

**SUMMARY REPORT ON THE
FLAIR HOMES ENERGY
DEMO/CHBA MARK XIV PROJECT**

PREPARED FOR:

Energy Efficiency Division
Energy Technology Branch
CANMET - Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario
December, 1995

PREPARED BY:

G. PROSKIW, P. Eng.
Proskiw Engineering Ltd.
1666 Dublin Avenue
Winnipeg, Manitoba
R3H 0H1
(204) 633-1107 ; FAX: (204) 633-1442

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Tim Mayo
Energy Efficiency Division
Energy Technology Branch/CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

CITATION

G. PROSKIW, P. Eng., Proskiw Engineering Ltd., *Summary Report on the Flair Homes Energy Demo/CHBA Mark XIV Project (Contribution Agreement)*. Energy Technology Branch, CANMET - Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1995, (35 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 7th Floor
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management (IPTIM)
Library and Documentation Services Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
555 Booth Street, 3rd Floor, Room 341
Ottawa, Ontario
K1A 0G1

DISCLAIMER

This report is distributed for information purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assume any liability arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Government of Canada.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his appreciation to the members of the project's National Steering Committee, Technical Advisory Committee and the resource individuals who provided valuable insight, review and advice in the preparation of this report.

NATIONAL STEERING COMMITTEE

Mr. W. Bryant; Energy, Mines and Resources Canada (Chairman)
Dr. J. Kenward; Canadian Home Builders Association
Mr. W. McDonald; Manitoba Energy and Mines

TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE

Mr. M. Riley; Energy, Mines and Resources Canada (Chairman)
Mr. T. Akerstream; Manitoba Energy and Mines
Mr. G. Barthels; R-2000 Program of Manitoba
Mr. R. Cardinal; Dow Chemical Canada Inc.
Mr. J. Dewil; Fiberglas Canada Inc.
Dr. D. Figley; Saskatchewan Research Council
Mr. D. Geddes; Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Institute of Canada
Mr. D. Goodman; Greentree Homes Ltd.
Mr. D. Greeley; Dow Chemical Canada Inc.
Mr. W. Heeley; Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Institute of Canada
Mr. R. McGrath; Fiberglas Canada Inc.
Mr. T. Mayo; Energy, Mines and Resources Canada
Dr. J. Meranger; Health and Welfare Canada
Mr. L. Nakatsui; Lincolnberg Homes
Mr. P. Piersol; ORTECH International
Mr. T. Robinson; Canada Mortgage and Housing Corp.
Dr. J. Timusk; University of Toronto

RESOURCE INDIVIDUALS

Mr. O. Drerup; Canadian Home Builders Association
Mr. T. Hamlin; Canada Mortgage and Housing Corp.
Mr. B. Maybank; Flair Homes (Manitoba) Ltd.
Dr. D. Onysko; Forintek Canada Corp.
Mr. N. Shymko; Today Homes (East) Ltd.
Mr. R. Slasor; Energy, Mines and Resources Canada
Mr. B. Sloat; Canadian Home Builders Association
Mr. D. Verville; Manitoba Home Builders Association

OVERVIEW OF THE FINDINGS

THE FLAIR HOMES ENERGY DEMO/CHBA FLAIR MARK XIV PROJECT

The Flair Homes Energy Demo/CHBA Flair Mark XIV Project was a multi-year demonstration and monitoring project carried out in Winnipeg to study the performance of residential, low-energy design concepts under real-world conditions. Twenty-four single-detached bungalows, utilizing over 100 energy-conserving components, systems and design features, were constructed and monitored for up to three years. The performance of the conservation measures was assessed and compared to equivalent systems used in conventional construction. Issues such as performance degradation and incremental costs were also addressed. The major findings of the project are summarized below.

BUILDING ENVELOPE PERFORMANCE

The performance of both energy efficient and conventional building envelope systems was assessed using wood moisture content measurements, thermographic examinations and airtightness testing. The results showed that while both the energy efficient and conventional building envelope systems performed in a satisfactory manner, fewer problems were observed in the energy efficient houses. In particular, no evidence was found of envelope degradation, interstitial condensation or other problems which could threaten a house's useful life, particularly one constructed with high levels of thermal insulation and a well-sealed air/vapour barrier.

