

**FLAIR ENERGY DEMO PROJECT  
ENERGY MONITORING PROGRAM  
AND VALIDATION OF HOT 2000  
- VERSION 6.0 -**

**PREPARED FOR:**

Energy Technology Branch/CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
Ottawa, Ontario  
Call-up Number 23440-92-9406  
March, 1993

**PREPARED BY:**

Campbell MacINNES, P. Eng.  
UNIES Limited  
1666 Dublin Avenue  
Winnipeg, Manitoba, R3H 0H1  
(204) 633-6363; FAX: (204) 632-1442

**SCIENTIFIC AUTHORITY:**

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

## CITATION

Campbell MacInnes, P. Eng., UNIES Ltd., *Flair Energy Demo Project, Energy Monitoring Program and Validation of Hot 2000 , Version 6.0*. Call-up No. 23440-92-9406. Energy Technology Branch, CANMET, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1995 (176 pages)

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
580 Booth Street, 9th Floor  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

or

Document Delivery Service  
Library and Documentation Services Division, CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
562 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0G1

## DISCLAIMER

This report is distributed for informational 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 assumes any liability arising out of this report.

## NOTE

Funding for this project was provided by the Department of Natural Resources Canada.

Catalogue No. M91-7/327-1995E  
ISBN. 0-662-23040-X

## **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 and others who reviewed this report and contributed insight and advice to its preparation.

### **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

## SUMMARY

A monitoring program consisting of sub-metering of major energy flows, spot measurements of energy-related variables, and a variety of detailed studies was used to characterize energy consumption rates at a monthly time scale in 23 occupied new houses constructed as part of the Flair Homes Energy Demo/ Canadian Home Builders Association Flair Mark XIV Project in Winnipeg. Eighteen of the houses were built to the R-2000 Standard and five to conventional energy conservation standards. Monitoring periods ranged from 16 to 39 months between late 1985 and early 1990, depending on date of construction and circumstance. A batch version of HOT2000 6.0, enhanced to allow for monthly resolution of critical model inputs and non-fixed solar shading, was used together with quantitative information arising from the monitoring program to estimate actual monthly energy usage for each house.

Sets of meter readings and other data describing the occupied homes were accumulated manually by project personnel during regular monthly site visits and as a result of additional access opportunities associated with special studies. As the chosen monitoring strategy, it provided an economical means to examine a larger sample of houses and develop a useful familiarity with the manner in which each dwelling was operated. For the level of scrutiny required in the monthly analysis reported herein, the data collection effort yielded a rather limited number of monitored variables and an inconvenient time scale for meter readings in comparison to that which could be obtained using an automated data acquisition system.

On the whole, the month-by-month space heating and total house energy requirements were reasonably well predicted for most of the occupied Flair project houses. In most cases, the difference between the observed total house energy consumption over any twelve contiguous months and the corresponding HOT2000 prediction was less than  $\pm 2000$  kWh, or about 10 percent of total annual consumption. Explanations or extenuating circumstances could be suggested for most of the exceptions, but not all. Within the set of project houses, there was a greater tendency for the model to underpredict the annual energy requirement than for the reverse to occur.

Among the findings of the analysis was a notable month-to-month and year-to-year variation in the difference between predicted and measured energy use. The predictability was seasonal, but usually non-linear with respect to outdoor temperature. The seasonality differed from house to house, and it drifted from year to year. The range of the drift in the 12-month total prediction error over the full monitoring period was typically 1000 to 2000 kWh, or 5 to 10 percent of the typical annual total energy consumption. This meant that, despite the apparent changes in predictability as time passed, a house which was over- or under-predicted tended to remain that way throughout the monitoring period.

Significant monthly variations in the energy-consuming activities of the occupants appeared in the records for the majority of the houses. These possibly affected model performance in the shoulder seasons and summer months when consumption by non-heating system appliances made up the majority of the total energy usage in the houses. In that part of the year, the validity of sub-model representations of the operation of appliances and ventilation systems and the availability and utilization of their waste energy as space heat became critical to overall model success. It was recommended that, for planned use of HOT2000 in applications needing better resolution than the standard low-energy design exercise, further capability for temporal variation of occupancy factors be built into the program and, further, that validation or improvement of the various non-heating sub-models be carried out.

