ١٩
- عند وضع العزل ما بين طبقتين البناء يمكن بسهولة أن تحل الجسور الحرارية وذلك بإضافة ٣ سم من البوليسترين على حافة منطقة العمل قبل صب الخرسانة – أنظر الصورة.



نموذج ٣٢: تدفق الحرارة بنقطة إلتقاء الأرضية مع الحائط

*المصدر:
http://www.isover.com/Q-A/Implementation/What-is-a-thermal-bridge

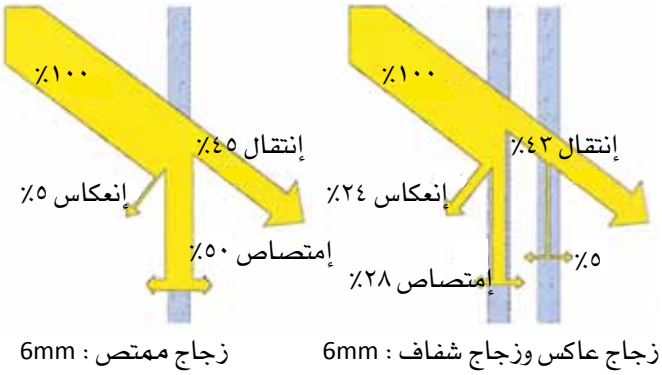
الألواح الزجاجية - التزجيج

يمكن لنافذة أن تسبب فقد للحرارة نحو خمس مرات أسرع من حائط بنفس المنطقة. لذا فإنه من المهم تحسين النفاذية الحرارية لزجاج النوافذ. وبعبارة أخرى يجب النظر في استخدام زجاج ذو مستوى منخفض من النفاذية الحرارية .

أنواع التزجيج

- الواجهات الزجاجية المفردة هي النوع الشائع في منطقة الشرق الأوسط والأقل من حيث التكلفة ولكن لديها أيضا أعلى نفاذية حرارية وبالتالي فإنها تنقل كمية حرارة كبيرة.
- وعادة ما تستخدم الواجهات الزجاجية المزدوجة لخفض الصوت كما هو الحال في مصر. إلا أنها بالإضافة إلى ذلك تساهم في الحد من إنتقال الحرارة مما يؤدي إلى حمولة التبريد أقل. فمن حيث التشييد فإنه من السهل نسبيا تركيب الزجاج المزدوج.

الواجهات الزجاجية المزدوجة لخفض حمولة التبريد.



زجاج عاكس وزجاج شفاف : 6mm زجاج ممتص : 6mm

نموذج٣٣: الزجاج يعكس ويمتص وينقل الإشعاع الشمسي

مواصفات الواجهات الزجاجية

يشار إلى **النفاذية الحرارية** في الزجاج بقيمة U-value وهو ما يماثل الحوائط والأسقف فعلى سبيل المثال:

- الزجاج المفرد: U=5.88 W/m2K
- الزجاج المزدوج: U= 2.88 W/m2K يمكن تخفيض قيمة U-value بالواجهات زجاجية المزدوجة عن طريق إضافة غاز إلى تجويف الهواء مثل الإرجون.

لحساب مجموع قيمة U-value لنافذة يجب اخذ إطار النافذة عين الإعتبار. تقلل النفاذية الحرارية المنخفضة جدا من وصول ضوء النهار. فكلما إنخفضت قيمة U-value كلما إرتفع الحد من الضوء*.

تشير قيمة **g-value** إلى انتقال الطاقة عبر الزجاج - أنظر نموذج ٣٣. للحد من الضوء الإصطناعي يجب أن تكون قيمة g-value عالية قدر الإمكان. ولكن بمنطقة ذات مستوى عال جدا الضوء الخارجي يمكن اختيار قيمة g-value أقل للحد من الإبهار.

الإنبعاثية هي كمية الإشعاع الحراري المنبعث من الزجاج. فيمكن تحسين أداء الزجاج بشكل كبير عن طريق استخدام طلاء خاص منخفض الإنبعاثية. و يعرف ناتج هذة العملية بالزجاج منخفض الإنبعاثية "Low-E"

- انبعاثية الزجاج الشفاف العادي تقرب إلى ٠.٨٤.
- طلاء البيروليتيك يمكن أن يحقيق إنبعاثية تقرب إلى ٠.٤٠ ٧

عند اختيار الزجاج يجب أن يؤخذ بعين الإعتبار تكلفة الزجاج والإطار معا. يمكن للموردين توفير المواصفات والمعلومات الفنية عن أنواع الزجاج والنوافذ المختلفة.

*يمكن أن يكون للأسطح الخارجيه للزجاج ذو قيمه U-value منخفض جدا مظهر يشبه المرآة. هذا قد يحدد استخدامها في محددة من المباني أو في استعمالات خاصة فقط.

