EWA
هيئة الكهرباء والماء
Electricity & Water Authority
Kingdom of Bahrain

إدارة ترشيد الكهرباء والماء

دليل تطبيق العزل الحراري في مملكة البحرين

(إصداروحدة العزل الحراري)

المحتويات

الرقم	الموضوع	الصفحة
1	مقدمة	4-3
2	تشريع العزل الحراري في مملكة البحرين	6-5
3	اشتراطات العزل الحراري للمباني	8 -7
4	إجراءات التطبيق	12-9
5	تقديم الطلبات بواسطة المكتب الهندسي	14-13
6	تصميم العزل الحراري	17-15
7	مواد وأنظمة العزل	19-18
8	المخالفات/الأخطاء الشائعة التي لوحظت في تطبيق العزل الحراري	23-20
9	موجز عن الخصائص الحرارية لمواد البناء	24
10	الترخيص الآلي الالكتروني لطلبات رخص البناء	26-25

1- مقدمة:

لماذا يجب عزل المباني حرارياً في مملكة البحرين؟

تُستهلك الطاقة داخل المباني من أجل التكييف والإنارة والطبخ والنظافة والترفيه ... الخ. ولقد دلت الدراسات والبحوث التي أجريت في البحرين أن أجهزة التكييف تستهلك أكثر من 65 % من الطاقة التي يحتاجها المبنى. إن معدلات استهلاك الطاقة من أجل التكييف تعتمد على ثلاث عناصر رئيسية هي:-

1- معدل انتقال الحرارة من وإلى المبنى والذي يعتمد على عدة عناصر منها شكل المبنى، توجيه المبنى، المسطحات الزجاجية ، الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي .... الخ.
2-سلوك مستخدمي المبنى وذلك من خلال التحكم في أجهزة التكييف والإنارة وغيرها.
3-السياسة العامة للدولة من خلال تحديد تعرفة الكهرباء ووضع اللوائح والقوانين الخاصة بالمباني.

لا شك أن لشكل المبنى وتخطيطه وتصميمه وخصائص مواد المبنى المستخدمة فيه أثر كبير في تحديد متطلبات المبنى من الطاقة الكهربائية من أجل التحكم في المناخ الداخلي بما يلائم متطلبات الراحة الحرارية وتوفير الإضاءة اللازمة . لذا فإنه يتعين على المصممين المعماريين عمل الدراسات والتحليلات اللازمة التي تساعد على الاستفادة من خصائص المناخ بهدف تقليل الاعتماد على التكييف الاصطناعي وأيضاً الاستفادة من الإنارة الطبيعية.

وقد دلت التجارب على أن عامل التحكم في الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي للمبنى هو الأكثر فاعلية في الحصول على الأداء الحراري المطلوب . وعلى هذا الأساس تم وضع لائحة العزل الحراري والتي ركزت على الأداء الحراري للمبنى و بالتحديد على الخصائص الحرارية للأسقف والجدران الخارجية ونسبة المسطحات الزجاجية لتحد من انتقال الحرارة عبر الغلاف الخارجي وذلك لوضع حد أعلى لمعامل الانتقال الحراري (U-value) للأسقف والجدران الخارجية و كذلك تحديد نوعية زجاج النوافذ والمسطحات الخارجية. ومن أهم الوسائل التي تساعد على تحقيق اشتراطات اللائحة استخدام مواد العزل الحراري، والتي تساعد في الحد من تسرب الحرارة من خارج المبنى إلى داخله خلال فصل الصيف ومن الداخل إلى الخارج خلال فصل الشتاء البارد.

تنتقل الحرارة من وإلى المبنى من خلال التالي:
1-الجدران والأسقف.
2-النوافذ والمسطحات الزجاجية.
3-فتحات التهوية.

إن الحرارة المنتقلة عبر الجدران والأسقف في أيام الصيف تمثل القسم الأكبر من كمية الحرارة التي يتعين التخلص منها بواسطة التكييف الاصطناعي وتقدر نسبتها بحوالي 60-70%، وبالتالي يكون استخدام العزل الحراري في الجدران والأسقف ذا أهمية قصوى من أجل ترشيد استهلاك الطاقة. وللعزل الحراري مزايا عديدة منها:-

1-ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية التي يحتاجها المبنى من أجل التبريد والتدفئة.
2-تخفيض سعة أجهزة التكييف الاصطناعي وبالتالي خفض التكلفة الابتدائية .
3-حماية عناصر المبنى من تغيرات الإجهاد الحراري نتيجة للتمدد والانكماش.
4-تقليل قيمة فاتورة الكهرباء الشهرية بالنسبة للمشترك.
5- زيادة مستوى الراحة للقاطنين.
6-المحافظة على البيئة من خلال تقليل انبعاث الغازات الناتجة من محطات توليد الكهرباء.

وتعتبر النوافذ والمسطحات الزجاجية الخارجية نقطة الضعف الأولى في انتقال الحرارة بواسطة التوصيل والإشعاع، لذا ينصح بالتقليل من المسطحات الزجاجية المعرضة للمناخ الخارجي، ولأشعة الشمس المباشرة مع تركيب الزجاج العازل و المزدوج.

2 – تشريع العزل الحراري في مملكة البحرين

2-1 قرار العزل الحراري 1999/8:

في عام 1999 صدر القرار الوزاري من قبل سعادة وزير الإسكان والبلديات بإلزامية تطبيق العزل الحراري في جميع المباني في مملكة البحرين المكونة من 5 طوابق وأكثر، والتي تتطلب تكييف الهواء. و ينص القرار على المتطلبات التالية:

أ. يجب استخدام مواد العزل الحراري للأسقف والجدران لجميع المباني التي تتطلب تكييف الهواء وفقًا لما يلي:

1- يجب ألا تزيد قيمة معامل الانتقال الحراري (U-value) للأسقف عن 0.6 وات / م^2- درجة مئوية

2- يجب ألا تزيد قيمة معامل الانتقال الحراري (U-value) للجدران الخارجية عن 0.75 وات / م^2- درجة مئوية.

3- يجب استخدام الزجاج المعزول في جميع المباني التي يزيد ارتفاعها عن ثلاثة طوابق أو إذا كانت مساحة الأسطح الزجاجية تتراوح بين 10-20٪ من إجمالي مساحة السطح الخارجي لمظروف المبنى. من ناحية أخرى ، إذا كانت المساحة المزججة أكثر من 20٪ ، فيجب استخدام الزجاج المزدوج المعزول.

ب. يشمل هذا القرار جميع المباني الجديدة التي تحتاج إلى تكييف الهواء ، كما يشمل المباني القديمة التي تتطلب إعادة البناء أو التوسعة. تم تنفيذ القرار للمباني المكونة من خمسة طوابق أو أكثر.