The noticeable seasonalities which remained in the monthly prediction errors despite the implementation of extended capability for handling variables on a monthly basis in the analysis were taken as indication that there could still be room for refinement in the energy modelling of the 23 homes. The available data probably would be insufficient for more intensive study, however. Uncertainty in particular input variables, specifically the interior temperature regimes of the houses and the management of available solar radiation by the occupants, was found to have enough influence on overall space-heating energy requirements that monthly estimation errors of the magnitudes encountered in the analysis were judged to be realistic. It was concluded that the limitation to accuracy in estimating the actual monthly energy consumption in the project's houses using HOT2000 Version 6.0 should be attributed, most of all, to the coverage of energy-use processes in the houses and the resolution in time afforded by the data collection method that was used, and to a lesser degree, to the capability for fair representation of the energy-use processes in the houses using only the simple one-pass monthly model and its algorithms.

A variety of individual topics related to energy use and modelling in the project houses was also addressed in the study.

Demand metering in a few of the houses confirmed that unfavourable electrical load distributions relative to the total quantities of energy delivered to a single address throughout the course of a day should only be expected to worsen with the growing adoption of practices which reduce residential space-heating requirements. At certain hours, the occupants of low-energy houses still tend to wash, cook, and dry clothes, activities for which the power requirements are very high relative to the more steady demand for heat in the houses.

Actual Winnipeg weather for the period 1985-90 was used in the analysis. Despite some unusual conditions which occurred within the monitoring period, notably, warm months in some winters, extended drought, and changes to incident solar radiation levels which accompanied both of these phenomena, the predictability of the resulting patterns of energy consumption in the 23 houses using HOT2000 did not appear to be affected.

An heuristic electric clothes dryer energy-use model was prepared for, and used in, the analysis. Because it has become standard practice to exhaust the automatic dryer to the outdoors, the amount of metered energy which typically is rendered unavailable for secondary use as space heat within the home is quite significant. Estimation of the importance of clothes dryer energy within the overall energy balance in project houses provided support for a recommendation that effort be directed toward development of mainstream measures for recovery of clothes dryer heat, and that specific recognition and handling of clothes dryer energy be incorporated within HOT2000.

Energy used by the occupants of each house to operate interior lighting and electrical appliances other than ventilation systems, domestic water heaters, air conditioners and clothes dryers was estimated from sub-metered data. Lifestyles and the number of people living under one roof were evidently both partly responsible for the patterns noted. A seasonal variation was clearly evident in many of the houses, along with an upward trend in some which was probably more attributable to acquisitions than to increased usage. The arrival of a family's first child and the associated change in lifestyle resulted in a slight increase in home appliance use in the set of project houses.

Consumption of energy for the heating of water in the homes was found to be even more strongly related to the number of occupants than was appliance usage. Examination of the reasonableness of the water-heating sub-model of HOT2000 Version 6.0 indicated clearly a need for improvement of the representation of the DHW process within the program.

Larger HOT2000 underpredictions in three of the electrically heated houses were attributed to the use of windows and doors for ventilation instead of the installed mechanical ventilation systems, which were monitored, but which were not often operated by the respective occupants. Passive one-week tracer gas studies in the three houses yielded estimates of total ventilation rates which were significantly higher than those derivable from the clocking of mechanical ventilation equipment usage and the approximation of uncontrolled building envelope leakage. Energy-use predictability for the three houses improved to levels more typical of the other houses of the group when the higher measurement-based ventilation rate estimates were substituted.

Furnace flue air flows were estimated to be the dominant air exchange mechanism in the two project houses which had naturally aspirating gas furnaces and water heaters. The modelling of flue losses was found from comparison of tracer gas test results and the energy simulations for the houses to be a weak point within Version 6.0 of HOT2000.