إحكام عزل الهواء بالمباني

أن كسب الحرارة وخسارة الحرارة يحدث أيضا بسبب فجوات الهواء الصغيرة فيما بين مكونات وعناصرالمبنى مثل الجدران والنوافذ والنوافذ القابلة للفتح. وبالتالي من المهم لجميع المباني إحكام عزل الهواء لدرجه مقبولة. ينبغي معالجة إحكام عزل الهواء خلال تصميم التفاصيل واختيار مواد الربط واللحام بين عناصر المبنى. وهذا بدوره يضمن أن العزل يتم بشكل صحيح ومتمشيا مع سير العمل أثناء عملية البناء. وينبغي أن يكون مشرف البناء على علم بأهمية إحكام عزل الهواء والاشراف على ذلك خلال مراحل البناء المختلفة.

خلال مرحلة التصميم ينبغي تحديد حواجز الهواء على الرسومات ليتبين لمشرف الموقع نقاط الضعف – أنظر نموذج ٣٥.
خلال مرحلة التشييد ينبغي توجيه الاهتمام إلى النقاط التالية:

الجدران

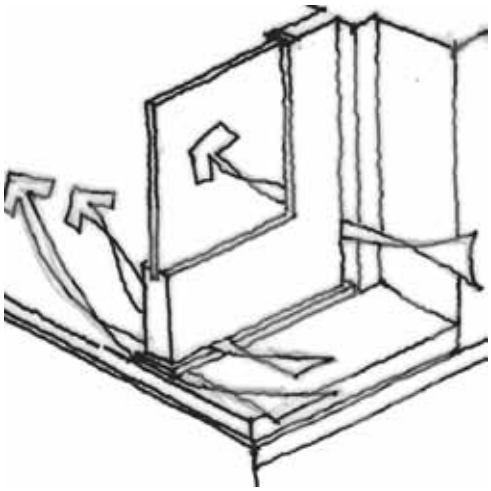
- التأكد من أن لحامات المونة مملوءة تماما
- تجنب وجود فجوات حول العناصر التي تمر خلال الجدار والسقف

النوافذ و الأبواب الخارجية

- تأكد من أن النوافذ و الأبواب مزودة بشرائط مانعه للتسرب لتوفير إحكام جيد عند الغلق
- يجب أن تكون جميع نقاط اللحام بالمبنى مُحكمة بإستخدام مواد ذات قوة تحمل مثل المونة أو الأشرطة المطاطية أو الرغوية أو الأشرطة اللاصقة

إحكام عزل الهواء بالنوافذ امر سهل جدا

نموذج ٣٤: تجنب تسلل الهواء عبر النافذة



نموذج ٣٥: تجنب تسلل الهواء عبر النافذة

يجب أن نفرق بين احكام عزل الهواء و بين العزل. فكلاهما يجب أن يتم بشكل مستقل. فالبناء المعزول جيدا ليس بالضروة أن يكون محكم. يمكن أن يمر الهواء بسهولة من خلال العزل المصنوع من جوزالهند أو المعادن أو الصوف الزجاجي. أن لهذه المواد خصائص عزل ممتازة ولكنها ليست محكمة الغلق. فمن ناحية أخرى ليس بالضرورة لبناء محكم الاغلاق أن يكون معزول بشكل جيد. على سبيل المثال رقائق الألومنيوم يمكنها تحقيق إحكام جيد للهواء ولكن لاتوجد لديها خاصية العزل المطلوبة.

مواصفات المواد

أن اختيار مواد البناء هو جزء هام من التصميم السلبي. بالاضافة إلى الجوانب المعمارية فإنه ينبغي النظر في الخصائص الحرارية لدى اختيار وتحديد مواد البناء. ولتحسين استهلاك الطاقة للمبنى يجب تقييم الخواص التالية.

يشار إلى **النفاذية الحرارية** بـ U-value (W/m^2K). وهو عبارة عن المجموع العكسي للمقاومة (R_c) لكل مواد البناء ومقاومة الأسطح الخارجية (RSO) والداخلية للغلاف- أنظر نموذج ٣٦.

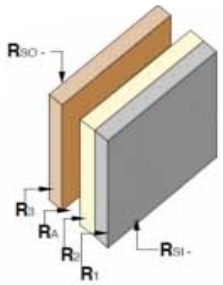
أن **R-value** (m^2K/W) هي المقاومة الحرارية للمادة وتحسب على النحو التالي:

R= t / λ (m2.K/W)

t هو سمك المادة بالمتر.

λ* هو معامل التوصيل الحراري ** للمادة.