AIRTIGHTNESS

Airtightness testing showed that both the energy efficient and conventional houses displayed stable airtightness characteristics; no significant evidence of air barrier degradation could be found in either. With respect to air barrier systems, two basic types were used in the project houses: polyethylene and the Airtight Drywall Approach. Both systems were judged to have performed in a satisfactory fashion. However, the study concluded that a significant opportunity exists to improve the performance of residential air barrier systems through a systematic analysis of the performance and costs of alternative methods of sealing each envelope component.

INDOOR AIR QUALITY

The concentrations of various indoor pollutants were monitored on a regular basis in 20 of the project houses. In general, the air quality in the energy efficient houses was found to be superior to that in the conventional structures. An analysis of pollutant concentrations and air change rates was also carried out. This identified the limitations of relying upon mechanical ventilation as the sole control measure for achieving indoor air quality. While pollutant levels generally increased at lower air change rates, the benefits of higher ventilation rates became marginal once the total air change rate (mechanical and natural) exceeded approximately 0.30 air changes per hour. It was concluded that greater emphasis should be placed on alternative control strategies including source removal and isolation,

pollutant entry control and improved ventilation system efficiency/effectiveness. Homeowner intervention with the ventilation system (for example, by turning the system off for extended periods) was also a common problem. The study recommended that design rates for ventilation systems should be established both on the ability of the system to remove pollutants, as well as the effect the ventilation rate will have on the homeowner's utilization of the system.

MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS

The study found that the subject of homeowner interaction with the mechanical ventilation system operation has not been adequately addressed. For example, utilization of ventilation systems varied dramatically depending on the type installed. Central-exhaust systems, ostensibly intended for continuous operation, were only used an average of 37 minutes per day whereas the utilization of Heat Recovery Ventilators exceeded 19 hours per day. Several of the systems in the project houses were also subjected to detailed tracer gas testing and flow rate measurements to evaluate their ability to comply with CSA F326 "Residential Mechanical Ventilation Systems". It was found that the ventilation systems in houses with forced air or baseboard heating systems were both able to satisfy the standard's requirement for a Minimum Ventilation Capacity for Dwelling Units. Further, the ventilation systems in houses with forced air heating met the standard's requirement for a Minimum Ventilation Capacity for Rooms, because of the furnace's high air recirculation rates. However, the ventilation systems in houses with baseboard heating systems were unable to meet this latter requirement, which resulted in under-ventilation of several zones, particularly those in the main living areas. This finding was viewed as support for the argument that houses with baseboard or radiant heating systems require dedicated ventilation ductwork, or equivalent, to meet the distribution requirements of CSA F326.

ENERGY PERFORMANCE

Twenty-three of the project houses were energy-metered and monitored for periods of 16 to 39 months. This data was compared to predicted energy usage using HOT2000 6.0, modified with various enhancements to allow greater resolution of inputs (actual weather, occupancy, usage patterns and other inputs estimated from measured data). The analysis found that HOT2000 6.0 was able to predict the total annual energy consumption with an accuracy of about $\pm 10\%$. Several areas were identified in which the model could be changed to improve its accuracy. The impact of lifestyle was found to be highly unpredictable and responsible for significant variation in the total energy consumption.

COOLING

A field study and theoretical analysis were conducted of a removable exterior solar shade screen system for windows, as an alternative to mechanical cooling. This analysis concluded that these screens have a significant potential to reduce summer cooling loads and thereby lessen the amount of energy needed for air-conditioning and may, in some cases, permit the cooling system to be eliminated. The shade screens were calculated to reduce the design cooling load by

approximately one-third for a new house located in Winnipeg, Montreal or Toronto.

NOISE

Interior noise, produced by the house's mechanical system or transmitted from the outdoors through the building envelope, was also explored. Sound levels generated by the mechanical system were found to generally exceed acoustical design goals in those rooms located directly above the equipment. Transmission of outdoor noise into the house occurred mainly through windows and through ductwork which ran through exterior walls.

INCREMENTAL COSTS OF ENERGY CONSERVATION SYSTEMS

Based on the construction experiences with the 24 project houses, the incremental costs of over 100 energy conservation components and systems were analyzed and documented using data collected from local suppliers and trades. In addition, general conclusions were developed on the relative cost-effectiveness of many of these measures. Finally, guidelines were developed for prioritizing energy conservation alternatives which could be applied regardless of location, climate or energy cost.