2-2 قرار العزل الحراري 2012/63:

في عام 2012 صدر القرار الوزاري من قبل سعادة وزير الإسكان والبلديات بتطبيق العزل الحراري على جميع المباني السكنية والمرافق والمخازن والمتاجر التي تستخدم التبريد وتكييف الهواء. وبناءً على ذلك ، يجب أيضًا تطبيق العزل الحراري في المباني التي تقل عن 5 طوابق والتي لم تكن مشمولة في وقت سابق بموجب قرار العزل الحراري 1999/8. لقد دخل هذا القرار(2012/63) حيز التنفيذ اعتبارًا من 1 سبتمبر 2013، ويتطلب العزل الحراري:

أ. توفير العزل الحراري لجميع الجدران الخارجية بما في ذلك الأعمدة المكشوفة ، العوارض ، جدران الدرج والمناور. الجدران الخارجية للمبنى المتاخمة للمباني المجاورة (إن وجدت) يجب عزلها أيضاً.

ب. توفير العزل الحراري للسقف بما في ذلك أحواض السباحة وحجرات الدرج / المصاعد.

ج. يجب عزل الأرضيات وجدران المساحات المكيفة المعرضة للمساحات غير المكيفة مثل مواقف السيارات / مناطق الخدمة في المبنى.

د. يجب عزل مناطق (Spandrel) التابعة للجدران الستارية (Curtain walls).

2-3 قرار العزل الحراري 2018/149 :

في عام 2018 صدر القرار الوزاري من قبل سعادة وزير الأشغال وشئون البلديات والتخطيط العمراني بشأن لائحة العزل الحراري في المباني، والذي تم بموجبه تعديل معامل التوصيل الحراري (U-Value) إلى 0.57 بالنسبة للجدران و0.3 بالنسبة للأسقف، كما تم تعديل المواصفات الخاصة بالزجاج، ويدخل حيز التنفيذ ابتداءً من 1 مارس 2019م.

3- اشتراطات العزل الحراري للمباني:

1. يجب استخدام العزل الحراري للأسطح والجدران حسب الجدول التالي:

جدول رقم (1)	
العزل الحراري	**الحد الأقصى لمعامل الانتقال الحراري الصيفي (W/m2.C) U Value**
للأسطح	0.3
للجدران	0.57

2. يجب استخدام الزجاج العازل في نوافذ المباني حسب الجدول التالي:

جدول رقم (2)			
الحالات	**الحد الأقصى لمعامل الانتقال الحراري الصيفي (W/m2.C) U Value**	**الحد الأقصى لمعامل التظليل shading coefficient**	**الحد الأدنى لمعامل انتقال الإنارة Light Transmission**
نسبة مساحة الزجاج أقل أو تساوي 40%	2.1	0.4	0.25
نسبة مساحة الزجاج أعلى من 40%	1.9	0.3	0.20
المنور / فتحات الأسقف	1.9	0.25	0.10
الواجهات التجارية والمعارض	1.9	0.76	-

3. بالإضافة إلى عزل الأسقف والجدران والمسطحات الزجاجية، يجب أيضاً عزل جميع الواجهات والأسطح والشرفات التي تكون مكشوفة للطقس الخارجي، كما ينبغي أخذ كل الاحتياطات اللازمة للتخلص من الجسور الحرارية في النوافذ والأبواب والجدران.

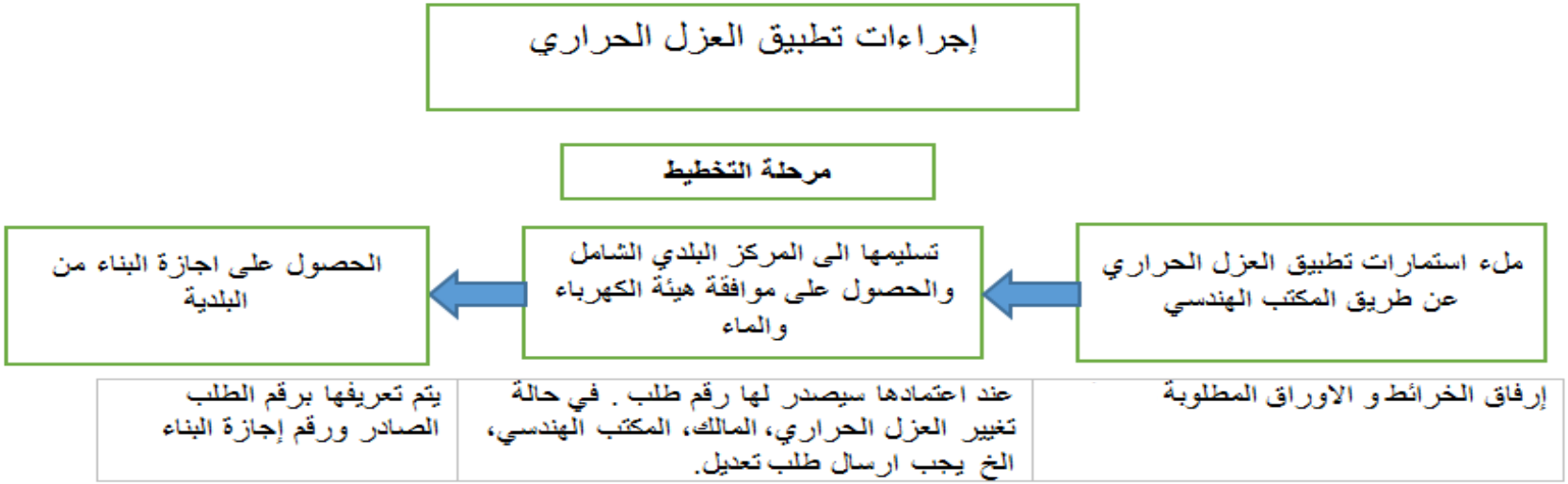
4. يجب أن تكون مكونات الأسطح باردة أو مطلية بحيث تصبح عاكسة لأشعة الشمس على أن لا يقل معامل الانعكاس (Reflectance) عن 0.65 ومعامل الاشعاع (Emittance) عن 0.75، على أن يتم إعفاء مساحات الأسطح الحاضنة للألواح الفوتوفولتية من هذا الشرط.

5. يشترط في خصائص ومواصفات مواد العزل الحراري للمباني:
   - أن تكون معتمدة من قبل هيئة الكهرباء والماء في مملكة البحرين وذلك وفقاً لاشتراطات وأنظمة الهيئة.
   - أن تكون مقاومة للاشتعال وغير منتجة لأية غازات سامة عند التعرض للحريق. كما يجب اعتماد المواصفات الخاصة بمقاومة الحريق من قبل الجهة المعنية بالإدارة العامة للدفاع المدني.
   - أن تعتمد البيانات الصادرة عن هيئة الكهرباء والماء في حساب معامل الانتقال الحراري لمواد العزل المستخدمة في الأسطح والجدران الخارجية، وذلك وفقاً لتقارير الاختبار المعتمدة. ويحق لهيئة الكهرباء والماء زيارة المواقع لأخذ العينات اللازمة لإجراء الاختبارات والمسوحات والتحقق من صحة تلك البيانات.