أنواع مختلفة للعزل: البوليستيرين المنبثق (XPS) و الفلين والصوف المعدني والسليلوز



$U = 1/R_c$

$R_c = R_{so} + R + {}_1R + {}_2R + {}_2R_x + R_{si}$

التوجيه	امتصاصية السطح الخارجي (α)	الحد الأدنى المطلوب من المقاومة الحرارية (R-values) لعزل الجدران الخارجي				الحد الأقصى لقيم معامل كسب الطاقة الحرارية الشمسية (SHGC) لتوزيع النوافذ (٪)					الحد الأدنى لنسبة تظليل للزجاج بأدوات التظليل (٪)		
		الحد الأدنى للتجميع R-value	الحد الأدنى من المقاومة الحرارية العزل			WWR	نسبة النوافذ للحوائط						
			(m 2oC /W)			١٠>	٢٠-١٠	٣٠-٢٠	٣٠<	١٠>	٢٠-١٠	٣٠-٢٠	٣٠<
		(m^2°C /W)	٠,٤	٠,٦	٠,٨	SHGC					SGR		
سقف	٠,٧	٢,٧	٢,٣	٢,١	١,٩								
حوائط شمال	٠,٣٨	٠,٧٠		NR	NR								
	٠,٥٠	٠,٧٤	٠,٣٤	٠,١٤	NR								
	٠,٧٠	٠,٨٢	٠,٤٢	٠,٢٢	NR								
حوائط شمال شرق/ شمال غرب	٠,٣٨	٠,٨٩	٠,٤٩	٠,٢٩	NR								
	٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٢٠	٠,٦٥	٠,٥٠	٠,٤٥	٠,٣٥	٦٠	٨٠	٩٠	٩٠
	٠,٧٠	١,١٨	٠,٧٨	٠,٥٨	٠,٣٨								
حوائط شرق/ غرب	٠,٣٨	١,٠٧	٠,٦٧	٠,٤٧	٠,٢٧								
	٠,٥٠	١,٢٣	٠,٨٣	٠,٦٣	٠,٤٣	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٠,٢٧	٧٠	٨٠	٩٠	٩٠
	٠,٧٠	١,٥٠	١,١٠	٠,٩٠	٠,٧٠								
حوائط جنوب شرق/ جنوب غرب	٠,٣٨	٠,٩٧	٠,٥٧	٠,٣٧	٠,١٧								
	٠,٥٠	١,٢٣	٠,٨٣	٠,٦٣	٠,٤٣	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٠,٢٧	٧٠	٨٠	٩٠	٩٠
	٠,٧٠	١,٣٢	٠,٩٢	٠,٧٢	٠,٥٢								
حوائط جنوب	٠,٣٨	٠,٨٢	٠,٤٢	٠,٢٢	٠,٠٢								
	٠,٥٠	٠,٩٠	٠,٥٠	٠,٣٠	NR	٠,٧١	٠,٦٤	٠,٥٥	٠,٥	٦٠	٧٠	٩٠	٩٠
	٠,٧٠	١,٠٤	٠,٦٤	٠,٤٤	٠,٢٤								

نموذج ٣٧ : متطلبات غلاف المبنى للمباني المكيفة بالقاهرة - الكود المصري لكفاءة استخدام لطاقة في المباني

* λ هو حرف يوناني يعرف بأسم : لامدا

** هذه هي كمية الطاقة التي تمر بوحدة زمن من خلال منطقة معينة (W/m.K) . ويشار أيضا إلى هذا التوصيل الحراري بـ k (W/m.K).

الملحق

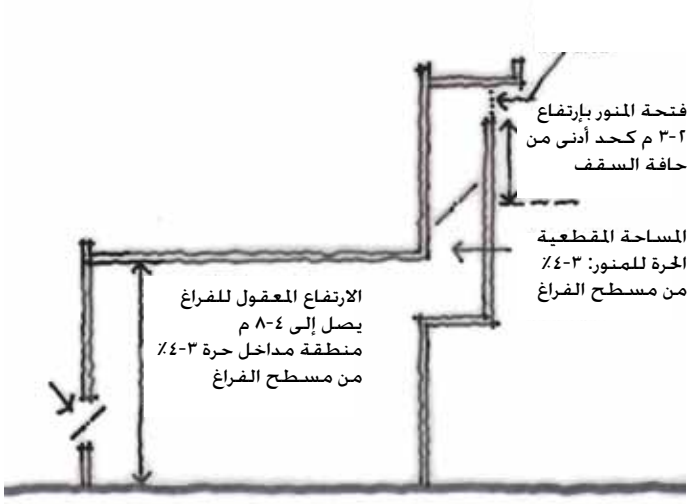
التوصيل الحراري لمواد البناء الشائعة في مصر

