

THESIS ABSTRACT

NAME: SALEH AL-SAADI
TITLE: ENVELOPE DESIGN FOR THERMAL COMFORT AND REDUCED ENERGY CONSUMPTION IN RESIDENTIAL BUILDINGS.
DEPARTMENT: ARCHITECTURAL ENGINEERING
DATE: MAY, 2006

Residential buildings are characterized by being envelope-load dominated buildings, hence are greatly influenced by the outside climatic conditions. Due to the harsh climate of Saudi Arabia, residential buildings on average, consume more than half of the total consumed energy. The bulk of this energy is consumed by the air-conditioning system which is required to remove substantial amount of gained heat due to poor thermal envelope performance. Implementing proper envelope thermal and air leakage characteristics for residential buildings can significantly reduce energy consumption.

The objectives of this research are to evaluate the thermal characteristics of building envelope and consequently define those that enhance the indoor thermal conditions and improve the energy efficiency of residential buildings. In order to achieve these objectives, a typical base case residential building was developed by conducting a questionnaire survey in Dhahran and Riyadh. Envelope design practices were defined and eight designs were selected to represent the wide variation of thermal characteristics.

Energy simulation program; VisualDOE 4.1 was used to evaluate the impact of thermal performance of the selected envelope designs and air leakage characteristics in the residential building when no air-conditioning is used. Parametric analysis was performed in Dhahran and consequently ventilation strategies were developed for the eight envelope designs at various windows to wall ratio (WWR). The thermal comfort has significantly improved when outside cool air is introduced. The base case was also simulated under the climatic conditions of Riyadh and Dhahran when air-conditioning (cooling and heating) is utilized. A sensitivity analysis was performed for wall and roof designs, combination of wall and roof designs, glazing types, window to wall ratio (WWR), orientation and various air infiltrations. The most effective strategies were selected and simulated for the eight envelope designs. The total energy consumption of residential buildings in Dhahran and Riyadh was reduced by 20% when compared to International Energy Conservation Code (IECC) proposed design. The Dhahran case was further improved by incorporating combined ventilation and air-conditioning strategies. Finally, envelope thermal design guidelines were developed for residential buildings in hot climates of Saudi Arabia.

MASTER OF SCIENCE DEGREE
KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM AND MINERALS
DHAHRAN, SAUDI ARABIA

ملخص الرسالة

الاسم: صالح ناصر الساعدي

عنوان الرسالة: تصميم الغلاف الخارجي لتحقيق الراحة الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة في المباني السكنية

التخصص: قسم الهندسة المعمارية

تاريخ التخرج: مايو 2006 م

تتميز المباني السكنية بمواصفات تصميمية وتشغيلية تجعلها تتأثر بتغير البيئة المناخية المحيطة. وفي المملكة العربية السعودية ونتيجة لوجود مناخ قاسي (حار - جاف في المناطق الداخلية وحار - رطب في المناطق الساحلية) فإن المباني السكنية لوحدها تستهلك أكثر من نصف الطاقة الكهربائية المستهلكة. ونظراً لوجود قصور تصميمي في الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي للمباني وتسرب الهواء من وإلى الأجزاء الداخلية فإن معظم الطاقة الكهربائية تستهلكها أنظمة تكييف الهواء لعلاج هذا القصور. لذلك فإن اختيار وتصميم الغلاف الخارجي من حيث خصائصه الحرارية والسيطرة على تسرب الهواء يساهم بفاعلية في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية دون التأثير السلبي على الراحة الحرارية لمستخدمي المباني.

وفي هذه الدراسة كان الهدف تقييم الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي للمباني وبالتالي الوصول إلى تلك التي تحسن الحالة الحرارية الداخلية ورفع كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني. ولتحقيق هذا الهدف تم عمل مسح استبياني للوقوف على أهم الممارسات في تصميم الغلاف الخارجي للمباني في المنطقة الشرقية (الدمام والخبر والظهران) والرياض، وبالتالي عمل نموذج مبنى سكني لدراسة تحليلية دقيقة. حيث تم اختيار ثمانية تصاميم للغلاف الخارجي تغطي الخصائص الحرارية المحتملة وبالتالي دراسة شريحة واسعة ومختلفة من التصاميم.

وقد تم في هذه الدراسة استخدام برنامج محاكاة لحساب الطاقة الكهربائية في المباني: Visual DOE لدراسة الكفاءة الحرارية لأنظمة الغلاف المختارة وتأثير الهواء الخارجي عند دخوله المباني السكنية في حالة عدم وجود أنظمة التكييف. وقد شملت الدراسة تحليل دقيق لتأثير الهواء الخارجي على البيئة الداخلية بوجود الأنظمة المختارة ونسب متفاوتة من مساحة الزجاج الخارجي في منطقة الظهران. وقد وُجد أن استخدام الهواء الخارجي البارد يرفع درجة الراحة الحرارية لمستخدمي المباني في أوقات معينة من السنة. كما تم دراسة كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية للنموذج السكني عند استخدام أنظمة التكييف طوال السنة تحت تأثير مناخ الرياض والظهران وقد اشتملت على دراسة دقيقة لتأثير التصاميم المختلفة لأنظمة الجدران والأسقف وأنواع ونسب مختلفة من الزجاج وجهات مختلفة للمبنى تحت تأثير نسب متفاوتة من الهواء الخارجي. وبناءً على هذه الدراسة تم اختيار انسب تصميم والذي ساهم في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى 20% مقارنة بالتصميم المقترح في الكود العالمي لترشيد الطاقة في المباني. كما تم تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية في منطقة الظهران باستخدام التهوية الطبيعية وأنظمة التكييف الميكانيكية. وفي النهاية تم الوصول إلى استراتيجيات مقترحة لنظام الأغلفة الخارجية في المباني السكنية تحت الظروف المناخية الحارة للمملكة العربية السعودية.

درجة الماجستير في العلوم
جامعة الملك فهد للبترول و المعادن
الظهران - 31261
المملكة العربية السعودية