The most difficult of HOT2000's sub-models to apply in realistic fashion during the analysis of actual energy usage was found to be the simulator for heat-recovery ventilator operation. Major problem areas were equipment layouts and control strategies which differed from the one assumed within the HRV sub-model

and actual ventilation air flow rates which varied significantly from the standard values reported from laboratory performance testing of commercial products.

Finally, comparison of simulation results for three project houses which had each been monitored through most of a heating season without occupants, as well as through a following period of normal occupancy, provided support for the idea that the tendency for underprediction of monthly and annual energy consumption in the full set of occupied houses may have been due in part to the people being present. In this view, the normal everyday activities of the occupants, including their reactions to the dynamic interior environment of the house, can be accompanied by, for example, significant unmetered energy losses via window and door openings. The monthly residual simulation errors for two of the three houses were very small and almost random throughout the unoccupied period. Anomalous energy usage in the third of these houses proved to be unexplainable with the information available.

## RÉSUMÉ

Ce rapport rend compte des résultats d'un programme d'observation qui visait à établir les caractéristiques de la consommation d'énergie mensuelle dans 23 maisons occupées qui avaient été construites récemment dans le cadre du projet Flair Mark XIV réalisé conjointement à Winnipeg par Flair Homes Energy Demo et l'Association canadienne des constructeurs d'habitations. L'étude comportait plusieurs volets : comptage divisionnaire des flux d'énergie, mesures ponctuelles de diverses variables influant sur la consommation d'énergie et études détaillées de toutes sortes. Dix-huit de ces maisons avaient été construites selon la norme R-2000, et les cinq autres selon des normes d'économies d'énergie traditionnelles. Les observations ont été effectuées entre la fin de 1985 et le début de 1990, pendant des périodes de 16 à 39 mois, selon la date de construction et les circonstances. On a utilisé une version par lots du programme HOT2000 6.0 — que l'on avait cependant modifiée pour pouvoir ramener à une période d'un mois les données d'entrée des modèles critiques et les données concernant l'ombrage non fixe — et de l'information quantitative découlant du programme d'observation pour estimer la consommation mensuelle réelle d'énergie dans chaque maison.

Les lectures de compteurs et d'autres données caractéristiques des maisons occupées ont été relevées manuellement par le personnel du projet au cours des visites mensuelles régulières et dans le cadre de certaines études spéciales qui ont créé d'autres possibilités d'observation directe. Cette stratégie a permis d'examiner à peu de frais un plus large échantillon de maisons et d'acquérir des connaissances utiles sur le mode de fonctionnement individuel des maisons. Compte tenu du niveau de précision que requiert l'analyse mensuelle dont il est rendu compte ici, le nombre de variables observées est plutôt limité et l'intervalle de lecture des compteurs est peu commode, en comparaison de ce que l'on aurait pu obtenir avec un système automatisé d'acquisition de données.

Dans l'ensemble, les prévisions des besoins mensuels en énergie de chauffage des locaux et en énergie totale étaient assez bonnes pour la plupart des maisons occupées du projet Flair. Dans la plupart des cas, l'écart entre la consommation totale d'énergie observée sur une période de douze mois consécutifs et la prévision du modèle HOT2000 a été inférieure à  $\pm 2\ 000$  kWh, soit environ 10 % de la consommation annuelle totale. On peut expliquer et justifier la plupart des exceptions, mais pas toutes. À l'intérieur de l'échantillon de maisons témoins, le modèle prévisionnel est plus porté à sous-estimer qu'à surestimer la consommation d'énergie annuelle.

Entre autres résultats de l'analyse, on constate une variation marquée, de mois en mois et d'année en année, de l'écart entre les prévisions et les consommations mesurées. La prévisibilité est saisonnière, mais sa relation avec la température



extérieure n'est pas linéaire. La saisonnalité variait d'une maison à l'autre, et dérivait d'une année à l'autre. Pendant toute la période d'observation, l'ampleur de la dérive dans l'erreur de prévision totale sur 12 mois s'est située généralement entre 1 000 et 2 000 kWh, soit 5 à 10 % de la consommation annuelle moyenne totale d'énergie. Donc, les variations apparentes de la prévisibilité avec le temps n'ont rien changé aux surestimations et aux sous-estimations de la consommation d'énergie.