الوصف	التوصيل ك (واط / م. °C) k (W/m.°C)	الكثافة (كجم / م ٣) (kg/m3)	المقاومة الحرارية للسماكات المختلفة (mm) R (m2.°C/W)				
١: الطوب (ملم)			١٢٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٨٠
١.١ الطوب الأحمر	٠,٦	١٨٥٠	٠,٣٧	٠,٤٢	٠,٥٠	٠,٥٩	٠,٨٠
١.٢ طوب اسمنتى مصمت	١,٤	٢٠٠٠	٠,٢٦	٠,٢٨	٠,٣١	٠,٣٥	٠,٤٤
١.٣ طوب رملي ثقيل	١,٧	٢٠٠٠	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,٢٩	٠,٣٢	٠,٣٩
١.٤ طوب رملي خفيف	٠,٣٥	٦٥٠	٠,٥١	٠,٦٠	٠,٧٤	٠,٨٨	١,٢٦
١.٥ طوب طفلي ومفرغ	٠,٦	١٧٩٠	٠,٣٧	٠,٤٢	٠,٥٠	٠,٥٩	٠,٨٠
١.٦ أسمنتي ومفرغ	١,٦	١١٤٠	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,٤١
٢ البلاط (ملم)			١٠	٢٠	٣٠		
٢.١ بلاط أسمنتي	١,٤	٢١٠٠	٠,١٨	٠,١٨	٠,١٩		
٢.٢ بلاط السيراميك	١,٦	٢٠٠٠	٠,١٨	٠,٠٠	٠,٠٠		
٢.٣ PVC بوليفينيل الكلوريد	٠,١٦	١٣٥٠	٠,٢٣	٠,٠٠	٠,٠٠		
٢.٤ بلاط مطاطي	٠,٤	١٧٠٠	٠,٢٠	٠,٠٠	٠,٠٠		
٢.٥ بلاط موزايكو	١,٦	٢٤٥٠	٠,١٨	٠,١٨	٠,١٩		
٣: خشب (ملم)			١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
٣.١ الزان	٠,١٧	٧٠٠	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,٣٥	٠,٤١	٠,٤٦
٣.٢ التنوب	٠,١٠٥	٤١٥	٠,٢٧	٠,٣٦	٠,٤٦	٠,٥٥	٠,٦٥
٣.٣ البلوط	٠,١٦	٧٧٠	٠,٢٣	٠,٣٠	٠,٣٦	٠,٤٢	٠,٤٨
٣.٤ الماهوجني	٠,١٥٥	٧٠٠	٠,٢٣	٠,٣٠	٠,٣٦	٠,٤٣	٠,٤٩
٣.٥ الصنوبر	٠,١٤	٦٦٠	٠,٢٤	٠,٣١	٠,٣٨	٠,٤٦	٠,٥٣
٣.٦ الخشب الرقائقي	٠,١٤	٥٣٠	٠,٢٤	٠,٣١	٠,٣٨	٠,٤٦	٠,٥٣
٣.٧ ألواح رقائق	٠,١٧	٤٠٠	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,٣٥	٠,٤١	٠,٤٦
٤: الجبس والأسمنت (مم)			٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠
٤.١ جبس	٠,١٥	٣٢٠	٠,٣٠	٠,٣٧	٠,٤٤	٠,٥٠	٠,٥٧
٤.٢ ألواح الجبس	٠,٣٩	٩٥٠	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٣٠	٠,٣٢
٤.٣ أسمنت بورتلاند	٠,١٧٥	١٣٣٥	٠,٢٨	٠,٣٤	٠,٤٠	٠,٤٦	٠,٥١
٥: الحجارة (ملم)			١٢٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٨٠
٥.١ الحجر الرملي	١,٦	١٨٠٠	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,٤١
٥.٢ حجر جيري	٠,٧٩	١٦٠٠	٠,٣٢	٠,٣٦	٠,٤٢	٠,٤٩	٠,٦٥
٦: العزل (مم)			٢٠	٤٠	٦٠	٨٠	١٠٠
٦.١ البوليستيرين الممدد	٠,٠٣٤	٣٥	٠,٧٦	١,٣٥	١,٩٣	٢٠٥٢	٣,١١
٦.٢ البوليسترين المنبثق	٠,٠٣	٣٠	٠,٨٤	١,٥٠	٢,١٧	٢,٨٤	٣,٥٠
٦.٣ حبيبات البوليستيرين	٠,٠٤٥	١٥	٠,٦١	١,٠٦	١,٥٠	١,٩٥	٢,٣٩
٦.٤ البولي يوريثين	٠,٠٢٦	٣٠	٠,٩٤	١,٧١	٢,٤٨	٣,٢٥	٤,٠٢
٦.٥ برليت حر	٠,٠٥٥	١٢٠	٠,٥٣	٠,٩٠	١,٢٦	١,٦٢	١,٩٩
٦.٦ فرميكيوليت حر	٠,٠٦٥	١٠٠	٠,٤٨	٠,٧٩	١,٠٩	١,٤٠	١,٧١
٦.٧ فرميكيوليت أسمنتي	٠,٢٢	٦٥٠	٠,٢٦	٠,٣٥	٠,٤٤	٠,٥٣	٠,٦٢
٦.٨ سيليتون	٠,١٧	٤٨٠	٠,٢٩	٠,٤١	٠,٥٢	٠,٦٤	٠,٧٦

R_{Si}=٠,١٢٣ (m².°C/W) R_{SO} = ٠,٠٤(m².°C/W)