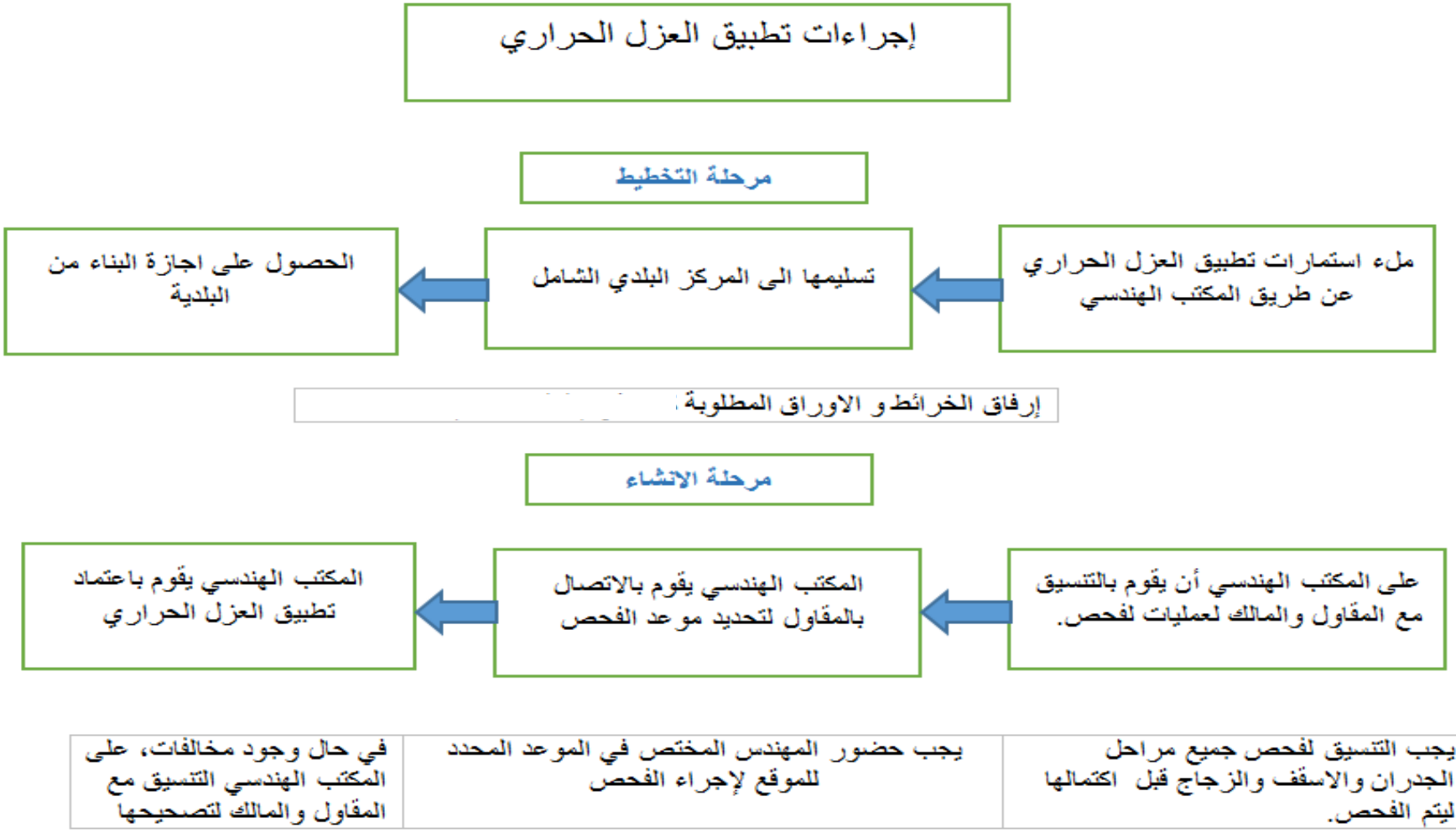
6. يجب أن يراعى ما يلي عند تنفيذ العزل الحراري لأسطح وجدران المبنى:
   a. تخزين مواد العزل المعدة للاستخدام في أماكن جافة وغير مكشوفة.
   b. التأكد قبل تثبيت مواد العزل في المبنى من أن جميع أسطح المادة العازلة سليمة وخالية من أية شروخ أو ثقوب أو حتات أو شحوم.
   c. تغطية مواد عزل الجدران من كلا الجانبين عند تثبيتها في الجدران بغلاف عازل للرطوبة وذلك وفقاً لطريقة التركيب المناسبة والمعتمدة من قبل هيئة الكهرباء والماء.
   d. تغطية مواد عزل الأسطح من كلا الجانبين عند تثبيتها في الأسطح بحاجز أو غلاف من أعلاها وآخر مقاوم لتشرب المياه من أسفلها، وذلك وفقاً لطريقة التركيب المناسبة والمعتمدة من قبل هيئة الكهرباء والماء.

4. إجراءات التطبيق:

(4-1) المباني بمساحة 2800م² فما فوق:



(4-2) المباني الأقل من مساحة 2800م²:



(4.2.1) فيما يلي ملخص إجراءات تطبيق العزل الحراري:

أولاً: مرحلة التخطيط ورخصة البناء: يجب على المكتب الهندسي تقديم ما يلي مع طلب رخصة البناء

أ. رسومات تفصيلية تبين المواد والأساليب المستخدمة في العزل الحراري للزجاج والأسقف والجدران الخارجية مع الجسور والأعمدة، ومقطع عرضي لكل منها، كما تبين مساحة واجهة المبنى من كل الجهات مع بيان مساحة الزجاج والجدران والجسور والأعمدة في كل منها، ويجب على المكتب الهندسي إدخال البيانات المتعلقة بالعزل الحراري متطابقة مع هذه الرسومات.

ب. استمارة تطبيق العزل الحراري

ج. المستندات الداعمة المطلوبة كما هو منصوص عليه أدناه.

د. تعهد من المكتب الهندسي

ه. يجب تقديم نسخة سارية من شهادة ممارسة العزل الحراري في المباني ، صادرة من هيئة الكهرباء والماء إلى المكتب الهندسي.

و. تصدر البلدية رخصة البناء بناءً على المستندات المذكورة أعلاه والمقدمة من قبل المكتب الهندسي.