Pour la majorité des maisons, on constate des variations mensuelles importantes dans les activités consommatrices d'énergie des occupants. Ces variations pourraient avoir influé sur le rendement du modèle dans les inter-saisons et dans les mois d'été, lorsque le gros de la consommation totale d'énergie est attribuable à des appareils autres que le système de chauffage. Dans cette période-là de l'année, la validité des sous-modèles et la justesse avec laquelle ils représentent le fonctionnement des appareils et des systèmes de ventilation ainsi que la disponibilité et l'utilisation de l'énergie résiduelle pour le chauffage des locaux revêtent une importance déterminante pour le rendement global du modèle. Pour utiliser le modèle HOT2000 dans des applications exigeant une résolution supérieure à celle dont on peut s'accommoder lorsqu'il s'agit de bâtiments à faibles besoins énergétiques standard, il a été recommandé de doter le programme d'une fonction lui permettant de mesurer la variation temporelle des facteurs d'occupation des locaux, puis de valider ou d'améliorer les divers sous-modèles qui représentent autre chose que le système de chauffage.

Les saisonnalités marquées qui subsistent dans les erreurs de prévision mensuelles, malgré l'implantation de fonctions étendues permettant de ramener les variables à une échelle mensuelle au cours de l'analyse, semblent indiquer que la modélisation énergétique des 23 maisons pourrait encore être améliorée. Les données disponibles ne seraient probablement pas suffisantes, toutefois, pour procéder à une étude plus détaillée. On a jugé que l'incertitude qui entoure certaines variables d'entrée, en particulier les régimes de températures intérieures des maisons et l'utilisation du rayonnement solaire disponible par les occupants, avait suffisamment de poids dans l'estimation des besoins en énergie de chauffage des locaux pour justifier des erreurs d'estimation mensuelles de l'ordre de grandeur rencontré dans l'analyse. On a conclu que l'exactitude de l'estimation de la consommation d'énergie mensuelle réelle dans les maisons témoins au moyen de la version 6.0 du modèle HOT2000 était limitée principalement par la couverture des processus d'utilisation de l'énergie dans les maisons, par la résolution temporelle des données issues de la méthode de collecte utilisée et, dans une moindre mesure, par la capacité de bien représenter les processus d'utilisation de l'énergie dans les maisons en utilisant uniquement le modèle mensuel monopasse et ses algorithmes.

Diverses questions liées à l'utilisation de l'énergie et à la modélisation de la consommation d'énergie dans les maisons témoins ont également été examinées au

cours de l'étude.

Le comptage de la consommation dans quelques-unes des maisons a confirmé que l'adoption de pratiques réduisant les besoins en énergie de chauffage ne ferait vraisemblablement qu'accentuer l'inégalité de la répartition de la demande d'électricité au cours d'une journée. Les occupants des maisons à faibles besoins énergétiques continuent à réserver certaines heures à des activités énergivores, comme le lavage, le séchage et la cuisson, alors que la demande de chaleur est plus constante.

Pour les besoins de l'analyse, on s'est servi des températures mesurées à Winnipeg entre 1985 et 1990. Il s'est produit certains phénomènes inhabituels au cours de la période d'observation, notamment des mois chauds certains hivers, une longue période de sécheresse et les variations concomitantes de la quantité de rayonnement solaire incident, mais la prévisibilité de la consommation d'énergie dans les 23 maisons témoins ne semble pas en avoir été affectée.