*يرجى ملاحظة أن معامل المقاومة الحرارية Rc في هذا الجدول تشمل معامل المقاومة الحرارية للطبقة الخارجية Rsi وللطبقة الداخلية Rs0 ، والتي تطبق عادة فقط في حالة الحوائط، انظر الشكل ٣٦. عند النظر الى معامل المقاومة الحرارية لطبقة واحدة من المادة فإن Rs0 و Rsi فقط لا يتم أخذهما في الاعتبار، وبناء على ذلك يتم تقليل القيم في الجدول بمقدار 0.127، حيث أن Rs0 = 0.4 m2.c/W و Rsi = 0.123 m2.c/W

حساب فتحات التهوية



نموذج ٣٨: تصميم تهوية بواسطة منور تهوية

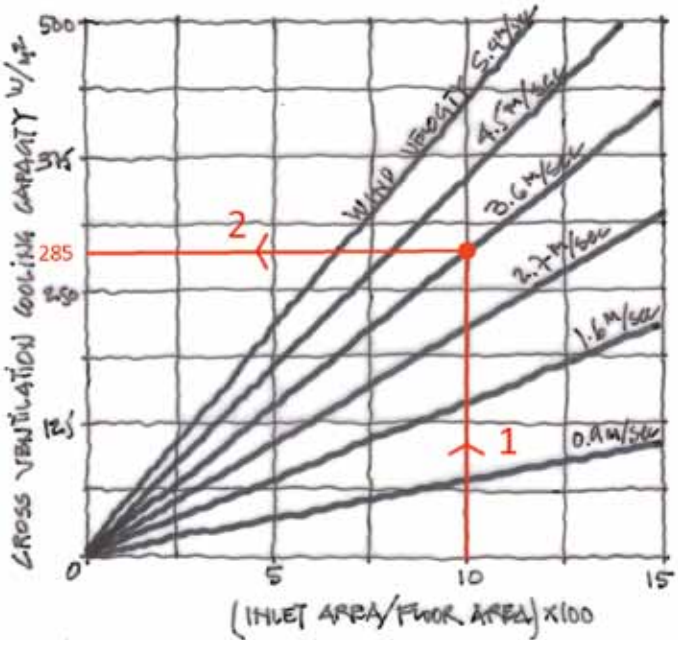
طريقة حساب قدرة تهوية المنور على التبريد:

١. حساب نسبة مساحة المنور إلى مساحة أرض الفراغ الذي سيقوم المنور بتبريده
٢. رسم خط عمودي ليتقاطع مع الارتفاع المخطط للمنور - أنظر نموذج ٣٩
٣. تقاطع الخط العمودي و الخط المائل يدل على الارتفاع فيرسم خط أفقي نحو اليسار
٤. تقاطع هذا الخط مع المقياس العمودي يشير إلى مدى قدرة التهوية بواسطة المنور على التبريد

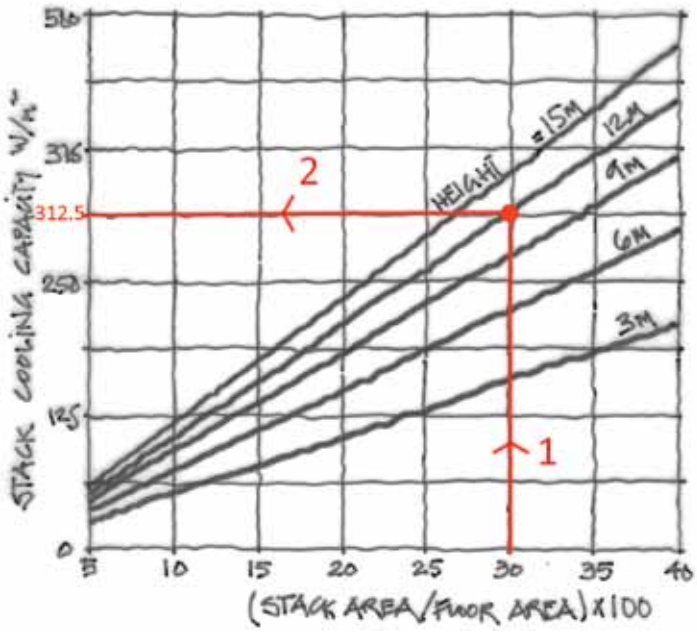
طريقة حساب مساحة المداخل:

١. حساب نسبة مساحة المداخل (منطقة فتحات النوافذ) إلى مساحة أرض الفراغ الذي ستقوم النوافذ بتبريده
٢. رسم خط عمودي يتقاطع مع سرعة تدفق الرياح المفترضة مسبقاً في التصميم - أنظر نموذج ٤٠
٣. تقاطع الخط العمودي والخط المائل يدل على سرعة الرياح فيرسم خط أفقي نحو اليسار
٤. تقاطع هذا الخط مع المقياس العمودي يشير إلى مدى قدرة التهوية العابرة للفراغ على التبريد

في كلتا الحالتين، يمكن تطبيق الطريقة العكسية لحساب أبعاد العنصر (المنور أو فتحات النوافذ) بناء على قدرة التبريد المطلوبة.