ثانيا: مرحلة الإنشاء:

أ. يقوم المكتب الهندسي بالإشراف على تنفيذ العزل الحراري في المبنى في جميع مراحل البناء والتأكد من استخدام مواد العزل الحراري للجدران والأسقف ونوع الزجاج حسب الاستمارات، وبأنه يتم تطبيق العزل بشكل صحيح.

ب. يجب على المكتب الهندسي أن يقدم ، عند الانتهاء من المبنى ، إقرار يؤكد أن العزل الحراري للمبنى قد تم تنفيذه وأنه متوافق تمامًا مع متطلبات قرار العزل الحراري

4.3 السجلات التي يتعين على المكتب الهندسي الاحتفاظ بها حول الإشراف على كل مبنى:

ا. نسخ من استمارات تطبيق العزل الحراري والوثائق الداعمة المرفقة مع إجازة البناء.

ب. نسخ معتمدة من استمارات تعديل العزل الحراري في حالة وجود تغييرات.

ج. نسخ من نماذج الموافقة على المواد للزجاج.

د. سجل لإشعارات المتابعة وتقارير الفحص.

ه. نسخ من إشعارات المخالفات الصادرة للمقاولين.

و. سجل المخالفات وتصحيحها.

ز. نسخ من شهادات إتمام البناء الصادرة.

4.4 التدقيق على المكاتب الهندسية من قبل هيئة الكهرباء والماء

4.4.1 تقوم هيئة الكهرباء والماء بإجراء التدقيق للمكاتب الهندسية المسجلة لدى مجلس مزاولة المهن الهندسية لتأهيلها لتنفيذ نظام العزل الحراري وفقًا للقرار الوزاري.

4.4.2 الغرض من التدقيق هو تقييم ما يلي:

ا. يتوفر الموظفون المؤهلون لتنفيذ العزل الحراري في المباني.
ب. يتم الامتثال للوائح العزل الحراري في تصميم المباني والوثائق.
ج. يتم الإشراف بشكل صحيح على العزل الحراري في المباني أثناء البناء ويتم توفير الوثائق المطلوبة.
د. المباني خالية من أي مخالفات جسيمة فيما يتعلق بتنفيذ العزل الحراري. تشمل المخالفات الجسيمة أن مكتباً هندسياً يصدر شهادة إتمام للمبنى تؤكد أن المبنى المكتمل يستوفي جميع متطلبات العزل الحراري ، على الرغم من عدم وجود عزل في السقف أو الجدران أو أن الزجاج غير موافق عليه.
ه. أن لا تتكرر المخالفات الجسيمة خاصة بعد استلام تقارير التدقيق والتحذيرات المسبقة من قبل هيئة الكهرباء والماء.

4.4.3 إجراءات التدقيق على المكتب الهندسي من قبل هيئة الكهرباء والماء:

ا. تقوم هيئة الكهرباء والماء بإصدار إخطار مسبق قبل أسبوعين إلى المكتب الهندسي بتاريخ التدقيق المقترح.
ب. سيكون التدقيق عن طريق الاختيار العشوائي للمشاريع قيد التنفيذ أو المكتملة.
ج. التأكد من توافر الموظفين المؤهلين لتنفيذ العزل الحراري في المباني.
د. دراسة السجلات التي يجري الاحتفاظ بها والتحقق من جودتها.
ه. فحص عينات من استمارات العزل الحراري والوثائق الداعمة المقدمة لرخص البناء من قبل المكتب الهندسي للتحقق مما إذا كان المكتب الهندسي قد قام بإنجاز جميع المتطلبات.
و. زيارة المواقع مع المهندس المسؤول عن المشاريع المختارة عشوائياً والتحقق من أن سير العزل الحراري في المبنى يتوافق مع نماذج استمارات العزل الحراري المقدمة.

عند الانتهاء من التدقيق الدوري ، سترسل هيئة الكهرباء والماء تقرير التدقيق إلى المكتب الهندسي. يتضمن تقرير التدقيق نتائج التدقيق وملاحظات هيئة الكهرباء والماء على أداء المكتب الهندسي ومدى التزامه بتنفيذ العزل الحراري في المباني.
تصدر شهادة للمكتب هندسي لممارسة العزل الحراري في المباني من قبل هيئة الكهرباء والماء بناءً على نتائج التدقيق. إن أي مخالفات جسيمة يتم اكتشافها من خلال عملية التدقيق سيؤدي إلى استبعاد المكتب الهندسي من الحصول على شهادة ممارسة العزل الحراري في المباني.

5- تقديم الطلبات بواسطة المكتب الهندسي:

5.1 مرحلة التصميم

الوثائق المطلوبة للحصول على إجازة البناء النهائية:

التقديمات المطلوبة	الملاحظات
1. استمارات تطبيق العزل الحراري.	يجب ملء جميع الخانات وتوقيعها من قبل صاحب المشروع والمهندس المسؤول وختمها، كما يجب ترقيم جميع الصفحات.
	إذا كان نوع الجدار / السقف مختلفًا في مواقع متعددة (مثل الجدران الاسمنتية ، الجسور ، الأعمدة ، ومناطق spandrel ، و اسطح أحواض السباحة ، إلخ) ، فيجب تضمين استمارة حساب U-Value منفصلة مع البيانات ذات الصلة لكل نوع من هذه الانواع.
2. المستندات الداعمة لقيم المقاومية الحرارية / المقاومة الحرارية للمواد المستخدمة في حسابات U-Value.	وثائق من المصنع وشهادة اختبار من مختبرات فحص معتمدة.
3. ورقة حساب مساحة الزجاج حسب الشكل المنصوص عليه .	
4. ورقة حساب مساحة السطح الخارجي حسب الشكل المنصوص عليه.	
5. بيانات الأداء من الشركة المصنعة للزجاج لكل نوع من أنواع الزجاج.	
6. المخططات المعمارية لجميع الطوابق.	في ملف المخططات المعمارية dwf ، يجب اظهار أنواع الأبواب والنوافذ والجدران الساترة وفقا لجدول الأبواب / النوافذ والجدران الساترة في جميع الطوابق. ينبغي تظليل الجدران الواجب عزلها.
7. رسومات الارتفاعات.	في ملف المخططات المعمارية dwf ، يجب اظهار الأبعاد الأفقية والعمودية ، بالإضافة الى أنواع الأبواب والنوافذ والجدران الساترة في جميع الارتفاعات. ينبغي تظليل الأرضيات والاسقف الواجب عزلها.
8. جدول الأبواب / النوافذ / الجدران الساترة / المناور.	تضمين الجدول في ملف المخططات المعمارية dwf ،
9. رسومات المقطع العرضي لكل نوع من أنواع الأسقف والجدران مع تفاصيل العزل الحراري.	يجب تقديم رسم مقطع عرضي واحد لكل ورقة حساب U-value في استمارات العزل الحراري . يجبب تضمين هذه الرسومات في ملف المخططات المعمارية.
10.مخطط الأعمدة / الجسور وجدول الأعمدة / الجسور.	يجب تضمينها في ملف المخططات الانشائية dwf