Au cours de l'analyse, on a utilisé un modèle heuristique de la consommation d'énergie des sècheuses électriques, que l'on avait élaboré expressément à cette fin. Comme il est d'usage d'évacuer à l'extérieur la vapeur des sècheuses automatiques, la quantité d'énergie mesurée qui n'est pas recyclée pour servir au chauffage des locaux est assez importante. La part de la quantité d'énergie produite par les sècheuses dans le bilan énergétique global des maisons témoins a amené les analystes à recommander que des efforts soient faits pour mettre en place des mesures de récupération de la chaleur résiduelle de ces appareils et que le programme HOT2000 soit doté de fonctions qui tiennent compte spécifiquement de cette énergie.

À partir des données du comptage divisionnaire, on a estimé la quantité d'énergie consommée dans chaque maison pour faire fonctionner les lumières intérieures et les appareils électriques autres que les systèmes de ventilation, les chauffe-eau, les climatiseurs et les sècheuses. Le style de vie et le nombre de personnes vivant sous le même toit sont évidemment des facteurs importants des profils de consommation. Dans un grand nombre de maisons, on a observé une nette variation saisonnière; dans certaines, la consommation présente une tendance à la hausse que l'on peut sans doute attribuer davantage à l'acquisition de nouveaux équipements qu'à une intensification de la consommation. La venue d'un premier enfant et le changement de style de vie qui en résulte se sont traduits par une légère augmentation de l'utilisation des appareils dans les maisons témoins.

On a constaté que le nombre d'occupants a encore plus d'influence sur la consommation d'énergie pour le chauffage de l'eau que sur l'utilisation des appareils. Le contrôle de la vraisemblance des résultats du sous-modèle du chauffage de l'eau dans la version 6.0 du modèle HOT2000 indique clairement la nécessité d'améliorer la représentation du processus de chauffage de l'eau domestique au sein du modèle.

La sous-estimation est nettement plus marquée dans trois des maisons chauffées à l'électricité. Ce résultat s'explique par le fait que la ventilation dans ces trois maisons s'effectue par les fenêtres et les portes plutôt que par les systèmes de ventilation mécanique qui y sont installés; ces systèmes ont fait l'objet d'un contrôle, mais ils n'ont pas été souvent utilisés par les occupants. Des études par gaz de dépistage ont été faites durant des périodes d'une semaine; dans les trois maisons, les estimations du débit de renouvellement d'air étaient beaucoup plus élevées que les estimations obtenues par chronométrage de l'utilisation des systèmes de ventilation mécanique et par approximation des fuites non contrôlées de l'enveloppe du bâtiment. La prévisibilité de la consommation d'énergie dans les trois maisons se rapproche de la prévisibilité moyenne des autres maisons témoins quand on substitue les estimations mesurées aux estimations dérivées.

Les conduits d'air des appareils de chauffage constituaient le principal mécanisme d'échange d'air dans les deux maisons témoins équipées d'appareils de chauffage et de chauffe-eau à gaz à aspiration naturelle. Une comparaison des résultats des essais au gaz de dépistage avec ceux des simulations énergétiques a permis de constater que la modélisation des pertes par les conduits d'air est un des points faibles de la version 6.0 du modèle HOT2000.

Le sous-modèle le plus difficile à appliquer de façon réaliste au cours de l'analyse de la consommation d'énergie réelle est celui qui simule le fonctionnement du ventilateur-récupérateur de chaleur. Les principaux problèmes tenaient au fait que la disposition des équipements et les stratégies de contrôle étaient différentes de ce qui était prévu dans le sous-modèle en question, et à l'écart considérable entre les débits mesurés d'air de ventilation et les valeurs standard produites par les essais en laboratoire de produits commerciaux.

Finalement, la comparaison des résultats des simulations exécutées pour trois maisons témoins qui avaient été observées, d'abord en l'absence d'occupants pendant la majeure partie d'une saison de chauffage, puis pendant une période d'occupation normale, confirme la thèse suivant laquelle la tendance à sous-estimer la consommation d'énergie mensuelle et annuelle dans l'ensemble des maisons occupées pourrait s'expliquer en partie par l'absence ou la présence d'occupants. Dans cette optique, les activités courantes des occupants et leurs réactions à l'environnement intérieur dynamique de la maison peuvent s'accompagner, par exemple, d'importantes pertes d'énergie non mesurées par les portes et les fenêtres. Les erreurs de simulation résiduelles obtenues sur une base mensuelle pour deux des trois maisons en question étaient très faibles et presque aléatoires sur toute la période sans occupants. Les données disponibles ne permettent pas d'expliquer la consommation d'énergie anormale mesurée dans la troisième maison.