نموذج ٣٩: قدرة التهوية العابرة للفراغ على التبريد تبعا لحجم النوافذ وسرعة الرياح



نموذج ٤٠: قدرة تهوية المنور على التبريد تبعا لحجم النوافذ وسرعة الرياح

المراجع

١. جوزيف أيوارو وأبراهام مواشا (٢٠١٠) مراجعة لضوابط وسياسة طاقة البناء للحفاظ على الطاقة في البلدان النامية
٢. دراسة لقواعد كفاءة استخدام الطاقة بالبناء – رفيق ميساوي – الكور MED ENEC http://www.med-enec.eu/sites/default/files/user_files/downloads/EEBC%20study_Draft%20October%202012.pdf ٢٠١٢
٣. المفوضية الأوروبية (٢٠٠٠) الورقة الخضراء. نحو استراتيجية أوروبية لضمان أمن امدادات الطاقة.
٤. مركز دراسات البيئة المبنية (CSBE) بدعم من المشروع الممول من الاتحاد الأوروبي MED ENEC (٢٠٠٩). كيف يمكن لبيت أن يكون كفء في استخدام الطاقة؟ www.csbe.org
٥. تحدي ادخال ممارسات البناء البديلة على البيئة المبنية بالعقبة – تشي بيجز و طارق عمطيره و فيليب بيك- في اشارة الى بيرلماتر و مير ص. ١٩ Pearlmutter & Meir (١٩٩٥). أندير ج. د. ٢٠٠٣ الأداء و تصميم ضوء النهار. نيويورك: جون وايلي وأولاده.
٦. الدليل الارشادي لكفاءة استخدام الطاقة بالتخطيط الحضري MED-ENEC ٢٠١٣ www.med-enec.eu
٧. تدريب قواعد كفاءة استخدام الطاقة بالبناء – المجلس الأردني للأبنية الخضراء – د/ أسماعيل الحنيطي و فلورينتين فيزر
٨. قواعد كفاءة استخدام الطاقة بالبناء المصرية HBRC

الصور

الغلاف: مجمع قبه – نظره عامه منى سكني للطلبة – برايم ديزين
الداخل: مشروع تبرورة @ - www. taparura.com SEACNVS
ص١: أعلى: مناخ
منتصف: مبنى على هيئة فناء، الجيزة الجديدة، مصر – ديزاين ستوديو – م/ عمرو غالي نيو جيزة
اسفل: بناء حائط – السفارة الهولنديه – الأردن – رودي يوتنهاك – م/ فلورينتين فيزر
ص٢: منتجع فينان الصديق للبيئة ،الأردن – م/ عمار خماش @ م/ فلورينتين فيزر
ص٣: يبدأ البناء الكفء من حيث استغلال الطاقة من مرحلة التصميم المعماري، مشروع العبدلي، الأردن @ م/فلورينتين فيزر
ص.٤ مبنى تقليدي من اليمن @ سلمى سمر دملوجي
ص.٨ مشروع كفاءة استخدام الطاقة العقبه ريزيدنس AREE – مشروع تجريبي @ م/ فلورينتين فيزر
ص.٩ يتلقى السقف أعلى اشعاع شمسي – أي سي جي ECG– د/ وائل شعبان @ بي اتش ايه اس BHAS
ص.١٠ صائد رياح بأحد المنازل بالفيوم، مصر– العجيزي للهندسة المعمارية @ دينا البطل
ص.١١ استخدامات على المدى القصير توضع ناحية الجانب الساخن – العجيزي للهندسة المعمارية @ دينا البطل
ص.١٢ مبنى على هيئة فناء، الجيزة الجديدة، مصر – ديزاين ستوديو – م/ عمرو غالي نيو جيزة
ص.١٣ أعلى: نوافذ كبيرة الحجم على الجانب الشمالي– منتجع فينان الصديق للبيئة ،الأردن – م/ عمار خماش @ م/ فلورينتين فيزر
اسفل (يمين و يسار): نسبة WWR @ م/ فلورينتين فيزر
ص.١٤ تصميم دقيق لنافذة – العجيزي للهندسة المعمارية @ دينا البطل
ص.١٥ تظليل نوافذ أفقي في العبدلي – الأردن @ م/ فلورينتين فيزر
ص. ١٦ كتلة خرسانية مع العديد من قيم التوصيل الحراري @ م/ فلورينتين فيزر
ص. ١٧ تصميم المناظر الطبيعية – مشروع AREE، الأردن @ م/ فلورينتين فيزر
حديقة على سطح المبنى– مشروع AREE، الأردن @ جوزيف زكاريان
ص. ١٨ مبنى كريستال في عمان بالأردن @ م/ فلورينتين فيزر
ص. ١٩ عزل خارجي لاسكان الشباب، مشروع تجريبي بسوريا @ MED-ENEC
ص. ٢٠ عزل تجويفي للجدار @ م/ فلورينتين فيزر
ص. ٢١ تطبيق عزل السقف للحد من أحمال التبريد. @ www.dreamstime.com
السقف الأبيض يقلل من حمولة التبريد @ م/ فلورينتين فيزر
ص.٢٢ الجسور الحرارية وحلول للجسر الحراري @ فلورينتين فيزر
ص.٢٣ الواجهات الزجاجية المزدوجة فعالة لخفض حمولة التبريد @ www.dreamstime.com
ص.٢٤ احكام سدود الهواء بالنوافذ امر سهل جدا @ فلورينتين فيزر
ص.٢٥ أنواع مختلفة للعزل