APERÇU DES CONCLUSIONS

LE PROJET « FLAIR HOMES ENERGY DEMO/CHBA FLAIR MARK XIV »

Le projet « *Flair Homes Energy Demo/CHBA Flair Mark XIV* » est un projet de surveillance pilote portant sur plusieurs années, qui a été mené à Winnipeg et a permis d'étudier le rendement des concepts résidentiels éconergétiques dans les conditions réelles. On a construit et on a surveillé pendant des périodes pouvant atteindre trois ans, vingt-quatre maisons unifamiliales de type bungalow, équipées de plus de cent composants et systèmes éconergétiques. On a évalué le rendement des systèmes éconergétiques adoptés et on l'a comparé à celui de systèmes équivalents utilisés dans la construction ordinaire. On a également étudié des questions telles que la diminution de ce rendement et les coûts additionnels occasionnés par les mesures éconergétiques. Nous avons résumé ci-après les principales conclusions auxquelles a abouti ce projet.

RENDEMENT DE L'ENVELOPPE DE BÂTIMENT

On a évalué le rendement des enveloppes de bâtiment éconergétiques et celui des enveloppes de bâtiment ordinaires en se basant sur des mesures de la teneur en eau du bois, des examens thermographiques et des essais d'étanchéité à l'air. Les résultats ont montré que les installations à enveloppe de bâtiment éconergétique et celles à enveloppe ordinaire se comportaient toutes deux de manière satisfaisante, mais que les maisons éconergétiques présentaient moins de problèmes. En particulier, on n'a constaté ni dégradation de l'enveloppe, ni condensation interstitielle ni quelque autre problème susceptible de raccourcir la durée de vie utile de la maison, surtout lorsque le niveau d'isolation thermique de celle-ci était élevé et qu'elle présentait une étanchéité renforcée à l'air et à la vapeur.

ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Les essais d'étanchéité à l'air ont montré que les maisons éconergétiques et les maisons ordinaires présentaient des caractéristiques stables dans ce domaine et que leurs pare-vent ne se dégradaient pas. Deux types de pare-vent ont été utilisés dans les maisons du projet : l'un en polyéthylène et l'autre en panneaux de mur secs, étanches à l'air. Le rendement s'est avéré satisfaisant dans les deux cas. Cependant, l'étude a révélé qu'il y a moyen d'améliorer sensiblement le rendement des systèmes d'étanchéité à l'air des maisons par une analyse systématique du rendement et du coût des différentes méthodes qui permettent d'assurer l'étanchéité de chaque élément de l'enveloppe.

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

On a vérifié régulièrement la concentration des différents polluants intérieurs dans les vingt maisons du projet. La qualité de l'air était en général meilleure dans les maisons éconergétiques que dans les maisons ordinaires. On a également étudié la concentration des différents polluants et les taux de renouvellement d'air. Cette

analyse a révélé les limites de la ventilation mécanique lorsqu'elle est seule à assurer la qualité de l'air intérieur. Si, d'une part, le niveau des polluants a tendance à augmenter lorsque le taux de renouvellement d'air diminue, d'autre part, l'avantage inhérent à des débits de ventilation plus élevés devient marginal lorsque le taux total - mécanique et naturel - de renouvellement d'air dépasse environ 0,30 renouvellement d'air par heure. On en a conclu qu'il faudrait attacher plus d'importance aux autres stratégies de contrôle, entre autres l'élimination de la source de polluants et l'isolation ainsi que le contrôle de l'entrée des polluants et l'amélioration de l'efficacité des installations de ventilation. L'intervention du propriétaire (qui arrête, par exemple, le système de ventilation pendant des périodes prolongées) constitue fréquemment une source de problèmes. L'étude recommande que l'on évalue les systèmes de ventilation en se basant à la fois sur la capacité du système à éliminer les polluants et sur l'effet du taux de ventilation quant à l'utilisation du système par le propriétaire.