## TABLE OF CONTENTS

SECTION 1	INTRODUCTION - FLAIR ENERGY DEMO PROJECT'S ENERGY MONITORING PROGRAM . . . . .	1
	1.1 BACKGROUND . . . . .	1
	1.2 SCOPE . . . . .	2
	1.3 THE FLAIR HOMES ENERGY DEMO/CHBA FLAIR MARK XIV PROJECT . . . . .	3
	1.4 PROJECT HOUSES AND THE ENERGY MONITORING PROGRAM . . . . .	3
SECTION 2	DATA ACQUISITION . . . . .	7
	2.1 RESOURCES . . . . .	7
	2.2 PRE-CONDITIONING . . . . .	8
SECTION 3	ANALYSIS OF ENERGY PERFORMANCE - MODELLED VS ACTUAL . . . . .	10
SECTION 4	RESULTS - EVALUATION OF HOT2000 SIMULATIONS . . . . .	17
	4.1 OVERALL ASSESSMENT . . . . .	21
	4.2 PERSPECTIVE ON THE PREDICTION ERRORS IN THE FLAIR HOUSES . . . . .	28
	4.3 SELECTED TOPICS . . . . .	33
	4.3.1 Magnitude of Total and Peak Energy Requirements of Project Houses . . . . .	33
	4.3.2 Actual Weather . . . . .	35
	4.3.3 Clothes Dryers . . . . .	38
	4.3.4 Appliance Energy . . . . .	43
	4.3.5 Water Heating Energy . . . . .	46
	4.3.6 Phantom Air Leakage . . . . .	49
	4.3.7 Flue Flows . . . . .	52
	4.3.8 Simulation of HRV Operation . . . . .	55
	4.3.9 Anomaly . . . . .	56
SECTION 5	CONCLUSIONS . . . . .	59
REFERENCES	. . . . .	62
APPENDIX A	RESULTS OF ANALYSIS - HOUSES #1 TO #24	
APPENDIX B	REPORT ON HOURLY MONITORING OF HOUSE #24 A COMPARISON OF CEILING PANEL AND BASEBOARD HEATING SYSTEMS UNDER UNOCCUPIED CONDITIONS	

## LIST OF TABLES

TABLE 1	DESCRIPTION OF PROJECT HOUSES .....	4
TABLE 2	AIR AND VAPOUR BARRIER DETAILS .....	5
TABLE 3	REVIEW OF THE HOT2000 INPUTS USED IN THE ENERGY SIMULATIONS .....	12
TABLE 4	MONTHLY SIMULATION PERFORMANCE SUMMARY - TOTAL PURCHASED ENERGY .....	23

## LIST OF FIGURES

FIGURE 1	EXAMPLE OF ENERGY MODELLING RESULTS - HOUSE #2 ..	18
FIGURE 2	SUMMARY OF MODELLING RESULTS .....	24
FIGURE 3	SENSITIVITY OF HOT2000 SIMULATION TO INPUT VARIABLES .....	29
FIGURE 4	MONTHLY WEATHER: MONITORING PERIOD COMPARED TO 30-YEAR NORMALS .....	36
FIGURE 5	STRAW POLL CLOTHES DRYER MODEL .....	39
FIGURE 6	INTERIOR APPLIANCES AND LIGHTING ENERGY CONSUMPTION .....	45
FIGURE 7	DOMESTIC HOT WATER CONSUMPTION .....	47
FIGURE 8	UNMONITORED HOUSE AIR CHANGES: IMPACT ON ENERGY SIMULATIONS .....	51
FIGURE 9	AIR EXCHANGE IN PROJECT HOUSES WITH NATURAL DRAFT FLUES .....	54