قائمه النماذج

بواسطة م/ أرام يريتزيان ما لم يذكر غيره:

١. التطور المعماري لمراحل التصميم الخامل
٢. استراتيجية اقتصادية لمبني كفء في استخدام الطاقة – فلورينتين فيزر
٣. المبادئ الأساسية للفيزياء
٤. رسم تخطيطي لمسار الشمس مع زوايا الشمس لمصر
٥. أنماط مختلفة لنقل الطاقة
٦. نطاق راحة المناخ الداخلي
٧. تحليل البيانات المناخية – دليل للبناء و الطاقة – منظمة حفظ الطاقة والتخطيط (OEOP) (يوليو١٩٩٨)
٨. اتجاه واجهة المباني والاشعاع الشمسي في مصر– استنادا إلى OEOP
٩. الاتجاه نحو المحور الشرقي – الغربي (أ) يقلل من حمل التبريد
١٠. استراتيجيات التهوية: (أ) تهوية الجانب الواحد (ب) تهوية متقاطعة و (ج) تهوية مكدسة
١١. التوزيع الحراري – استنادا إلى المعهد الامريكي للمهندسين المعماريين،١٩٨١
١٢. Office Building New Cairo, Egypt, Florentine Visser Architect تنظيم المساحات وفقا لوقت الاستخدام والتعرض لأشعة الشمس
١٣. مدى دمج كتلة البناء
١٤. الفناء لخلق مناخ داخلي و خارجي جيد
١٥. استهلاك الطاقة بناء علي شكل و هيئة المبنى
١٦. أنماط بناء ذات كفاءة في استخدام الطاقة
١٧. نسب النوافذ إلى الحوائط لواجهة مبنى
١٨. احتمالات الحصول على ضوء النهار
١٩. دخول ضوء النهار غير المباشر يقلل من وهج الضوء الساطع
٢٠. الحد من كسب الحرارة الشمسية عن طريق تظليل النوافذ
٢١. تظليل لمناخ (أ) مختلط و (ب) دافئ / حار
٢٢. تظليل عمودي للجانب الشرقي / الغربي
٢٣. أنواع التظليل ومعامل التظليل (SC)
٢٤. الانعكاس والامتصاص لأسطح مصنوعه من الألمنيوم أو المطلية باللون الأبيض
٢٥. تظليل شجرة مظلة
٢٦. التظليل عن طريق الشجيرات
٢٧. تاثير العزل الحراري
٢٨. اقسام الحوائط و قيم U-Values - www.csbe.org_assets_٢-Green-Building_Energy-Efficiency-Booklet-EN
٢٩. التوصيل الحراري (U-value) لحائط مجوف معزول (مصر)

٣٠. أمثلة لبناء السقف – www.csbe.org_assets_Green-Building_Energy-Efficiency-Booklet-EN-2
٣١. نقطة التقاء الأرضية مع الحائط – www.csbe.org_assets_Green-Building_Energy-Efficiency-Booklet-EN-٢
٣٢. تدفق الحرارة بنقطة التقاء الأرضية مع الحائط – العزل من أجل الاستدامة ، دليل أرشادي – www.whitetopsnyc.org/?p=blog/١٧٩
٣٣. يعكس الزجاج و يمتص و ينقل الاشعاع الشمسي
٣٤. الخط الحاسم لاحكام سدود التهوية
٣٥. تجنب تسلل الهواء عبر النافذة
٣٦. طريقة حساب التوصيل الحراري
٣٧. متطلبات غلاف البناء للمباني المكيفة بالقاهرة – قواعد كفاءة استخدام الطاقة بالبناء المصرية
٣٨. تصميم تهوية يحركها التكدس
٣٩. قدرة التهوية المتقاطعة على التبريد تبعا لحجم النوافذ وسرعة الرياح
٤٠. قدرة تهوية التكدس على التبريد تبعا لحجم النوافذ وسرعة الرياح