5.2 مرحلة الإنشاء:

1. إشعار متابعة حسب الشكل المنصوص عليه.	يجب ارفاق نسخ من رخصة البناء وبطاقة العنوان لمدخل المبنى مع إشعار المتابعة الأول.
	إذا تم الإبلاغ عن أي مخالفات في تنفيذ العزل الحراري من قبل EWCD ، فيجب إرسال إشعار المتابعة عند إجراء التصحيح لهذه المخالفات.
2. استمارة الموافقة على المواد للزجاج.	يجب الحصول على موافقة EWA من أجل التزجيج من خلال تقديم استمارة الموافقة على المواد للزجاج مع بيانات الأداء الخاصة بالزجاج من الشركة المصنعة ، وشهادات من مورد الزجاج ومصنع الألومنيوم وعينة واحدة لكل نوع من الزجاج قبل التنفيذ.
	يجب أن يكون اختيار الزجاج وفقا للائحة ممارسة العزل الحراري في المباني.
3. استمارات تعديل تطبيق العزل الحراري.	إذا أراد المكتب الهندسي إجراء أي تغييرات في استمارات TII المعتمدة مثل تغيير مواد العزل في الجدران / السقف ، ونوع الزجاج ، ومساحة الزجاج وما إلى ذلك ، يجب تقديم استمارة تعديل TII والموافقة عليها قبل اجراء أي من هذه التغييرات في المبنى .
	يجب تقديم استمارات التعديل أيضًا عند تغيير المالك (المالكين) و / أو المكتب الهندسي.
	المستندات الداعمة المطلوب تقديمها، لكل نوع من أنواع التغيير المقترحة ، مدرجة في قائمة التحقق الخاصة باستمارة تعديل TII
4. نسخ من مذكرات تسليم الزجاج.	ينبغي تقديم نسخ من ملاحظات التسليم للزجاج من الشركة المصنعة إلى المورد المحلي ومن المورد المحلي إلى مصنع الألومنيوم في وقت التفتيش على الزجاج.
5. نسخة من الحمل الكهربائي المعتمد.	يجب تسليم نسخة من الحمل الكهربائي المعتمد من ادارة توزيع الكهرباء اثناء الختم النهائي لاستمارات متابعة اعمال البناء من قبل المكتب الهندسي.

6. تصميم العزل الحراري:

6.1 تعاريف

- **الانتقالية الحرارية الكلية (U-value) أو معامل الانتقال الحراري الكلي (U-factor):** هو المعدل الإجمالي لانتقال الحرارة من خلال عنصر انشائي (الجدار او السقف) لكل وحدة مساحة عندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة بين سطحي هذا العنصر الانشائي ، معبرًا عنها $W/(m^2.°K)$
- قيمة (U-value) مساوية لمقلوب قيمة المقاومة الحرارية الكلية $(1/R_T)$

- **المقاومة الحرارية الكلية (RT)**: هي مقاومة العنصر الانشائي لانتقال الحرارة لكل وحدة مساحة عندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة بين سطحي هذا العنصر الانشائي.

قيمة (RT) مساوية لمجموع المقاومة الحرارية لكل طبقات المواد المكونة للعنصر الانشائي (الجدار او السقف) ، كما تشمل المقاومة الحرارية لطبقتي الهواء الخارجية والداخلية معبرًا عنها $(m^2.^oK)/W$.

$$RT = (Ro + Ri + R1 + R2 + \text{---------} + Rn)$$

- Ro هي المقاومة الحرارية لطبقة الهواء الخارجي و Ri هي المقاومة الحرارية لطبقة الهواء الداخلي. الجدول أدناه يوضح قيم هذه المقاومات:

جدول رقم(3)

العنصر الانشائي	المقاومة الحرارية الخارجية (R_o)	المقاومة الحرارية الداخلية (R_i)
الجدار	**0.059**	**0.121**
السقف	**0.059**	**0.166**

- R1، R2، Rn --------- هي المقاومة الحرارية للمواد التي تشكل العنصر الانشائي (الجدار او السقف).

- **المقاومة الحرارية (R) للمادة:** هي مقاومة تدفق الحرارة من خلال وحدة مساحة من مادة متجانسة عندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة بين سطحي هذه المادة ووحدة قياسها هي (m^2. K / W). يتم حساب المقاومة الحراريةR للمادة عن طريق قسمة سمك المادة على الموصلية الحرارية للمادة (t / k) أو بضرب سمك المادة في المقاومية الحرارية لهذه المادة.

- **الموصلية الحرارية (k)** هي خاصية المادة ، والتي تحدد كمية تدفق الحرارة عن طريق خاصية التوصيل لوحدة مساحة من المادة خلال وحدة سمك عندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة بين سطحي هذه المادة. تتأثر الموصلية الحرارية بالكثافة والمسامية ومحتوى الماء والحرارة النوعية للمادة. وحدة القياس هي (W / m.K).

- **المقاومية الحرارية (r):** هي مقاومة المادة لتدفق الحرارة لوحدة مساحة من المادة خلال وحدة سمك عندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة بين سطحي هذه المادة. قيمة (r) مساوية لمقلوب قيمة الموصلية الحرارية للمادة (1/k)، ووحدة القياس هي.m.K/W .

- **المقاومة الحرارية للتجويف (Rc)**: هي مقاومة الهواء في التجويف بين طبقات العنصر الانشائي لتدفق الحرارة. يعتمد ذلك على سمك التجويف وخصائص السطحين اللذان يحيطان بالتجويف. ويمكن استخدام القيم التالية للمقاومة الحرارية (Rc)
  - بالنسبة إلى التجويف الذي يزيد سمكه عن 5 ملم حتى 20 ملم

$$K/W.(R_C) = 0.11 \quad m^2$$

  - بالنسبة إلى التجويف الذي يزيد سمكه عن 20 ملم

$$K/W.(R_C) = 0.18 \quad m^2$$

6.2 تصميم العزل الحراري للأسقف والجدران:

- يجب أن تكون قيم **U-value** للجدران والاسقف حسب اشتراطات لائحة العزل الحراري المبينة في الجدول رقم(1)، وينبغي حساب قيم **U-value** في استمارات العزل الحراري المبينة في (الملحق A). وان تكون الاستمارات موقعه من قبل صاحب المشروع والمهندس المسؤول مع ختم وتوقيع المكتب الهندسي. **يجب تقديم استمارات U-value المنطبقة على المبنى فقط.**
- يمكن استخدام قيم المقاومية الحرارية أو الموصلية الحرارية في الجدول (4) " موجز الخصائص الحرارية لمواد البناء " المعطى أدناه لحساب المقاومة الحرارية.. وبالنسبة للمواد غير المدرجة في الجدول المذكور ، استخدم قيم المقاومية الحرارية أو الموصلية الحرارية التي يقدمها المصنعون والمدعومة بواسطة شهادة اختبار من مختبر لفحص المواد. ينبغي تقديم هذه الوثائق الداعمة مع استمارات العزل الحراري.