SYSTÈMES DE VENTILATION MÉCANIQUE

L'étude a montré que le problème relatif à l'action du propriétaire sur le fonctionnement du système de ventilation mécanique n'avait pas été envisagé de manière adéquate. Par exemple, l'utilisation des systèmes de ventilation varie énormément selon le type de ventilation installé. Les systèmes à évacuation centrale, qui sont manifestement conçus pour fonctionner continuellement, ne sont utilisés en moyenne que pendant 37 minutes par jour tandis que la durée d'utilisation des ventilateurs échangeurs de chaleur dépasse 19 heures par jour. On a également évalué plusieurs systèmes installés dans les maisons du projet quant à leur capacité à se conformer à la norme CSA F326, intitulée « Ventilation mécanique des habitations », en les soumettant à des essais approfondis de gaz traceurs et à des mesures de débit. On a trouvé que les installations de ventilation des maisons équipées de systèmes de chauffage à air pulsé ou celles des maisons équipées de chauffage à plinthes satisfaisaient toutes deux les exigences de la norme en ce qui concerne la capacité minimale de ventilation des habitations. De plus, grâce aux taux élevés de recirculation d'air inhérents à leur appareil de chauffage, les systèmes de ventilation des maisons équipées d'installations de chauffage à air pulsé répondaient aux exigences de la norme en ce qui concerne la capacité minimale de ventilation des pièces, tandis que les installations de ventilation des maisons équipées de systèmes de chauffage à plinthes ne répondaient pas à ces exigences et, plusieurs endroits étaient insuffisamment ventilés, en particulier dans les salles de séjour principales. Cette conclusion appuie l'argument selon lequel les maisons équipées de systèmes de chauffage à plinthes ou de chauffage radiant doivent posséder un réseau de gaines spécifiques, ou l'équivalent, qui réponde aux exigences de distribution de la norme CSA F326.

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Parmi les maisons du projet, vingt-trois ont été équipées de compteurs d'énergie et ont été surveillées durant des périodes allant de 16 à 39 mois. Les données recueillies ont été comparées aux prévisions de consommation énergétique au

moyen du logiciel HOT2000 6.0 auquel on a apporté des améliorations pour accroître la résolution des entrées (conditions atmosphériques réelles, taux d'occupation, modèles d'utilisation et autres entrées tirées des données mesurées). L'analyse a montré que le logiciel HOT2000 6.0 pouvait prévoir la consommation énergétique totale annuelle à ± 10 p. 100 près. On a relevé plusieurs secteurs dans lesquels on pouvait modifier le modèle de manière à le rendre plus précis. On a trouvé que l'influence du style de vie sur la consommation totale d'énergie était imprévisible mais considérable.

REFROIDISSEMENT

Une étude sur le terrain et une analyse théorique ont été menées dans le but de comparer le refroidissement mécanique à un système de pare-soleil extérieurs amovibles pour fenêtres. L'analyse a conclu que ces pare-soleil peuvent réduire sensiblement les charges de refroidissement estivales - ce qui diminue la quantité d'énergie nécessaire au conditionnement de l'air - et qu'ils permettent, dans certains cas, d'éliminer complètement le système de refroidissement. Les pare-soleil ont été calculés pour réduire environ d'un tiers la charge de refroidissement prévue par le calcul effectué lors de la conception d'une nouvelle maison située à Winnipeg, Montréal ou Toronto.

NIVEAU SONORE

On a également étudié le bruit produit par le système mécanique de la maison et celui transmis de l'extérieur par l'enveloppe de bâtiment. Le bruit produit par le système mécanique dépasse généralement les niveaux acoustiques visés dans les pièces situées juste au-dessus de l'équipement. La transmission dans la maison des bruits extérieurs est principalement due à l'existence des fenêtres et au réseau de gaines qui parcourt les murs extérieurs.

COÛTS ADDITIONNELS DES SYSTÈMES ÉCONERGÉTIQUES

En se basant sur l'expérience de la construction des vingt-quatre maisons du projet, on a rassemblé de la documentation concernant les coûts additionnels de plus de 100 systèmes et composants éconergétiques, en utilisant les données obtenues auprès des fournisseurs et des corps de métiers locaux, et on a procédé à l'analyse de ces coûts additionnels. De plus, on a tiré des conclusions générales concernant l'économie relative de bon nombre de ces mesures éconergétiques. Enfin, on a dégagé des lignes directrices destinées à favoriser les méthodes d'économie d'énergie applicables indépendamment de l'endroit, du climat et du coût de l'énergie.