اختصارات

AUB	الجامعة الأميركية ببيروت
CO2	ثاني أكسيد الفحم
EE	كفاءة استخدام الطاقة
EU	الاتحاد الأوروبي
g-value	نفاذية الطاقة الشمسية (٪)
HVAC	التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
Low-e	انبعاثية منخفضة
MENA	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
RC	معامل انعكاس
RH	الرطوبة النسبية (٪)
R-Value	المقاومة الحرارية (m2K/W)
SC	معامل التظليل
SHGC	معامل كسب الطاقة الحرارية الشمسية
SGR	نسبة تظليل للزجاج
SRI	مؤشر الانعكاس الشمسي
S/V ratio	نسبة السطح إلى الحجم
T	درجة الحرارة المئوية
U-Value	التوصيل الحراري (W/m.K)
WWR	نسبة النوافذ للحوائط
XPS	البوليستيرين المنبثق

شكر خاص للمساهمة في إخراج النسخة العربية

هيئة المجتمعات العمرانية الجديدية
د/ هند فروح
م/ عمرو محسن – شركة لوتس للطاقة الشمسية
د/ آرام يريتزيان – شركة برايم ديزاين – لبنان

طبعه

المؤلفين:
فلورينتين فيسر ، MED-ENEC خبير رئيسي بكفاءة الطاقة والبناء والتخطيط الحضري MED-ENEC ، مصر
آرام يريتزيان، برايم ديزاين، لبنان

التصميم والطباعة: إنتجرتي، القاهرة

المحرر: تيودور لوماس – جمستون نتورك
الترجمة: رشا عمران
المراجعة التقنية للنسخة العربية: محمد أبو سمره

الاتصال: مكتب مشروع MED-ENEC

٧ ش تاج الدين السبكى، ١١٦٣١ مصر الجديدة، القاهرة، مصر
البريد الإلكتروني: info@med-enec.eu
الهاتف:
+٢٠ (٠) ٢ ٢٤ ١٨ ١٥ ٧٨ / ٩ (Ext.١٠٨)
سكايب: florentine.visser

This project is funded by the European Union

حقوق النشر: أي معلومات من هذه الدراسة يمكن استخدامها أو نسخها مع شرط ذكر MED-ENEC كمصدرنقل عن البوابة الإلكترونية www.med-enec.eu
في حال النشر الإكتروني يجب ايضاح شعار MED-ENEC وعلم الاتحاد الأوروبي.

اخلاء المسئولية: أن محتويات هذه المطبوعة مسؤولية المؤلف و لايمكن في أي حال من الأحوال أن تتخذ كأنعكاس لوجهات نظر الاتحاد الأوروبي. المعلومات الواردة في هذه الدراسة تم بحثها بعناية وجمعها باجتهاد. ومع ذلك، لا يقبل MED-ENEC ولا شركاء الإئتلاف أي مسؤولية أو اعطاء أي ضمان لصحة ودقة واكتمال المعلومات المقدمة.
لا تفرض أي التزامات قانونية عن أضرار مادية أو غير مادية عينية والناجمة عن استخدام أو عدم استخدام المعلومات المقدمة أو استخدام معلومات خاطئة أو ناقصة– هذه الدراسة يحتوي على روابط لمواقع الطرف ثالث. المواقع المرتبطة ليست تحت حكم MED-ENEC و MED-ENEC ليست مسؤولة عن محتويات أي وصلات الموقع المذكور أو أي رابط موجود في موقع مرتبط. أن هذه المواقع المتصلة ليست تحت مراقبة MED-ENEC و-MED ENEC ليست مسؤولة عن محتويات أي روابط للمواقع المذكورة أو أي رابط موجود على موقع مرتبط.

يشير MED-ENEC لمزيد من اخلاء المسؤولية والاشعارات القانونية للاتحاد الأوروبي وGIZ:
http://europa.eu/geninfo/legal_notices_en.htm#disclaimer
http://www.gtz.de/en/rechtliches/691.htm

ائتلاف الشركاء:

إن كنت تخطط لتشييد مبنى جديد أو معني فقط بذلك فلماذا لا تجعله كفء في استخدام الطاقة؟

في كثير من الأحيان يكون ذلك بدون تكاليف اضافية. وهو دائما خيار فعال من حيث التكلفة.

وبالنسبة للمخططين والمهندسين المعماريين وشركات البناء والملاك والشاغلين المستقبلين يعتبر ذلك فرصة رابحة للجميع.

فمن خلال التخطيط مسبقا يمكنك أن توفر في ميزانية البناء.

فكر مليا بـ : الموقع والتوجيه (بالنسبة للشمس والرياح السائدة) ومواد البناء والعزل وبناء الجدران والسقف والغطاء النباتي الطبيعي والتشجير والمساحات الخارجية و بالطبع استخدامات المبنى.

أن الجمع بين كل هذا بشكل صحيح سوف يوفر في تكاليف البناء وتكاليف التشغيل . وسوف ينشئ مبنى أفضل للعيش والعمل به وكذلك اضافه فائدة للبيئة على المدى الطويل وسيكون الجميع فخور بهذا المبنى الجديد.

إن هذا دليل عملي يوضح كيفية القيام بذلك.

This project is funded by
the European Union

www.med-enec.eu