6.3 تصميم زجاج النوافذ والأبواب:

يجب أن يكون إختيار الزجاج حسب اشتراطات لائحة العزل الحراري المبينة في الجدول رقم(2)، وبالنظر إلى التراكم الحراري الناتج عن الاشعاع الشمسي ، فإنه يعتبر مرتفعًا جدًا مقارنة بالجدار المعزول. وبالتالي فيفضل دائما الحد من استخدام الزجاج وتجنب الواجهات الزجاجية الكبيرة وخاصة تلك التي تتعرض للإشعاع الشمسي المباشر كجهة الغرب والجنوب الغربي.

7- مواد وأنظمة العزل:

7.1 عزل الجدار:

مادة/نظام العزل	الإيجابيات	السلبيات
أ.الطابوق أو الألواح العازلة ويتكون من الطوب الاسمنتي أو الألواح الاسمنتية المعزوله بمادة البولسترين أو من الطوب والألواح الخفيفة الوزن (AAC).	• تتميز بخفة الوزن، فتقلل بذلك كلفة هيكل واساسات المبنى، كما تساعد في تقليل كلفة الأيدي العاملة لسهولة النقل والتركيب، وبذلك تقلل من وقت الإنشاء والبناء. • سهولة الفحص والمعاينة.	• يتطلب عزل حراري منفصل للأعمدة والعوارض الخارجية (columns & beams).
ب. الجدار المزدوج أو المجوف المملوء بعازل حراري يتكون من جدارين متوازيين يفصل بينهما تجويف، يتم ملأ التجويف بمادة عازلة مثل الصوف الصخري أو البولسترين حسب السماكة المطلوبة، ويجب حماية التجويف من التأثيرات الجوية ومن تسرب الماء.	• عمر أطول وحماية أفضل لمادة العزل.	• مرتفع التكلفة. • يتطلب عزل حراري منفصل للأعمدة والعوارض الخارجية.
ج. الجدار المعزول من الخارج يتكون من ألواح العزل الحراري الخفيفة الوزن، وعادةً ما تكون من ألواح البولسترين أو الصوف الصخري باستخدام لاصق خاص على سطح الجدران من الخارج، وتغطي أسطحها بشبكة من الألياف الزجاجية المقواة ومدرجة على سطحها مع طبقة رقيقة من الأصباغ أو الجص المقاوم للظروف الجوية.	• يوفر عزل حراري لكل المبنى، بما في ذلك الأعمدة والعوارض.	• مرتفع التكلفة.
د. الجدار المعزول من الداخل يتكون من ألواح العزل الحراري الخفيفة الوزن، وعادةً ما تكون من ألواح البولسترين أو الصوف الصخري باستخدام لاصق خاص على سطح الجدران من الداخل، وتغطى أسطحها بألواح الجبس.	• يوفر عزل حراري لكل المبنى، بما في ذلك الأعمدة والعوارض. • سهل التركيب والصيانة.	• يقلل من سعة المبنى من الداخل.

7.2 عزل الأسطح:

مادة/نظام العزل	الإيجابيات	السلبيات
أ. رغوة البولي يوليريثين	• يتم رش رغوة البولي يوليريثين فوق الأسطح، وتتميز بأداء أفضل في الاسطح الغير مستوية لأن الرغوة السائلة تتشكل حسب السطح.	• توجد بالمادة آثار صحية محتملة قد تنتج عن التعرض للمواد الكيميائية إذا لم يتم اتخاذ الاحتياطات المناسبة أثناء استخدام المادة.
ب. ألواح البولسترين المنبثق	• يوفر حماية لنظام العزل المائي من أشعة الشمس ومن الضغوط الميكانيكية.	• يتطلب في بعض الحالات توفير التهوية في الطبقات الفاصلة بين ألواح العزل.

7.3 عزل أسقف/أرضيات المناطق الغير مكيفة (مواقف السيارات وغيرها):

مادة/نظام العزل	الإيجابيات	السلبيات
أ. البوليسترين المنبثق أو المدد مغطى بألواح من الجبس.	• تكلفة أقل	• قابل للاشتعال وانبعاث الغازات السامة.
ب. الصوف الصخري مغطى بألواح من الجبس.	• غير قابل للاشتعال.	• تكلفة مرتفعة.

تفاصيل البناء النموذجية للجدران والأسطح (المقاطع العرضية) لأنظمة العزل المذكورة أعلاه مرفقة في الملحق.

8. المخالفات/الأخطاء الشائعة التي لوحظت في تطبيق العزل الحراري:

8.1 المخالفات الإجرائية

نوع المخالفة	الإجراء المطلوب من المكتب الهندسي
ا. عدم تقديم إشعارات المتابعة (FUN) للجدران لكل طابق مع التقدم في عملية البناء.	التأكد من إرسال إشعار المتابعة لكل طابق عند البدء بتطبيق العزل الحراري وقبل أسبوعين على الأقل من موعد الانتهاء.
ب. عدم تقديم نسخ من رخصة البناء (BP) وبطاقة العنوان مع إشعار المتابعة الأول.	تقديم نسخ من رخصة البناء BP وبطاقة العنوان لمدخل المبنى لمرة واحدة فقط مع إشعار المتابعة الأول ولا حاجة لبطاقة عنوان الشقق.
ج. عدم تقديم استمارة التعديل للتغيرات الطارئة على استمارات العزل الحراري التي تمت الموافقة عليها.	يجب على المكتب الهندسي إرسال استمارات العزل الحراري الموافق عليها إلى المالك والمقاول، وإبلاغهم بضرورة عدم تغيير مواد العزل الحراري في الجدران أو السقف أو الزجاج دون الحصول على موافقة مسبقة من هيئة الكهرباء والماء. وذلك عن طريق تقديم استمارة التعديل واستلام الموافقة عليها قبل القيام بأي تغيير، وعلى المكتب الهندسي الاحتفاظ بنسخة من هذه الاستمارة في موقع العمل.
د. استكمال البناء دون تقديم إشعارات المتابعة وقبل إجراء عمليات التفتيش على العزل الحراري.	يعتبر ذلك مخالفة صريحة لقانون العزل الحراري، ويترتب عليه عدم توصيل خدمة الكهرباء والماء ومحاسبة المكتب الهندسي.

8.2 المخالفات في تطبيق العزل الحراري

مخالفات عزل الجدران:	
نوع المخالفة	**الإجراء المطلوب من المكتب الهندسي**
المخالفات المتعلقة باستخدام الطوب الأبيض ذو الوزن الخفيف (AAC)	
أ. استخدام الاسمنت العادي بدلا من الغراء الخاص بالطوب الأبيض.	التأكد من استخدام الغراء الخاص بالطوب الابيض الذي توفره الشركة المصنعة.
ب. استخدام الطوب الاسمنتي (غير المعزول) لفتحات النوافذ والأبواب والأعمدة بدلاً من استخدام الطوب الأبيض.	يجب استشارة الشركة المصنعة عند الرغبة في وضع إطارات للنوافذ وللأبواب والأعمدة أكثر قوة وسماكة مما هو متوفر حاليا.
ج. استخدام الطوب الاسمنتي (غير المعزول) لجدران المنور **(wells/shafts)** بالمباني وللجدران الخارجية في الطابق الأرضي والشرفات إلخ..	يجب على المكتب الهندسي إعطاء التعليمات للمقاول ومراقبته لعزل جميع المناطق المكيفة بما فيها المتصل بالأماكن المذكورة.

مخالفات عزل الأسقف	
نوع المخالفة	**الإجراء المطلوب من المكتب الهندسي**
المخالفات المتعلقة بعزل الأسطح باستخدام رغوة البولي يوريثين P.U.	
ا. سماكة رغوة P.U. أقل من القيمة المطلوبة في استمارة العزل الحراري التي تمت الموافقة عليها.	يجب على المكتب الهندسي التحقق من ذلك قبل إرسال إشعار المتابعة FUN للتفتيش.
ب. كثافة P.U. الرغوة أقل مما تمت الموافقة عليه في استمارة العزل الحراري.	يجب على المكتب الهندسي التحقق من ذلك قبل استخدام الرغوة في عزل السطح.
ج. تغطية رغوة P.U. بالخرسانة قبل التفتيش.	يجب على المكتب الهندسي إرسال إشعار المتابعة FUN قبل أسبوعين على الأقل من موعد الانتهاء من عزل السقف وضمان أن رغوة P.U. لا يتم تغطيها بالخرسانة قبل التفتيش.
المخالفات المتعلقة بعزل الأسقف باستخدام البوليسترين المنبثق:	
د. عدم وضع طبقة Geo-fabric فوق البوليسترين	يجب وضع طبقة Geo-fabric فوق البوليسترين للفصل بين البوليسترين و (concrete screed or stone ballast) ، ويجب على المكتب الهندسي التأكد من ذلك قبل إرسال إشعار المتابعة (FUN) للتفتيش.
ه. عدم تثبيت مواسير التهوية.	إذا كان (concrete screed) سيستخدم فوق البوليسترين، فيجب توفير ماسورة تهوية واحدة في كل 50 متر مربع من مساحة السطح فوق طبقة Geo-fabric ، ويجب على المكتب الهندسي التأكد من أن أنابيب التهوية في مكانها في وقت الفحص، ولا حاجة لمواسير التهوية عند استخدام (stone ballast or loosely laid paving tiles).
F. استخدام البوليسترين الممدد بدلاً من البوليسترين المنبثق المعتمد لعزل السقف.	البوليستيرين الممدد غير مقبول لعزل الأسطح حيث أن امتصاص الماء له أكثر بالمقارنة مع البوليسترين المنبثق.

مخالفات عزل الزجاج	
نوع المخالفة	**الإجراء المطلوب من المكتب الهندسي**
ا. تركيب زجاج مختلف عن الزجاج المعتمد (مقاس مختلف، نوع مختلف ، إلخ).	لا بد من تقديم استمارة المواد للموافقة على الزجاج قبل التغيير لتجنب الرفض.
ب. استخدام الزجاج الشفاف (غير العازل) في الطابق الأرضي بدلا من الزجاج المعزول الذي تمت الموافقة عليه.	يجب استخدام الزجاج المعزول فقط. وينبغي الحصول على موافقة مسبقة من هيئة الكهرباء والماء لأي تغيير عن الموافقة السابقة.

9. موجز عن الخصائص الحرارية لمواد البناء

No.	Material	Density	Thermal Resistivity	Thermal Conductivity
		Kg/m^3	1/k (m-^{O}C/ W)	K (W/m-^{O}C)
1	CONCRETE / FOAMED CONCRETE / DENSITY 400	400	6.67	0.15
2	CONCRETE / FOAMED CONCRETE / DENSITY 800	800	4.35	0.23
3	CONCRETE / FOAMED CONCRETE / DENSITY 1200	1200	2.63	0.38
4	CONCRETE / REINFORCED CONCRETE (1% STEEL)	2300	0.43	2.3
5	CONCRETE / REINFORCED CONCRETE (2% STEEL)	2500	0.40	2.5
6	CONCRETE SCREED	2200	0.69	1.45
7	BLOCK / SOLID CONCRETE BLOCK	2100	0.75	1.34
8	BLOCK / HOLLOW CORE CONCRETE BLOCK – 100MM	1500	1.66	0.602
9	BLOCK / HOLLOW CORE CONCRETE BLOCK – 150MM	1390	1.29	0.778
10	BLOCK / HOLLOW CORE CONCRETE BLOCK – 200MM	1350	1.13	0.885
11	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (150mm)	1350	0.80	1.25
12	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (200mm)	1350	0.75	1.33
13	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (265mm)	1350	0.63	1.59
14	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (320mm)	1350	0.58	1.72
15	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (400mm)	1350	0.53	1.90
16	SLAB / HOLLOWCORE SLAB (500mm)	1350	0.45	2.22
17	MORTAR	1800	1.33	0.75
18	PLASTER / RENDERING	1300	1.75	0.57
19	PLASTER BOARD	900	4.00	0.25
20	GYPSUM BOARD	950	6.25	0.16
21	GRANITE	3650	0.38	2.65
22	TILES (CERAMIC)	2300	0.77	1.3
23	MARBLE	2720	0.40	2.5
24	SOFT WOOD	500	7.14	0.14
25	PLYWOOD	650	7.14	0.14
26	HARD WOOD	650	6.25	0.16

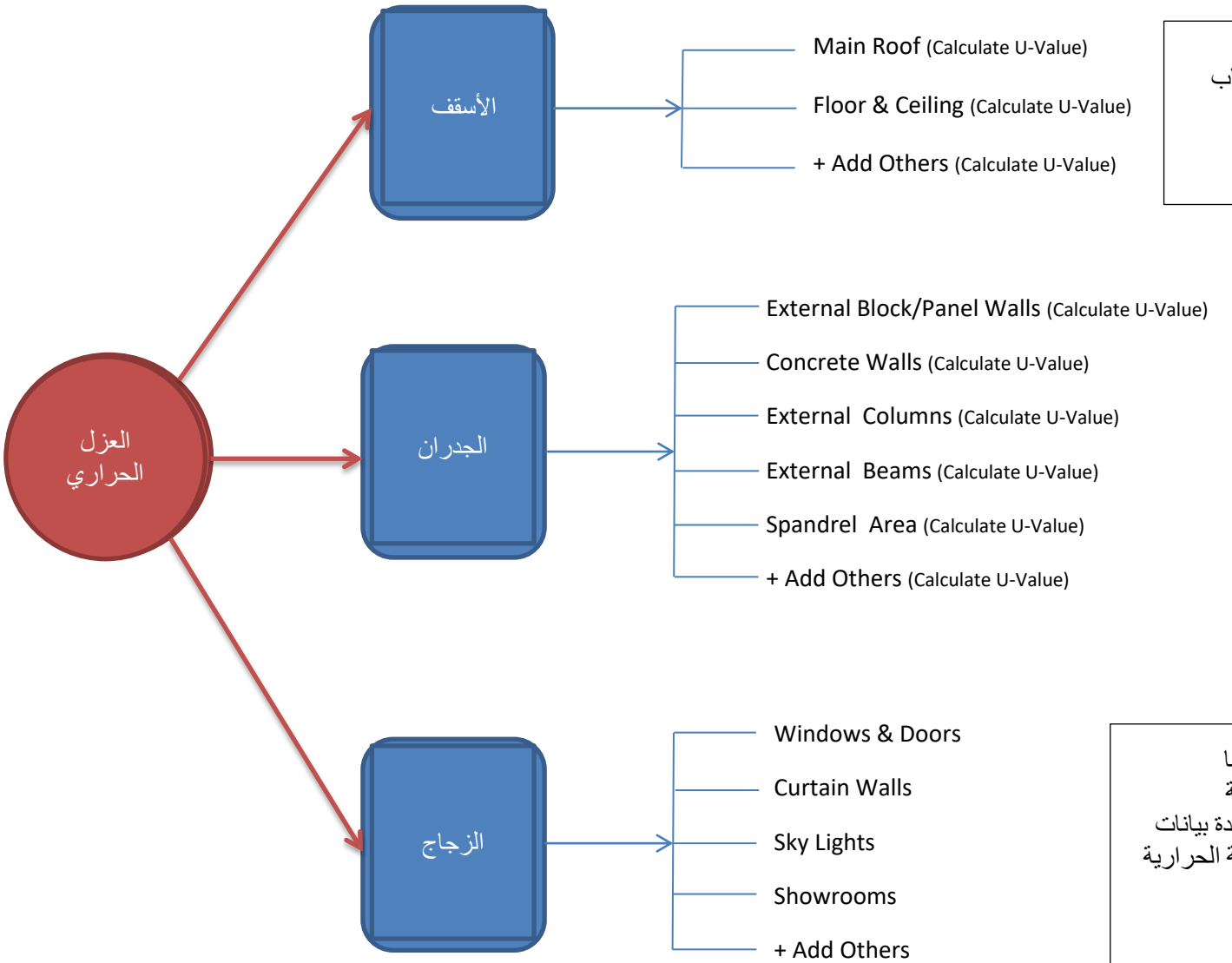
10- الترخيص الآلي الالكتروني لطلبات رخص البناء:

بدأت هيئة الكهرباء والماء، بالتعاون مع هيئة الحكومة الالكترونية، تطبيق الترخيص الآلي الالكتروني لطلبات رخص البناء، وذلك عبر الشبكة العنكبوتية الأنترنت. وفقاً لهذا النظام، سوف تتم عملية التقديم والترخيص لرخص البناء بصورة آلية، حيث سيتم اعتماد الطلبات عند تقديمها مباشرة وبصورة آلية.
ولقد تم تصميم النظام بحيث يضم قواعد بيانية لجميع مواد البناء المستخدمة في الانشاء، يتم تحديثها دورياً بقيم معتمدة من قبل هيئة الكهرباء والماء. لذا فإن هذا النظام سوف يتم إحلاله تدريجياً محل العمليات اليدوية المذكورة أعلاه لاعتماد طلبات العزل الحراري.
ويمكن تلخيص آلية الترخيص الالكتروني فيما يلي:

1. يلج المستخدم (المكتب الهندسي) للموقع الالكتروني مستخدماً رقم المستخدم وكلمة السر الخاصة به.
2. يختار القسم الخاص بالعزل الحراري.
3. يختار أجزاء المبنى التي يريد تصميم العزل الحراري لها، مثل الأسقف، الجدران، والزجاج.
4. يختار المواد المدرجة في كل أجزاء المبنى المشار إليها في البند 3 أعلاه.
5. يحدد المكتب الهندسي التفاصيل الفنية الأخرى كالمساحات والاتجاهات وغيرها.
6. يقوم النظام الالكتروني باحتساب قيم الموصلية الحرارية (U value) ومعامل التظليل وغيرها من القيم الفنية الأخرى والتحقق من استيفاء جميع الاشتراطات الخاصة بالعزل الحراري لهذا الطلب.

عند التحقق من الايفاء بجميع الاشتراطات، يتم إصدار رخصة البناء آلياً، وذلك دون الحاجة لرفع أي مرفقات تخص مواد العزل الحراري وتصاميمها.

المخطط التالي يوضح تفاصيل هذه الآلية باختصار.



يختار المهندس مكونات الأسقف ويقوم النظام باحتساب قيم الموصلية الحرارية بصورة آلية. يتم حساب الموصلية الحرارية لكل سقف بصورة منفردة.

يختار المهندس مكونات الجدران ويقوم النظام باحتساب قيم الموصلية الحرارية بصورة آلية. يتم احتساب متوسط الموصلية الحرارية بناءاً على القيم المنفردة ومساحاتها الخارجية.

Overall U-Value =SUM(A_1*U_1+ A_2*U_2+ .....+ A_N*U_N)/SUM (A_1 + A_2 +.....+A_N)

Where A=Area in m^2

U=U-Value for each item

يختار المهندس مكونات المساحات الزجاجية وبياناتها ومساحاتها، وتشمل النوافذ والأبواب والمناور العلوية والمعارض. يكون الاختيار من خلال اتاحتها في قاعدة بيانات خاصة بالزجاج. ويقوم النظام باحتساب قيم الموصلية الحرارية وغيرها من القيم الفنية الأخرى بصورة آلية.